



Н.А. Луганский
С.В. Залесов
В.Н. Луганский

ЛЕСОВЕДЕНИЕ

Электронный архив УГЛТУ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н.А. Луганский
С.В. Залесов
В.Н. Луганский

ЛЕСОВЕДЕНИЕ

(Издание 2-е, переработанное)

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области лесного дела для межвузовского использования в качестве учебного пособия студентам, обучающимся по специальностям 260400 «Лесное и лесопарковое хозяйство» и 260100 «Лесоинженерное дело»

Екатеринбург
2010

Электронный архив УГЛТУ

УДК 630*2(075)

Рецензенты:

Кафедра лесоводства Башкирского государственного
сельскохозяйственного университета;

Доктор биологических наук, профессор Ботанического сада УрО РАН
Е.В. Колтунов

Лесоведение: учебн. пособие / Луганский Н.А., Залесов С.В., Луганский В.Н.: Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2010. 432 с.

ISBN 978–5–94984–288–1

На основании обобщения обширной научной литературы, а также материалов собственных исследований авторов по вопросам лесоведения в едином учебном пособии отражено современное представление о природе леса вообще и Урала в частности.

Учебное пособие имеет целью оказать помощь студентам в изучении учебных дисциплин «Лесоведение», «Лесоводство», «Ведение лесного хозяйства», «Экология и повышение продуктивности лесов» и др. Издание пособия в виде экзаменационных вопросов по учебной дисциплине «Лесоведение» и ответов на них значительно упрощает работу по освоению материала и делает их доступными не только студентам вузов лесохозяйственного профиля, но и студентам родственных специальностей.

Предназначено в первую очередь для студентов, обучающихся по специальностям 260400 «Лесное и лесопарковое хозяйство» и 260100 «Лесоинженерное дело», а также практиков лесоводов и экологов.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

ISBN 978–5–94984–288–1

© ГОУ ВПО «Уральский государственный
лесотехнический университет», 2010

© Н.А. Луганский, С.В. Залесов,
В.Н. Луганский, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	10
1. Введение	11
1.1. Понятие о «лесоведении»	11
1.2. Зонально-географические типы лесоведения	13
1.3. Общие сведения о лесах	15
1.4. Многофункциональное значение леса	18
2. Лес как природное явление	25
2.1. Понятие о лесе	25
2.2. Лесообразовательный процесс и его факторы	27
2.3. Деградация и дигрессия лесов	31
2.4. Типы лесной растительности мира	35
2.5. Особенности лесов Российской Федерации	38
2.6. Горные леса	43
2.7. Географическая дифференциация экологических и хозяйственных функций леса	45
2.8. Распределение лесов по целевому назначению	47
2.9. Районирование лесов	49
2.10. Иерархическая структура лесов	55
3. Лес и климат	59
3.1. Влияние климата на лес	59
3.2. Цикличность солнечной активности и влияние ее на лес ...	61
3.3. Лесорастительная оценка климатов	63
3.4. Роль леса в биосферных процессах	65
3.5. Влияние леса на климат	68
4. Морфология леса	72
4.1. Лесоводственно-хозяйственные категории древесных пород	72
4.2. Горизонтальная (пространственная) структура леса	73
4.3. Компоненты лесного насаждения и их лесоводственно- хозяйственное значение	78
4.4. Морфология древостоев	83

Электронный архив УГЛТУ

4.5. Фитомасса и биомасса насаждений и распределение их по ярусам и компонентам	92
4.6. Производительность древостоев и продуктивность насаждений	96
5. Экология леса	100
5.1. Понятия о лесной экосистеме и экологии леса	100
5.2. Экологические факторы	102
5.3. Экологические законы	104
5.4. Экологические прогнозы и экспертиза	107
6. Лес и тепло	110
6.1. Значение тепла в жизни леса	110
6.2. Отношение древесных пород к теплу. Шкала отношения ...	113
6.3. Влияние на лес низких температур и борьба с ними	114
6.4. Влияние на лес высоких температур и борьба с ними	120
6.5. Влияние леса на температуру воздуха и почвы летом и зимой	123
7. Лес и свет	127
7.1. Виды света	127
7.2. Значение света в жизни леса	128
7.3. Отношение древесных пород к свету. Шкала светолюбия...	130
7.4. Методы определения светолюбия древесных пород	134
7.5. Влияние света на лесные насаждения	138
7.6. Свет и плодоношение насаждений	140
7.7. Влияние лесных насаждений на свет	143
7.8. Пути повышения эффективности использования света лесными древостоями	145
8. Лес и влага	149
8.1. Виды осадков и влаги	149
8.2. Значение влаги для жизни леса	151
8.3. Отношение древесных пород к влаге. Шкала отношения ...	153
8.4. Положительная роль снега	154
8.5. Отрицательное влияние твердых осадков на лес	156
8.6. Роль влажности воздуха в жизни леса	157
8.7. Водный баланс леса	159

Электронный архив УГЛТУ

8.8. Трансгрессивная роль леса	167
8.9. Лесистость и сток рек	168
8.10. Взаимоотношение леса и грунтовых вод	169
8.11. Водоохранная и водорегулирующая роли леса	172
8.11.1. Снегонакопление и снеготаяние	173
8.11.2. Промерзание и разморозание почвы	175
8.11.3. Почвозащитная роль леса	176
8.11.4. Защита водоемов	177
8.11.5. Оптимальная и водоохранная лесистость	179
8.12. Классификация лесов по водоохранно-защитной роли	181
8.13. Хозяйственные мероприятия по повышению водоохранно-защитных функции леса	185
9. Лес и атмосфера	189
9.1. Компоненты атмосферного воздуха и их значение в жизни леса	189
9.2. Влияние леса на состав воздуха	191
9.3. Соотношение CO ₂ и O ₂ в формировании древесины	194
9.4. Лес и аэропромвыбросы	195
10. Лес и ветер	203
10.1. Положительное влияние ветра на лес	203
10.2. Отрицательное влияние ветра на лес	204
10.3. Влияние леса на ветер	207
10.4. Меры борьбы с отрицательным влиянием ветра на лес	208
11. Лес и рельеф	211
11.1. Макрорельеф	211
11.2. Мезорельеф	214
11.3. Микрорельеф	215
12. Лес и почва	217
12.1. Значение почвы для жизни леса	217
12.2. Влияние почвы на лес	217
12.2.1. Роль плодородия почвы	217
12.2.2. Зависимость развития корневых систем деревьев различных древесных пород от почвы	219
12.2.3. Значение механического состава почвы	222

Электронный архив УГЛТУ

12.2.4. Влияние на лес водно-физических свойств почвы...	225
12.2.4.1. Плотность	226
12.2.4.2. Аэрация	227
12.2.4.3. Температура	228
12.2.4.4. Влажность	229
12.2.5. Влияние кислотности почвы на лес	231
12.2.6. Минеральное питание древесных пород	233
12.2.6.1. Роль минеральных элементов	233
12.2.6.2. Потребность и требовательность древесных пород	235
12.2.6.3. Азот: формы и источники	236
12.2.6.4. Зольные элементы	240
12.2.7. Отношение древесных пород к плодородию почв. Шкала отношения	243
12.3. Влияние леса на почву	245
12.3.1. Формы влияния леса на почву	245
12.3.2. Изменение лесом химического состава жидких осадков	245
12.3.3. Роль лесного опада и лесной подстилки в обеспечении почвы элементами питания	248
12.3.4. Типы лесных подстилок	252
12.3.5. Малый и большой биологические круговороты азота и зольных элементов	255
12.4. Роль леса в почвообразовании	259
12.5. Хозяйственные мероприятия по усилению МБК и почвообразовательного процесса	262
13. Лес и биотические факторы	265
13.1. Структура факторов	265
13.2. Роль биотических факторов	266
13.2.1. Роль крупных животных и мегафауны	266
13.2.2. Роль макро- и мезофауны	270
13.2.3. Роль микрофауны и микрофлоры	271
13.3. Регулирование состава и численности диких крупных животных и мегафауны	272

Электронный архив УГЛТУ

13.4. Пастьба домашнего скота в лесу	274
13.4.1. Экологические последствия пастьбы домашнего скота	275
13.4.2. Регулирование пастьбы домашнего скота	277
14. Естественное возобновление леса	279
14.1. Понятие о возобновлении леса, его методы и виды	279
14.2. Этапы (стадии) семенного возобновления леса	283
14.3. Экология естественного семенного возобновления леса под пологом насаждений, на вырубках и гарях	286
14.4. Меры содействия естественному семенному возобновлению леса	292
14.5. Виды вегетативного возобновления	296
14.6. Сравнительные преимущества и недостатки методов и видов возобновления леса	298
14.6.1. Естественное семенное возобновление	299
14.6.2. Искусственное лесовосстановление	300
14.6.3. Предварительное семенное лесовозобновление	301
14.6.4. Последующее семенное лесовозобновление	302
14.6.5. Вегетативное лесовозобновление	303
14.7. Методы изучения естественного возобновления леса	304
15. Формирование древостоев	310
15.1. Онтогенез древостоев	310
15.2. Виды взаимоотношений древесных пород при совместном произрастании	311
15.3. Различия деревьев, выросших на свободе и в насаждении ...	314
15.4. Борьба за существование и естественный отбор	314
15.5. Типы древостоев и условия их формирования	318
15.6. Сравнительные преимущества и недостатки различных типов древостоев	321
15.7. Смещение древесных и кустарниковых пород при лесовыращивании	326
16. Смена пород	329
16.1. Виды (типы) смен и их причины	329
16.2. Смена сосны на березу и осину и обратная смена	331

Электронный архив УГЛТУ

16.3. Взаимоотношения сосны и ели	334
16.4. Смена ели на березу и осину и обратная смена	335
16.5. Смена дуба другими породами и обратная смена	336
16.6. Биологическая и хозяйственно-экономическая оценка смен	338
16.7. Пути предотвращения нежелательных смен древесных пород	342
17. Типология леса	345
17.1. Общие понятия	345
17.2. Истоки лесной типологии (доморозовский период)	346
17.3. Учение о типах насаждений и типах леса Г.Ф. Морозова	350
17.4. Классификация типов леса А.А. Крюденера	352
17.5. Украинское лесотипологическое направление	354
17.6. Типология леса В. Н. Сукачева	357
17.7. Коренные и производные типы леса, серии и циклы типов леса	362
17.8. Типология леса Б. А. Ивашкевича и Б. П. Колесникова	364
17.9. Черты динамической типологии И. С. Мелехова и других современных течений в лесной типологии	368
17.10. Характеристика типов леса	373
17.11. Группы типов леса	377
17.12. Значение лесной типологии для теории и практики лесного хозяйства	380
18. Леса будущего	388
Библиографический список	392

ПРЕДИСЛОВИЕ

Литература по лесоведению обширна. Только число учебников и учебных пособий исчисляется не менее чем двумя десятками. Многие из них по значительной части материала устарели (Эйтинген, 1953; Нестеров, 1954; Ткаченко, 1952, 1955; Гулисашвили, 1956; Погребняк, 1963; Белов, 1976; Горшенин, Швиденко, 1977 и др.). Даже опубликованная относительно недавно учебная литература (Мелехов, 1980; Коновалов и др., 1982; Белов, 1983 и др.) с учетом времени ее подготовки и выхода в свет в значительной степени устарела. Практически вся эта литература имеет генерализированное содержание, тогда как отдельные регионы страны, в частности уникальный по природным условиям Урал, нуждаются в освещении специфики лесов, что важно для специалистов лесного комплекса. Учитывая эти обстоятельства, а также корректировку программы по учебной дисциплине, авторским коллективом (Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.А. Щавровский) было опубликовано два издания учебного пособия «Лесоведение» (1996, 1999). Это пособие в учебном процессе используется не только в Уральском государственном лесотехническом университете, но и в Нижегородском, Ижевском, Башкирском, Оренбургском и Омском аграрных университетах. К настоящему времени книга представляет собой библиографическую редкость.

В связи с давностью опубликования пособия по «Лесоведению» (1996, 1999) предлагается 2-е переработанное его издание.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Понятие о лесоведении

Любая наука основывается на наличии трех составляющих: своего специфического объекта исследований, специальных методик и собственной терминологии. Лесоведение как наука этим принципам отвечает полностью. Объект исследований – лес в его сложности и многообразии. Многие методики возникли в рамках чисто лесоведческих исследований, а затем уже были использованы в других науках. Среди них метод пробных площадей, метод изучения лесной подстилки как компонента лесного насаждения, методы изучения процессов лесовозобновления, динамики фитомассы, биологического круговорота химических элементов в лесных экосистемах и т. п. Что касается терминологии, то она исключительно специфичная и четкая (Луганский и др., 1992; Луганский, Залесов, 1997).

Лесоведение – наука о природе леса. Под этим подразумеваются биологические и экологические особенности древесных пород и других компонентов лесных насаждений, взаимоотношения древесных пород между собой и с другими биотическими компонентами и с абиотической средой, закономерности возобновления и формирования лесов во времени и в пространстве, их география, классификация и районирование. Лесоведение изучает прошлое, настоящее и будущее естественных и искусственных лесов, не затронутых хозяйственной деятельностью человека и активно используемых, подверженных и не подверженных воздействию различных негативных экологических факторов (аэропромвыбросов, радионуклидов, энтомовредителей, рекреации и т. п.).

Таким образом, лесоведение входит в цикл естественных наук и как наука о лесе имеет самостоятельное значение (Мелехов, 1980; Обыденников, 2007), является теоретической базой науки и системы

хозяйственных мероприятий в лесу – лесоводства. Наука «Лесоведение» базируется на ряде смежных наук и в определенной необходимости использует их материалы. В частности, к таким наукам относятся: лесная гидрология, лесная геоботаника, агролесомелиорация, лесное почвоведение, лесное болотоведение, метеорология и климатология, дендрология, дендрофизиология и некоторые другие. Б.П. Колесников (1979) считал, что эти науки есть не что иное, как разделы лесоведения, включая биогеоценологию. Между тем у некоторых ученых имеется совершенно противоположное мнение. С их точки зрения лесоведения как научной дисциплины нет. Это конгломерат естественно-научных дисциплин. В соответствии с этой концепцией существует лишь собственно лесоводство, базирующееся на естественно-научных дисциплинах.

Признавая Б.П. Колесникова крупнейшим лесоведом-теоретиком современности, приведем трактовку науки «Лесоведение» этого автора (1979): «Лесоведение – источник научных знаний о жизни леса и лесообразовательных процессах, основа объективности выбора технологических приемов рационального управления ими, долгосрочного планирования и прогнозирования высокопродуктивных лесов будущего».

В свою очередь, лесоведение как наука является базой для таких наук, как лесная таксация, лесные культуры, лесная пирология, недревесные ресурсы леса, ландшафтоведение, ландшафтное строительство и др.

Известный уральский ученый Е.П. Смолоногов (2006) отметил, что на современном уровне развития лесоведение – наука интегральная, охватывающая все аспекты лесного покрова.

В учебных целях лесоведение как наука трансформирована в самостоятельную учебную дисциплину «Лесоведение». Исходя из изложенного, эта дисциплина является мировоззренческой, формирующей у студентов понимание сложных природных явлений, которая ориентирует их на рациональный природоохранный подход в использовании лесов. Учебная дисциплина «Лесоведение» включает цикл лекций, лабораторный курс и учебную практику в лесу.

1.2. Зонально-географические типы лесоведения

Леса Российской Федерации в силу большого природного разнообразия ее территории отличаются между собой по породному составу, продуктивности, естественным динамическим процессам, формам и активности воздействия на них различных факторов и др. Поэтому отечественные ученые считали необходимым рассматривать лесоводство (в блоке с лесоведением) не только с генерализированных позиций, что всегда целесообразно и допустимо, но дифференцируя его по лесорастительным зонам или по географическим регионам в связи с основным природно-хозяйственным назначением лесов.

Глубокую аргументацию для выделения в самостоятельный статус таежного лесоводства дал И.С. Мелехов (1969, 1972, 1980, 1989). Таежные леса проявляют глобальное экологическое воздействие на Земле, и в то же время они наиболее активно эксплуатируются, причем эта тенденция сохранится на далекое будущее. Здесь лесоводство должно учитывать как эти обстоятельства, так и достаточно высокий уровень устойчивости таежных лесов.

На территории Российской Федерации около половины площади лесов сосредоточено в условиях многолетней мерзлоты, а 30% из них — в условиях самой суровой части мерзлотной области (Поздняков, 1983). Л.К. Поздняков считает, что в районах вечной мерзлоты с особой остротой стоит задача сохранения и восстановления лесов. Леса на мерзлотных почвах имеют слабую устойчивость, а хозяйственное освоение их активно возрастает. Использование искусственного лесовосстановления для воспроизводства вырубаемых лесов здесь даже в отдаленной перспективе нереально. Следовательно, возобновление леса может осуществляться только естественным путем, которое в данных условиях также затруднено. В связи с изложенным Л.К. Поздняков (1983, 1984, 1986) обосновал необходимость формирования мерзлотного лесоведения и лесоводства.

Особо актуально выделение горного лесоводства (Гулисашвили, 1956; Колесников, 1969а; Мелехов 1969, 1972; Синицын и др. 1979; Коваль и др., 1990 и др.). В нашей стране около 40% лесов отнесено к

Электронный архив УГЛТУ

категории горных. Главнейшая роль этих лесов заключается в охране и регулировании вод, защите почв от разрушения. Однако важное значение имеют и такие функции, как санитарно-гигиенические, бальнеологические, противоселевые, противолавинные и др. В то же время горные леса легко ранимы, в частности сплошными рубками. Особенно важна реализация лесоведения и специфики лесоводства в горных лесах Урала, где их доля в лесопокрытой площади составляет 28%. Горные лесные почвы Урала отличаются мелкопрофильностью, высокая скелетность, легкий механический состав, что обуславливает их слабую устойчивость к водной эрозии. Крутых склонов на Урале мало, преобладают (90%) склоны крутизной до 10°, однако они длинные, в силу чего разрушительное воздействие ливневых и талых снеговых вод на почву на таких склонах огромное. Б.П. Колесников неоднократно подчеркивал, что в горных условиях Урала все ведение лесного хозяйства должно быть подчинено интересам сохранения почв, повышения их плодородия и водоохранно-защитных функций лесов. Известны многочисленные случаи на Южном Урале, когда после вырубki ельников II и III классов бонитета на верхних частях склонов почва за 1-2 года смывалась полностью. В результате образовались многочисленные каменные «реки» и «озера». На этих каменистых обнажениях восстановление леса исключается совершенно.

Специфика ведения лесного хозяйства в горных условиях должна включать запрещение сплошных рубок, применение щадящих способов и организационно-технических параметров несплошных рубок, использование экологически приемлемых технологий и технических средств заготовки древесины, применение более интенсивных мероприятий по лесовосстановлению, включая сохранение подростa предварительной генерации, и др.

Леса степной зоны, особенно искусственно созданные, весьма специфичны (Морозов, 1930 а, в; Сукачев, 1950; Нестеров, 1960; Бельгард, 1971; Мелехов, 1980; Матвеев, 1994 и др.). Они по сравнению с зонами смешанных лесов и тайги проще по структуре, в экосистемном отношении менее устойчивы, требуют менее интенсивного

уровня воздействия и весьма осторожного проведения мероприятий. Последнее исключает применение параметров равнинных таежных условий. А.Л. Бельгард (1971) теоретически убедительно обосновал необходимость обособления зонального степного лесоведения, а Н.М. Матвеев (1994) считает его новой научной дисциплиной.

Сделана обоснованная заявка на рекреационное лесоводство (Хайретдинов, 1990; Хайретдинов, Конашова, 1994). Еще ранее Б.П. Колесников и Ю.З. Кулагин ставили вопрос о формировании урбанизированного лесоводства, рассчитанного на реализацию его в лесах, подверженных активному антропогенному воздействию как в виде рекреационных нагрузок, так и из-за аэропромвыбросов.

В Лесной энциклопедии (1985) констатируется, что в мире уже сформировалось лесоводство (лесоведение) таежное, степное, горное, субтропическое и тропическое.

Данное учебное пособие в основном реализует принципы таежного и горного лесоведения.

1.3. Общие сведения о лесах

Леса мира. По данным Н.А. Моисеева (1980), А.И. Зверева (1985), Лесной энциклопедии (1985, 1986), А.И. Писаренко (1989), А.И. Писаренко и др. (1992 а), Цветкова (2002) и др., лесная площадь на Земном шаре составляет около 4 млрд га (28% суши), степи и луга занимают 17%, пустыни и полярные области – 45%. На долю обрабатываемых земель приходится лишь 10% от площади суши. Из лесной площади 3,0 млрд га (по некоторым данным 3,8 млрд га) покрыто лесами, запас древесины в них 358 млрд м³ (25-30 лет назад он составлял 360 млрд м³). Ежегодный прирост древесины 3,6 млрд м³. В освоенных лесах в год заготавливается около 3 млрд м³ древесины, а прирост в них достигает лишь 1,8 млрд. Отсюда видно, что идет активное истощение лесов в освоенных районах мира. Ежегодно площадь лесов мира сокращается на 10-20 млн га, в основном за счет тропиков, а за последние 100 лет она уменьшилась на 1/3, или на 1,5 млрд га. Уже к

Электронный архив УГЛТУ

20-м годам XX в. в Англии осталось 5% лесов от бывшего количества, в Испании, Франции, Бельгии - 10-20%, в Швеции, Финляндии, Швейцарии - 50%. Если в начале XX в. на душу населения Земного шара приходилось 3 га, то теперь эта доля снизилась до 0,67 га, а в РФ она 5,8 га; Канаде – 7,9; США – 0,8; Китае – 0,1 (Леса России, 2006).

Лесистость Земного шара составляет 22,8%, а по отдельным континентам она следующая: Африка – 7,5%, Азия (без территории бывшего СССР) – 16,7, Северная Америка – 31,0, Южная Америка – 34, Европа (без территории бывшего СССР) – 31,0%. Около половины всех лесов сосредоточено в Европе, Северной Америке и Российской Федерации, из них около 90% хвойных. Значительные площади лесов, имеющих глобальное значение, сохранились еще лишь в бассейне р. Амазонки (Южная Америка с прилегающими территориями), Канаде и Российской Федерации.

В развивающихся странах древесина используется крайне нерационально. Здесь 82% заготавливаемой древесины идет на топливо и только 18% перерабатывается, в экономически развитых странах это соотношение обратное, как 17:83% (Моисеев, Обливин, 1986).

Леса Российской Федерации. В Российской Федерации произрастает 95% всех лесов бывшего СССР. По состоянию на 01.01.04 (Леса России, 2006; Обыденников, 2007) площадь земель лесного фонда составляет 1173 млн га, из которой покрыто лесом 773,0 млн га. Доля общей площади лесов Российской Федерации от общемирового показателя достигает 22%. В них сосредоточено (Синицын, 1993) 75% бореальных лесов мира, причем 572 млн га представлены единым лесным массивом. Общий запас древесины в РФ (Леса России, 2006) – 82 млрд м³, или около 22% от мирового запаса. Почти 90% приходится на хвойные породы. Годичный прирост древесины достигает 932 млн м³, или 1,21 м³/га. Высокую промышленную ценность представляют не более половины площади лесов. Лесистость нашей страны 44%. На долю лиственных пород приходится более 51% покрытой лесом площади, сосняков – 17,0, темнохвойных насаждений – 15%.

Электронный архив УГЛТУ

Леса Урала. Урал включает Свердловскую, Пермскую, Курганскую, Челябинскую, Оренбургскую области, республики Башкортостан и Удмуртию. Регион индустриальный. Концентрация производства на Урале в 3 раза выше, чем в среднем по бывшему СССР. Объем продукции от всесоюзного уровня составлял 10% при доле населения 8%. На Урале вырабатывалось 30% стали, проката и черных металлов, 1/3 стальных труб, 80% сортового асбеста, 60% бокситов, более 50% калийных удобрений, 29% товарных магистральных вагонов, 46% мотоциклов от общесоюзного объема. В то же время Урал – лесной регион. Третья часть объема целлюлозно-бумажного производства приходится на Урал. Около 17% трудового населения до последнего времени было занято в лесном комплексе.

Лесная площадь Урала 42,0 млн га, в том числе лесопокрытая достигает 35,2 млн га. Общий запас древесины – около 3,5 млрд м³, в том числе спелой – 1,9, из которой хвойной – 1,3 млрд м³. Более 2/3 лесов Урала сосредоточено в Свердловской и Пермской областях. В историческом аспекте лесистость Урала резко снизилась. В 1869 г. она еще составляла 57% (Бобров, 1990). Даже в таких малолесных районах, как Ирбитский, Каменский и Камышловский (Свердловская область), 200-300 лет назад она достигала 73-82% (Абрамчук, 1979). В настоящее время лесистость составляет 42,7%. По отдельным административным районам лесистость колеблется в больших пределах. Если в Пермской и Свердловской областях она соответственно 67,1 и 65,4%, то в Курганской области – 20, а в Оренбургской – лишь 4,3%.

Основная доля – 55% по лесопокрытой площади и 60% по запасу древесины – принадлежит хвойным породам. В западной и осевой частях Урала доминирование в коренных лесах принадлежит ели и пихте, в восточной части – сосне. В целом по Уралу доля сосновых лесов составляет 27%, темнохвойных – 30, мягколиственных – около 40%.

Леса Урала выполняют важнейшую водоохранно-защитную роль, располагаясь в бассейнах рр. Волги, Урала и Оби.

Леса Свердловской области. Лесная площадь области 16 млн га, покрыто лесом около 14 млн га. Средний прирост древесины на 1 га составляет 2,1 м³, а общий годичный прирост – около 30 млн м³. Соотношение хвойных и лиственных (в основном мягколиственных вторичного происхождения) как 57:43. Среднегодовой объем лесозаготовок снизился с 27–28 млн м³ в 1950-1960 гг. до 8 млн м³ в 2007 г. (Пучков, Егорнов, 2007).

1.4. Многофункциональное значение леса

Число природосберегающих, защитных, средоформирующих, средостабилизирующих, социальных функций леса свыше 40 (Цветков, 2002). Все это многообразие функций с учетом предложений В. И. Таранкова (1988) можно разделить на три блока: сырьевой, экологический и социальный.

Сырьевые функции леса. Эти функции реализуются за счет изымания из леса любой натуральной продукции. В наибольшем количестве из леса изымается древесина. До 1988 г. в Российской Федерации заготавливалось ежегодно по главному пользованию (рубка спелых и перестойных насаждений) около 350 млн м³ древесины. С 1988 г. объем лесозаготовок упал. По данным М.Д. Гиряева (1993), в 1988 г. он составил 324 млн м³, в 1990 г. – 283,3, 1992 – 227 млн, т.е. за 5 лет объем рубок главного пользования снизился на 97 млн м³. На Урале этот показатель достигал в 1959 г. 92 млн м³, затем в связи с сокращением лесосырьевых ресурсов к 1975 г. он снизился до 60, а к 1983 г. – до 47 млн. м³. В последние годы годовой объем лесозаготовок стабилизировался на уровне 50 млн. м³. По мнению С.А. Мамаева и Е.П. Смолоногова (1989), М.Г. Лордкипанидзе (1989), Е.П. Смолоногова (1991а,б), в целях сохранения неистощительного лесопользования и экологических функций лесов на Урале объемы рубок спелых и перестойных насаждений не должны превышать 35-40 млн м³ в год. Всего же только с 1951 г. по 1991 г. на Урале было заготовлено 2,0 млрд м³ древесины.

Электронный архив УГЛТУ

В современном мире из древесины вырабатывается более 20 тыс. различных видов товарной продукции. Важнейшей задачей является повышение уровня полезного использования заготавливаемой древесины. По Российской Федерации в настоящее время вырабатывается товарной продукции на 1 м³ заготовленной древесины в 2-3 раза меньше, чем в индустриально развитых странах.

Об эффективности использования древесного сырья того или иного государства свидетельствует производство бумаги и картона. Согласно данным Н.А. Моисеева и А.Э. Клейнкофа (1988), в бывшем СССР (в основном на территории Российской Федерации) вырабатывалось бумаги и картона в год 9,6 млн т, в Западной Европе (без СССР) – 55,4, в США – 76,6 млн. По данным этих же авторов, а также Т.С. Лобовикова (1990), этой продукции на душу населения в бывшем СССР вырабатывалось 36, в США — 294, в странах Западной Европы – 107 кг.

Индустриально развитые страны, видя в древесном сырье источник благополучия народа, ведут хозяйство на эффективное сырьевое использование лесов. У Канады (Волков, 1987) экспортная продукция от лесопромышленного комплекса достигала 10% от общего объема экспорта, что в 3 раза больше, чем от сельскохозяйственного производства, хотя Канада имеет высокоразвитое сельское хозяйство. К 90-м годам в Финляндии экспорт лесной продукции давал около 40% дохода, в бывшем СССР эта доля составляла 3,3-3,4% (Гуськов, 1990). В денежном выражении бывший СССР от экспорта лесной продукции получал 3 млрд дол. в год, а Финляндия – 6 (Медведев, 1990; Дрожалов, Головихин, 1990), хотя лесопокрытая площадь Финляндии всего лишь 20 млн. га.

Особенно эффективное использование лесных ресурсов налажено в Финляндии. Имея 0,5% лесов от лесопокрытой площади мира, Финляндия заготавливает 1,5% от мирового объема древесины, общий экспорт лесной продукции составляет 15%, а экспорт бумаги достигает 25% мирового экспортного объема (Дрожалов, Головихин, 1990).

Электронный архив УГЛТУ

Кроме древесины, в лесу ежегодно производится огромное количество недревесных и второстепенных ресурсов. Согласно «Справочнику лесовода» (1990) они подразделяются на следующие группы.

1. *Техническое сырье* – дубильное и красильное сырье, живица, смола, древесная зелень (хвойная лапка) для получения эфирных масел и каротиновой пасты, гуттаперча и каучук, камыш, тростник, мох, лесная подстилка и другое техническое сырье.

2. *Пищевое сырье* – дикие плоды, орехи, ягоды; овощные, пряные, ароматические продукты; грибы, натуральные соки (березовый, кленовый).

3. *Кормовые ресурсы* – сенокосы, пастбища, медоносы, веточный корм, хвоя.

4. *Лекарственное сырье* – лекарственные и витаминные растения, их части, животное лекарственное сырье (шпанские мушки, панты, змеиный яд и др.).

5. *Сырье для декоративных изделий* – декоративные наросты, шишки, плоды, семена; цветки деревьев, кустарников и лесных трав; новогодние елки, побеги багульника, ивы и других растений.

6. *Разное лесное сырье* – дички древесных и плодовых, семена древесных и кустарниковых пород.

7. *Лесная дичь и рыба* – мясо, пушнина и дичь от спортивной охоты, рыба от спортивного рыболовства.

Урожайность недревесных и второстепенных ресурсов в различных частях Российской Федерации, а также в зависимости от конкретных лесорастительных условий, структуры насаждений, погодных условий в сильной степени варьирует. Урожайность брусники составляет 50-1000 кг/га в год, черники – 30-400, клюквы – 150-1000, смородины – 100-350, малины – 100-1000 и др. До 50-300 кг/га в год формируется грибов. Гектар березового древостоя может дать до 45 т березового сока; в лучшие урожайные годы кедр сибирский в древостоях высоких классов бонитета может производить до 1500 кг/га «орехов». По данным Н. М. Прилепо (1987, 1988), на 1 т древесины в лесу производится 1 т недревесных и второстепенных ресурсов.

Электронный архив УГЛТУ

По данным Г.И. Воробьева (1982), в Государственном лесном фонде бывшего СССР только площади клюквенников составляли 1,5 млн га, брусничников – 1,1 млн га, черничников – 500 тыс. га и т.д., а всего дикорастущими ягодниками занято 5,5 млн га. Поскольку 95% лесов от бывшего СССР сосредоточено в Российской Федерации, то и приведенные показатели в основном относятся к российским лесам. По оценке В.Г. Нестерова (1961), общая ежегодная урожайность плодов, ягод, грибов в лесах бывшего СССР достигает 150 млн т.

Уровень использования недревесных и второстепенных ресурсов в нашей стране невелик. Ежегодный сбор дикорастущих плодов и ягод составляет лишь 3-5% от биологического урожая (Коновалов, 1974). Естественно, перед лесоводами стоит задача как повышения урожайности ресурсов, так и уровня их использования.

Отечественные экономисты подсчитали, что пользование недревесными, второстепенными и невесомыми (экологические и социальные функции) ресурсами леса в 2-4 раза по стоимости превышает пользование древесиной.

Экологические функции леса. Согласно В.И. Таранкову (1988), В.Ф. Цветкову (2000) и др. экологический блок функций леса включает следующие из них: *климатообразующие* – терморегулирующую, осадкоаккумулирующую – повышение количества осадков, ветрогасящую и др.; *почвообразующие* – противозерозионную, противодефляционную, аккумуляционную (перехват из воздуха и водных потоков различных веществ), почвомелиоративную (повышение плодородия почв); *гидрологические* – водоохранную, водорегулирующую, берегозащитную, гидромелиоративную (разболачивание, например); *биотообразующие* – формирование фито-, зоо- и микробиоценозов.

Следует, видимо, добавить группу специфических экологических функций леса, проявляемых в горах, – противоселевую, противолавинную и противооползневую.

По всем перечисленным функциям вектор влияния леса на процессы направлен в сторону оптимизации. Условия среды в лесу всегда для человека более комфортны, чем на открытом месте. Это проявляется как за счет климатических факторов и режима увлажнения, так и очищения воздуха от различных примесей и вредных газов путем их

механической фильтрации и биологической аккумуляции. Каждый гектар леса поглощает за год из воздуха 50-70 т пыли (Лесная энциклопедия, 1985). Если на территории промпредприятий в воздухе может быть пыли более $1,5 \text{ г/м}^3$ (Курамшин, 1988), то в лесу воздух практически чист от нее (Григорьева, 1987; Курамшин, 1988). Без заметного ущерба для состояния роста лес поглощает сернистого газа 400 кг/га в год, хлоридов – 100, фторидов – 20-25 кг, выбрасываемых в атмосферу промышленностью (Илькун, 1978; цит.: по Хайретдинову, 1990).

В целом по глубине воздействия на окружающую природную среду 1 га леса равноценен 3-4 га степей, 6-7 – моря, 23-25 га пустынь и полупустынь (Синицын и др., 1980).

В лесу эрозионные процессы практически не идут. На обезлесенных же пространствах они имеют большое распространение, выводя почвы из хозяйственного оборота или снижая их продуктивность. Особенно активно эти процессы идут в результате массивов сплошных рубок в горных условиях и на слабоустойчивых почвах.

Лес осуществляет гигантскую работу по очистке вод, переводя поверхностный сток во внутрипочвенный. Н.П. Поликарпов и др. (1986) считают, что до 80-90% всего объема пресной воды на Земле проходят через лесные экосистемы. Если исходить из стоимости очистки воды в Байкале современными техническими средствами, то это будет в 20-25 раз больше стоимости всего золота, добытого за период существования человечества.

При наметившихся направлениях технического прогресса в человеческом обществе наиболее дефицитным природным ресурсом стала пресная вода (Мамаев, 1980), поэтому водоохранно-защитные функции леса будут постоянно возрастать.

Социальные функции леса. С учетом предложений В.И. Таранкова (1988) к социальным функциям относятся: санитарно-гигиеническая, бактерицидная, демпферная (противошумная), эстетическая, психотерапевтическая, рекреационная, мемориальная, научная. Воздух в лесу, особенно в хвойном, практически стерилен. Микрофлора уничтожается фитонцидами, выделяемыми древесными растениями в воздух (Мелехов, 1977; Пряхин, Николаенко, 1981). Воздух насыщен также ионами (заряженными ионами газов), что благоприятно отража-

ется на здоровье человека, в частности, на излечении заболеваний дыхательных путей, гипертонической болезни и др. Н.А. Моисеев (1980) приводит такие данные: концентрация ионов в воздухе леса в 2–3 раза выше, чем в морском воздухе и в 5–10 раз выше, чем в воздухе крупных городов.

Лес регулирует содержание кислорода и углекислого газа в воздухе в сторону оптимизации, что происходит за счет процессов фотосинтеза. Например, 1 га 40-летнего ельника за 1 год в результате фотосинтеза усваивает 14 т углекислого газа и выделяет 10,9 т кислорода (Моисеев, 1980). Причем, если интенсивность поглощения углекислого газа елью принять за 100%, то этот показатель для лиственницы составляет 118%, сосны обыкновенной – 164, липы – 254, дуба обыкновенного – 450% (Григорьева, 1987).

Важная функция леса демпферная, проявляемая вблизи мощных источников шума (автомобильных и железных дорог, крупных заводов и т. п.). В силу акустического сопротивления лесной полог до 74% шумовой энергии рассеивает, а остальную поглощает (Леушин, 1959). Особенно велико значение зеленых насаждений на территории промышленных городов.

Экологические и социальные функции леса обуславливают его рекреационные свойства. В любое время года лес обеспечивает комфортность для отдыха людей. Подсчитано, что не менее 40% населения крупных городов в выходные и праздничные дни выезжает за город, в лес (Прокопьев, 1990). Привлекает людей в лес, как пишет С.О. Григорьева (1987), чистота воздуха, мягкость лесного освещения, разнообразие и оригинальность форм, архитектоники и очертаний деревьев, своеобразие лесного колорита, перемен их, разнообразие звуков лесной среды.

Безусловно, отдельные лесные массивы и участки леса имеют отличные между собой рекреационные свойства и неодинаковую устойчивость к рекреационным нагрузкам, что следует учитывать при организации отдыха людей в лесу. Оценивая суммарное воздействие окружающей природной среды на здоровье человека по балльной системе, Б. Керестеши (1988) считает, что 1 га поля имеет всего лишь 2 балла,

Электронный архив УГЛТУ

хороший ухоженный парк – 8,5, высокопроизводительное 3-ярусное лесное насаждение – 17,7 балла.

Прошедший в 1985 г. в г. Мехико IX Мировой лесной конгресс признал, что экологические и социальные функции лесов не менее важны для человечества, чем сырьевые. Следующий X Мировой лесной конгресс (г. Париж) уже констатировал приоритет этих функций по отношению к сырьевым.

Если в доиндустриальный период человечества парадигма лесопользования заключалась в рамках лесных угодий, в индустриальный период она предполагала максимальное получение древесины, то теперь, бесспорно, парадигма заключается исключительно в экологическом направлении.

Таким образом, исходя из состояния лесов, понимания их роли на Земле и концептуальных положений Лесного кодекса РФ (2007) на 1-м месте по значению функций стоит блок экологический, затем социальный и только потом сырьевой (в основном пользование древесиной).

Контрольные вопросы

1. Что понимается под природой леса?
2. Какие задачи решает лесоведение?
3. Отвечает ли лесоведение критериям статуса науки?
4. Является ли лесоведение самостоятельной наукой?
5. На каких смежных науках базируется лесоведение?
6. Какие науки базируются на лесоведении как науке?
7. Суть взаимоотношения наук: лесоведения и лесоводства.
8. Какие формируются зонально-географические типы лесоведения?
9. Основные направления таежного и горного лесоведения как науки.
10. Сравнительная краткая характеристика лесов мира, РФ, Урала, Свердловской области.
11. В чем проявляются положительные функции леса?
12. Действующая парадигма лесопользования и в чем ее суть.

2. ЛЕС КАК ПРИРОДНОЕ ЯВЛЕНИЕ

2.1. Понятие о лесе

Лесом не могут быть одно дерево или даже значительная группа деревьев, например, деревья на приусадебных или садовых участках, в озеленительных посадках городов и др. Для леса характерно наличие *множества* деревьев, расположенных на каких-либо *территориях земной поверхности и представляющих собой ландшафты* или их *части*. Минимальный размер таких участков не определен. С.В. Белов (1976) считает, что размер участка леса должен быть не менее 50x50 м (0,25 га). В этом случае уже в середине участка (10x10 м по автору) образуется типично лесная среда, а дополнительное боковое освещение не распространяется далее однократной высоты древостоев (например 20 м). А.С. Тихонов и Н.М. Набатов (1995) за лес принимают участок размером не менее 1 га.

Яблоневый сад даже с огромным множеством деревьев, но с редким их стоянием, не может быть лесом. Для леса характерно достаточно *плотное расположение* деревьев, при котором они в силу потребления элементов жизни (питательных элементов, влаги, света) и в борьбе за них *влияют друг на друга* как в надземной, так и в подземной (через корневые системы) частях. Это происходит, когда деревья соприкасаются кронами и корневыми системами. В этом случае деревья находятся в *конкурентных взаимоотношениях*.

Кроме деревьев, в сложении леса участвуют кустарники, травяно-кустарничковая растительность, мхи, лишайники, микрофлора, различные живые организмы (звери, птицы, насекомые, черви, нематоды и др.). В качестве составляющих леса входят почва и материнская порода. Таким образом, лес представляет собой *многокомпонентное образование*. Все его компоненты находятся между собой во *взаимосвязях* и во *взаимном влиянии*, в том числе и конкурентных, об-

Электронный архив УГЛТУ

разуя некую *сложную систему*, в которой изменение одного или нескольких компонентов вызывает изменение других компонентов. Для леса присущ свой микроклимат, отличный от микроклимата открытых пространств.

В естественных условиях без экстремальных воздействий, когда могут возникнуть необратимые разрушительные процессы, лес существует бесконечно долго, что обусловлено *самовозобновляемостью* всех компонентов системы, ее *устойчивостью* (гомеостазом) и *саморегуляцией*.

Лес как система *постоянно функционирует*, что проявляется в процессах дыхания, фотосинтеза, транспирации, поглощения элементов пищи, образования органического вещества, отмирания различных растительных организмов или их частей и живых организмов, разложения опавшей органики, т. е. в системе идет постоянный *поток вещества и энергии*. За счет этого, а также за счет образования специфической биофизической среды лес оказывает *влияние на окружающую среду*. Вектор влияния всегда положительный.

Таким образом, суммируя все признаки и свойства леса, дают определения понятия «лес». Их много. Вот официальные определения согласно ГОСТ 18486-87 (1988): «Лес – элемент географического ландшафта, состоящий из совокупности древесных, кустарниковых, травянистых растений, животных и микроорганизмов, в своем развитии биологически взаимосвязанных, влияющих друг на друга и на внешнюю среду». Однако в этом понятии указывается только блок биологических компонентов, что недостаточно, поскольку в понятие «лес» входят и абиотические компоненты. В «Основах лесного законодательства...» (1993) расширено число компонентов леса за счет выражения «...и других компонентов окружающей среды».

Международной организацией ФАО под лесом понимается «экосистема, в которой ведущим продуцентом является древесная растительность высотой более 3 м и сомкнутостью полога более 20%».

В Лесном кодексе (2007) «лес» понимается как экологическая система или как природный ресурс.

Авторский вариант понятия «лес» следующий: «Лес — это совокупность биологических (деревья, кустарники, живой напочвенный покров, животные, микроорганизмы и др.) и абиотических (почва, материнская порода, атмосферный воздух) компонентов на определенном участке земной поверхности, представляющая собой развивающуюся и саморегулирующуюся экологическую систему, в которой все компоненты в силу тесной взаимной зависимости влияют друг на друга, создают специфическую среду как внутри себя, так и на прилегающих пространствах».

2.2. Лесообразовательный процесс и его факторы

Естественный лес как самовозобновляющаяся и саморегулирующаяся экологическая система на одном и том же участке земной поверхности может существовать вечно. Все организмы отмирают и появляются вновь. Период их жизни от нескольких часов (микроорганизмы) до сотен лет (древесные растения). Основным компонентом, определяющим ход и интенсивность формирования и развития леса как системы, является древесная растительность, ее деревья. Появившись в лесу, молодые растения древесных пород проходят ростовые, качественные, возрастные стадии, трансформируются в деревья, а затем по старости отмирают или отпадают по иным причинам. На их месте появляется новое поколение древесных пород. Таким образом, процесс отторжения деревьев, появления новых поколений, формирования древостоев и сопутствующих компонентов идет бесконечно. Это и есть лесообразовательный процесс.

Лесообразовательный процесс может быть ускорен и интенсифицирован, если отторжение деревьев из леса приобретает большие масштабы. Это может произойти в результате массовой гибели деревьев от пожаров, ураганного ветра, нападения вредителей, а также рубки леса. В этих случаях лесообразовательный процесс по своим этапам приобретает четкие временные очертания: отторжение деревьев, появление нового поколения древесных пород, формирование

древостоев. Человек своей хозяйственной деятельностью – рубкой леса, уходом за ним для целевого формирования древостоев, посевом и посадкой леса и др. – вносит огромные трансформации в лесообразовательный процесс. Здесь проявляется как разрушительная, так и созидательная роль человека. Однако вектор роли человека в лесообразовательном процессе на Земле (не беря во внимание положительные локальные ситуации) имеет отрицательное направление.

Наибольший вклад в теорию лесообразовательного процесса внес Б.П. Колесников. Им же впервые сформулировано и понятие об этом процессе.

Принципиально имея близкие понятия о лесообразовательном процессе, различные авторы трактуют его по-разному. По Р.М. Бабинцевой (1991): «Лесообразовательный процесс – форма существования лесных экосистем в пространстве и времени». Г.Е. Комин (1991) определяет его так: «Лесообразовательный процесс – совокупность всех этапов возникновения, становления, роста, развития, разрушения и смен лесных экосистем, выражающих эволюцию лесного покрова Земли». Ближайший соратник и сподвижник Б.П. Колесникова Е.П. Смолоногов (1995) понятие о лесообразовательном процессе формулирует следующим образом: «это процесс исторический, эволюционно направленный, интегральный, охватывающий многогранную совокупность взаимосвязанных биогеоценотических компонентов и явлений, в развитии которого экологически главным и эдификаторным компонентом является многолетняя, высокоствольная древесная растительность». Авторский вариант трактовки лесообразовательного процесса: это «постоянный процесс отпада (в результате естественного отбора, ветровала, пожаров, старости и др.) или рубки деревьев (древостоев), появления и формирования нового поколения леса естественным или искусственным путем со всеми его признаками и свойствами».

Лесообразовательный процесс Е.П. Смолоногов (1991а, 1995) подразделяет на качественно различные и последовательно следующие друг за другом этапы, периоды, фазы, стадии морфогенеза лес-

ных сообществ. Он считает, что периоды и фазы отражают морфоструктурные изменения биогеоценозов, а стадии – онтогенез каждого лесообразователя (возобновление, молодняк, жердняк, возмужание, зрелость, старение и отпад).

В.А. Розенберг (1991) классифицировал лесообразовательные процессы применительно к лесам Дальнего Востока Российской Федерации. Все разнообразие этих процессов автор подразделил на три класса: класс А – лесообразовательные процессы на первичных экотопах (новообразуемые аллювиальные и вулканические отложения и др.); класс Б – лесообразовательные процессы в стабильно существующих формациях с эволюционно выработанными циклами восстановительно-возрастных смен; класс В – лесообразовательные процессы при искусственном лесоразведении (надо полагать, что сюда входят и все случаи искусственного лесовосстановления). Каждый класс включает по 2-3 подкласса, а последние, в свою очередь, объединяют по несколько групп типов процессов.

На основе истории образования современных таежных лесов, их восстановления и изменения во времени Е.П. Смолоногов (1995) выделяет следующие основные категории (типы) лесообразовательного процесса.

1. Демутация леса после сплошных пожаров, полностью разрушающих древостой на больших площадях. Лесообразовательный процесс прерывается и трансформированный начинается вновь.

2. Демутация леса после сплошных рубок, когда древостой вырубается полностью, за исключением специально оставленных обсеменителей, случайных недорубов или участков неспелого леса, подпологового возобновления. Процесс восстановления начинается вновь, но с участием сохранившихся элементов прежних лесных насаждений.

3. Естественная возрастная динамика леса без воздействия разрушительных факторов.

4. Восстановительно-возрастная динамика при воздействии нерегулярных факторов, не полностью разрушающих древостой (например выборочные рубки).

5. Возникновение и динамика лесных насаждений в долинах рек, где лесообразовательный процесс начинается заново, его специфика связана с эволюцией структуры поймы.

6. Возникновение и динамика лесных насаждений на вулканических территориях. Лесообразовательный процесс здесь начинается вновь либо прерывается и трансформируется.

Лесообразовательный процесс протекает под влиянием многих факторов. Г.Ф. Морозов (1930 б, в) называет 4 группы факторов: биологические и экологические свойства пород, лесорастительные условия, ценоотические факторы (жизнь растений в сообществах) и антропогенный фактор (хозяйственная деятельность в лесу). Для развития и детализации группировки факторов лесообразовательного процесса Г.Ф. Морозова Д.Н. Киреев (1991) предлагает разделить их на 5 групп: радиационную (тепло, свет), атмосферно-климатическую (осадки и другие климатические факторы), субстратную (почва и другие субстраты), биогенную (совокупность растительных и живых организмов) и антропогенную (хозяйственная деятельность человека в лесу и воздействие на лес отходами производства, в частности аэропромвыбросами). Эти факторы по глубине воздействия на лесообразовательный процесс можно подразделить на макро-, мезо- и микрофакторы.

Макрофакторы – в основном это тепло и осадки, которые должны находиться на уровне не ниже определенного минимума, обуславливающего протекание лесообразовательного процесса. К мезофакторам следует отнести рельеф, мероприятия хозяйственного воздействия на лес (рубки, посадки и т. п.), а также массовое разрушение леса от пожаров, вредных насекомых, ураганного ветра, вредных аэропромвыбросов, рекреационной нагрузки. Микрофакторы – свет, температурный режим, плодородие и режим влажности почв, конкурирующее воздействие биогенных компонентов (деревьев, кустарников, травяно-кустарничковой растительности, насекомых и др.), которые проявляются непосредственно на каждом участке леса. Наиболее уязвим в лесообразовательном процессе этап появления и формирования

молодого поколения древесных пород (Луганский, Земцов, 1968; Поликарпов и др., 1986; Цветков, 2002; Обыденников, 2007 и др.). На него комплексно влияют микрофакторы. Для успешного проявления этапа микрофакторы должны быть по уровню ближе к оптимуму, в частности, густота стояния деревьев, обилие кустарников и травяно-кустарничковой растительности, состояние лесной подстилки, аэрация и увлажнение почвы и др. В группу микрофакторов следует отнести уровни требовательности древесных пород к почве, свету, влаге, конкурентоспособность между собой и к другим растительным компонентам.

В любом случае лесообразовательный процесс может протекать при наличии семян, вегетативных зачатков или в результате создания лесных культур в приемлемых лесорастительных условиях. Зная природу леса и закономерности лесообразовательного процесса, можно целенаправленно управлять комплексом хозяйственных мероприятий.

2.3. Деградация и дигрессия лесов

В противоположность лесообразовательному процессу, процессу созидательному, прогрессивному, леса подвержены деградация, ухудшению состояния и разрушению. Деградацию лесов вызывают как факторы антропогенного, так и естественного происхождения, в основном одноразового проявления. Из антропогенных причин сюда относятся: отторжение лесных земель под строительство различных объектов; сплошная рубка лесов; несплошная рубка, при которой ухудшается лесной фонд (условно-сплошная, подневольно-выборочная рубки, технически неграмотно проведенные рубки ухода и др.), применение неадекватных конкретным насаждениям способов, технологий и технических средств рубок (например агрегатных машин), малоэффективное естественное и искусственное возобновление леса; инициирование пожаров и недостаточная борьба с ними (абсолютное большинство пожаров возникает по вине человека). Естественными причинами могут быть ураганный ветер, пожары неантро-

погенного происхождения, нападение энтомовредителей, переувлажнение и заболачивание отдельных территорий, выпадение мокрого снега, засухи и др. Нападение энтомовредителей чаще провоцируется хозяйственными мероприятиями, проводимыми в лесу на низком техническом уровне.

В результате действия перечисленных факторов сокращается лесистость как планеты Земля в целом, так и отдельных ее территорий. В Российской Федерации из-за пожаров в последние годы терялось по 1 млн га лесопокрытой площади в год. Повсеместно идет массовая смена пород, когда более ценные древесные породы замещаются менее ценными. В тайге идет смена сосны и ели на березу и осину. В районах произрастания дуба его замещают сопутствующие второстепенные древесные породы (липа, ясень и др.). На Кавказе дуб и бук сменяются менее ценным грабом. В Российской Федерации уже 1/3 лесов коренных ценных пород сменилась на малоценные. На Урале смена пород проявляется еще в больших масштабах. К настоящему времени около 40% площадей хвойных лесов здесь замещены мягколиственными лесами вторичного происхождения. В результате смены пород, уменьшения плотности древостоев и других причин снижается комплексная продуктивность лесов и качество древесины. Наблюдается также захламленность лесов, что ухудшает их санитарное состояние и увеличивает вероятность лесных пожаров, ослабляется гомеостаз (устойчивость к неблагоприятным факторам). К деградации лесов следует отнести и такие явления, как сокращение эксплуатационного фонда, уменьшение видового разнообразия биоты, сдвиг северной границы лесов к югу, сокращение ареалов древесных пород, ослабление устойчивости лесов к аэропромвыбросам, вредителям и болезням, заболачивание лесных земель и др.

По данным И.А. Бежа (1989, 1990), в равнинных таежных лесах Западной Сибири, где покрыто лесом было 73,3 млн га, за XX в. локальными катастрофическими разрушениями охвачено 26% лесов, в том числе в южной подзоне 53, средней – 22 и северной – до 18%. Большая доля в деградации лесов + (14%) принадлежит пожарам, 9% –

Электронный архив УГЛТУ

рубкам, 3% – инвазиям насекомых. В Европейско-Уральской части Российской Федерации в 1945-1992 гг. сплошные рубки охватили более 50% лесопокрытой площади (Страхов, 1993), в том числе в Свердловской области этот показатель составил 54%, Пермской – 68%. По данным этого же автора, ежегодно повреждается 2-3 млн га лесов болезнями и вредителями, в результате чего теряются миллионы кубометров древесины.

Деградация лесов, продолжающаяся на отдельных территориях в течение значительного времени и вызываемая постоянно действующими факторами, суть *дигрессия*. Этими факторами могут быть рекреационные нагрузки, действие аэропромвыбросов, нефтяные загрязнения, неоднократно повторяющиеся нападения энтомовредителей на одни и те же участки леса, длительная пастьба домашнего скота на одних и тех же участках, постоянное воздействие диких животных, длительное затопление, вторичное засоление, сенокосение и др. Дигрессия идет поэтапно (постадийно), постоянно углубляясь, если действие отрицательного фактора не устранено. Схема дигрессии от рекреационных нагрузок следующая. Прежде всего реагируют на нее *крупные* млекопитающие и птицы, которые по видовому составу и по плотности заселения сокращаются, по крайней мере, более чем вдвое. Травяно-кустарничковый покров в результате вытаптывания сокращается по числу видов, их обилию, проективному покрытию, ярусности. Исчезают прежде всего лишайники, мхи, красивоцветущие виды травянистых растений. Появляются злаковые растения, как менее прихотливые. Местами протаптываются тропки и отдельные участки. Здесь же полностью разрушается лесная подстилка. Активно посещаемые озера на Южном Урале (Кисегач, Увильды и др.) на значительные расстояния от береговой линии лишены живого и мертвого напочвенных покровов, что вызывает разрушение и эрозию почвы. Это же в массовых масштабах наблюдается и вблизи крупных городов.

Постоянная рекреационная нагрузка отрицательно проявляется на состоянии почвы. Она в сильной степени уплотняется (Таран, Спи-

ридонов, 1977; Прокопьев, 1990; Чертов, 1993; и др.). В наибольшей степени это проявляется до глубины 10-15 см. Плотность увеличивается в 1,5 раза, а на тропах и полянках – в 4-10 раз. Уплотнение почвы снижает ее водно-физические свойства, ухудшает режим увлажнения, ведет к потере гумуса. Ухудшение лесорастительных условий под воздействием рекреационных нагрузок отрицательно отражается на прорастании семян и развитии всходов, естественное лесовозобновление протекает слабо или вовсе прекращается.

Дальнейшая дигрессия проявляется и на древостоях. Некоторые деревья начинают суховершинить, затем усыхают и опадают. Растущие деревья прогрессирующе сокращают приросты. Состав насаждений упрощается. Опадают породы, слабо устойчивые к рекреационным нагрузкам. К таким породам прежде всего относится ель. Лиственница, сосна и дуб более устойчивы.

Обычно дигрессию под влиянием рекреационных нагрузок подразделяют на 5 стадий (фаз). При этом I стадия характеризует насаждения без внешне заметных нарушений, а V – полное разрушение леса как экосистемы.

Активная дигрессия лесов наблюдается в условиях аэропромвыбросов. Промышленные поллютанты, в основном токсического действия, превратились в постоянно действующий фактор. Нерегулируемая неумеренная пастьба домашнего скота на одних и тех же участках леса также ведет к его дигрессии. Схема процесса дигрессии приблизительно та же, что и при рекреационных нагрузках.

Объедание насекомыми хвои деревьев влечет за собой дигрессию леса. По данным Н. П. Поликарпова и др. (1986), лиственница сибирская может перенести 2-3-кратную дефолиацию деревьев насекомыми и сохранить устойчивость насаждений, хотя и в состоянии дигрессии; сосна обыкновенная и кедр сибирский – однократную. Деревья пихты гибнут при однократной потере 50% хвои.

Разрушенные или разрушающиеся участки леса, если они не утратили способность к полному воспроизводству, восстанавливаются, однако только после прекращения отрицательно действующего

фактора. Восстановительные процессы идут долго и тяжело, поскольку разрушения носят системный характер, затрагивая все компоненты насаждения. Особенно долго (десятилетия) будут длиться восстановительные процессы после глубокой дигрессии в результате воздействия аэропромвыбросов и нефтяных загрязнений. Если в результате этих видов дигрессии разрушена и почва, как природное тело, то исходные насаждения в дальнейшем в этих условиях восстановить невозможно (Чертов, 1993). Восстановительные процессы на площадях рубок, на гарях, ветровальниках идут легче и активнее. Однако, как правило, какими бы причинами ни было вызвано разрушение леса, исходные его формы и продуктивность не восстанавливаются, т.е. любое разрушение лесов в итоге ведет к их деградации. Это положение хорошо иллюстрируется данными исследований (Козак, 1990), проведенных в горной части бассейна р. Прут (Украинские Карпаты). В результате всех разрушающих воздействий (выжигания лесов, их рубки, пастьбы скота, рекреационного воздействия, влияния аэропромвыбросов и др.), несмотря на позитивную хозяйственную деятельность в лесу, за агрикультурный исторический период к настоящему времени площадь лесов уменьшилась на 21%, коренные леса в большей своей части заместились вторичными насаждениями, их видовой состав изменился в худшую сторону, сформировались более редкие древостои. В результате общий запас фитомассы лесов сократился в 5,3 раза (с 46,3 до 8,7 млн т), инфильтрация воды почвой уменьшилась на 15%, а поверхностный сток возрос в 2,2 раза.

Таким образом, процессу деградации лесов должна быть противопоставлена эффективная система лесоводственных мероприятий.

2.4. Типы лесной растительности мира

В силу большой дифференциации климатов на Земле леса планеты весьма неоднородны. Согласно решению VI Мирового лесного конгресса (Мадрид, 1966) на Земном шаре выделено 6 типов лесной растительности (Мелехов, 1969, 1980; Нестеров, 1981; Лесная энциклопедия,

1986; и др.): хвойные леса холодной зоны, смешанные леса умеренного пояса, влажные леса теплого умеренного климата, экваториальные дождевые леса, тропические влажные лиственные леса и леса сухих областей. Типы лесной растительности представляют собой глобальные части лесов Земли, имеющие между собой кардинальные отличия. Общая их характеристика согласно упомянутым литературным источникам следующая. Ранее по близкой схеме классификации лесов мира дали описание В.З. Гулисашвили (1956), П.С. Погребняк (1963). Эти описания также учтены при изложении вопроса.

Хвойные леса холодной зоны. Эти леса приурочены к северному полушарию и огибают его по всей окружности, проходя через всю Российскую Федерацию, скандинавские страны, Канаду, США. Климат характеризуется продолжительными суровыми зимами, мощным устойчивым снежным покровом, относительно коротким нежарким летом. Породный состав лесов небольшой. Наиболее представлены сосна обыкновенная, ели сибирская и европейская, лиственницы Сукачева, сибирская, даурская и др., кедры сибирский и корейский, пихта, береза, осина, ива. На американском континенте произрастают ели белая и черная, пихта бальзамическая и другие породы. Леса холодной зоны имеют глобальное биосферное значение, и они ценны в хозяйственном отношении, поскольку в них заготавливается наиболее ценная хвойная древесина.

Смешанные леса умеренного пояса. Расположены южнее хвойных лесов холодной зоны. Они почти так же охватывают северное полушарие по кольцу, проходя через весь европейский континент, Кавказ, всю Российскую Федерацию с запада на восток, Японию, Северную Америку. Климатические условия данного лесного пояса благоприятнее, чем в зоне хвойных лесов. Зима мягче, лето теплее, вегетационный период длиннее. Это определило произрастание большего числа древесных пород. Преобладают дуб, бук, граб, липа, клен, орех, каштан. Разнообразна древесная флора Дальнего Востока. Значительное участие в лесах пояса принимают хвойные породы, те же сосна, ель, лиственница и др., а на североамериканском континенте – дугла-

сия, туя и др. Наибольшее хозяйственное значение имеют хвойные породы.

Влажные леса теплого умеренного климата. Эти леса не имеют большого распространения. Они фрагментарно встречаются на юго-западе США (во Флориде), узкой полосой простираются на северо-западе Южной Америки, занимают небольшие площади на юго-западе и юго-востоке Австралии и в юго-восточной Азии. Климат в этих регионах еще более мягкий по сравнению с климатом предыдущего типа лесной растительности. Видовой состав древесных растений достаточно разнообразен. В США произрастают виды короткохвойных и длиннохвойных сосен, болотный кипарис, на других континентах представлено большое разнообразие лиственных пород (различные виды дуба, эвкалипта и др.). Леса густые, сложные. Наибольшее хозяйственное значение имеют леса с участием в них хвойных пород.

Экваториальные дождевые леса. Произрастают по обе стороны экватора и сосредоточены в Южной Америке (вся Амазония с прилегающими территориями), Африке (вдоль Гвинейского залива, доходя до середины континента), Индонезии. Климат характеризуется обильными осадками, выпадающими в течение всего года, очень много тепла. Средняя годовая температура не менее 20°C. Вегетационный период длится весь год. Это вечнозеленые леса, они наиболее разнообразны по составу древесных пород, сложные по структуре. На 1 га встречается до 100 и более древесных пород, формируется 4–5 ярусов древесного полога. Промышленное значение имеет небольшое число древесных пород, однако часть из них характеризуется исключительно ценной древесиной.

Тропические влажные лиственные леса. Эти леса приурочены к регионам с обилием тепла. Однако осадки выпадают периодически, сезонами; влажные сезоны чередуются с сезонами засушливыми. Площади этих лесов небольшие, представлены они на всех континентах. В Северной Америке такими лесами занята небольшая территория на крайнем юго-западе, в Южной Америке они расположены в

самом центре континента, в Африке размещены в центральной части на юге континента (на юг от экватора), в Азии – в ее юго-восточной части. В силу сезонности выпадения осадков леса в основном листопадные. Именно засухи вызывают опадение листьев. Разнообразие древесных пород довольно большое. Наиболее распространено в Азии и имеет основное хозяйственное значение тиковое дерево, обладающее быстрым ростом и твердой древесиной. В Африке распространены зонтичная акация и баобаб.

Леса сухих областей. Эти леса встречаются на всех континентах, где резко выражены засушливые сезоны. Наибольшие площади их представлены в центральной части Африки, простираясь через весь континент с запада на восток, по периферии Австралии, в центральной части Индии, в Средиземноморье (Испания, Италия, Марокко, Алжир), где произрастают сосны пиния и приморская, кедры атласский и гималайский, дубы пушистый, каменный, пробковый, лавр вечнозеленый. Эти леса давно эксплуатируются, сильно расстроены, в настоящее время имеют небольшое местное значение.

2.5. Особенности лесов Российской Федерации

В Российской Федерации из 6 типов лесной растительности мира представлены в основном два: хвойные леса холодной зоны и смешанные леса умеренного пояса. С севера на юг эти два типа лесной растительности подразделяются на следующие лесорастительные (ботанико-географические, ландшафтные) зоны: лесотундровую, тайги, смешанных (хвойно-лиственных) лесов, широколиственных лесов, лесостепную, степную. Описание зон дается во многих литературных источниках (Цепляев, 1961; Мелехов, 1980; Кислова, 1986; Нестеров, 1981; Лесная энциклопедия, 1986 и др.). Все зоны расположены параллельно, ширина каждой из них от 20 до 200 км.

Лесотундровая зона занимает узкую полосу между тундрой и зоной тайги по всей Российской Федерации. В ее пределах чередуются тундровые и лесные ландшафты. Климат суровый: зима морозная,

длинная, лето прохладное, короткое. Почвы холодные, малоразвитые, сильноподзолистые. Практически повсюду распространена (кроме Кольского полуострова) вечная мерзлота. Континентальность климата возрастает с запада на восток. В западно-европейской части преобладает береза карликовая, в восточно-европейской в основном распространены ели европейская и сибирская, западно-сибирской – сибирская лиственница, таймыро-якутской – лиственница даурская, чукотской горной – лиственница даурская и кедровый стланик. Леса редкостойные, низкорослые, очень слабоустойчивые по отношению к разрушающим факторам. Леса, утратившие по тем или иным причинам свои свойства, фактически не восстанавливаются.

Зона тайги занимает широкую полосу на юг от лесотундры. Для нее характерны холодные зимы с низкими температурами, умеренное лето, частые вторжения холодных арктических масс воздуха, что вызывает поздние весенние и ранние осенние заморозки, имеет широкое распространение многолетняя мерзлота. На большей части территории наблюдается избыточное увлажнение. Зона тайги в силу различия климатических условий с севера на юг подразделяется на лесорастительные подзоны: северную, среднюю и южную. Климатические условия с севера на юг улучшаются. В северной подзоне тайги преобладают глеево-подзолистые почвы, в средней – типичные подзолистые, в южной – дерново-подзолистые. В горной части широко представлена бурая горно-лесная почва. С севера на юг возрастает продуктивность лесов.

Группа ученых (Абоимов и др., 1991) предлагает лесотундру и подзону северной тайги объединить в самостоятельную зону - зону предтундровых лесов с переводом ее в особозащитную категорию с соответствующими режимами ведения в ней хозяйства, что позволит прекратить деградацию северного форпоста лесной растительности. На Урале в отличие от других географических регионов Б.П. Колесниковым (1961, 1963) выделены в пределах зоны тайги еще 3 подзоны (т.н. подтаежные): предлесостепных сосново-березовых лесов, хвойно-широколиственных и горных южно-таежных и смешанных лесов.

Зона тайги неодинакова, и с запада на восток она дифференцируется как по климатическим условиям, так и в связи с рельефом, что обуславливает изменение лесов по составу и продуктивности. Согласно трактовке В.П. Цепляева (1961) с запада на восток располагаются следующие подразделения тайги: карельская тайга (преобладают сосновые и еловые леса), тайга европейской части Российской Федерации (преобладают еловые леса), западно-сибирская тайга (основными лесообразователями являются ель сибирская, сосна обыкновенная, лиственницы Сукачева и сибирская, кедр сибирский), енисейская тайга (преобладают в составе лесов ель сибирская, кедр сибирский, лиственница сибирская, береза, на юге – пихта сибирская), ангарская и якутская тайга, горные регионы тайги (уральская, алтайско-саянская, дальневосточная, сахалинская горная тайга, горная тайга Северо-Восточной Сибири и Камчатки).

Далее на юг от зоны тайги расположена **зона смешанных (хвойно-лиственных) лесов**. Эта зона четко проявляется в европейской части Российской Федерации, простираясь на восток клином, острие которого упирается в Южный Урал, и на Дальнем Востоке; в Сибири ее нет в силу глубокой континентальности климата. На западе и востоке Российской Федерации проявляют свое влияние соответственно Атлантический и Тихий океаны.

Климат европейской части зоны смешанных лесов умеренный, с несуровой зимой и достаточно теплым летом. Влияние поздних весенних и ранних осенних заморозков ослаблено. Доминируют подзолистые и серые лесные оподзоленные почвы. В составе лесов преобладают ель обыкновенная, сосна обыкновенная, дуб черешчатый, липа мелколистная, клены. Леса, как правило, сложные, многоярусные, высокопроизводительные. Широкое участие в сложении лесов преимущественно вторичного происхождения принимают береза и осина.

На Дальнем Востоке в зоне смешанных лесов климат мягкий, влажный. Почвы отличаются большим разнообразием (бурые, серые лесные, красноземновидные и др.). Флора древесных и кустарниковых растений очень разнообразна. На 1 га может насчитываться до 200 видов. Среди них кедр корейский, дуб монгольский, дуб пробко-

вый, липа маньчжурская, липа амурская, тис остролистный, бархат амурский, орех маньчжурский и многие другие. Насаждения сложные, высокопроизводительные.

Далее на юг от зоны смешанных лесов узкой полосой идет **зона широколиственных лесов**. Она охватывает центральные районы европейской части Российской Федерации (Брянская, Калужская, Курская, Орловская и другие области), среднее Поволжье и прерывается в предгорном районе Башкортостана. Климат и почвы благоприятны для произрастания широколиственной флоры: дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, клена остролистного, ильмовых, липы мелколистной. Затем зона широколиственных лесов небольшими площадями представлена на Дальнем Востоке, в основном в долинах бассейнов рек Уссури и среднего течения Амура и в Приморье. В составе лесов преобладают дуб монгольский, липы амурская и маньчжурская, березы черная и ребристая, ильм, ясень маньчжурский, бархат амурский. Леса сложные, по производительности очень пестрые.

Лесостепная зона полосой различной ширины простирается от западных границ Российской Федерации до предгорий Алтая, Салаирского кряжа и Кузнецкого Ала-Тау. Далее на восток лесостепь приурочена в основном к межгорным котловинам и нижним горным поясам. На территории зоны зима холодная, лето теплое. Почвы отличаются большим разнообразием, составляя диапазон от бедных серых лесных до тучных черноземов. Между Днестром и Волгой преобладают дубово-ясеневые леса, от Волги до Южного Урала – дубово-липовые. В Зауралье и Сибири представлены колки из березы и березы с осиной; в Алтайском крае расположены сосновые ленточные боры.

Степная зона. Южнее лесостепной зоны простирается степная зона полосой различной ширины от западных границ Российской Федерации до Алтая. Рельеф ровный, слегка волнистый. Преобладают плодородные почвы – различные виды черноземов и каштановые. Климат континентальный, лето жаркое при недостатке осадков. Широко представлены чилижные и ковыльные степи. В лесной растительности в основном в виде небольших лесных массивов, островков, колков встречаются сосна обыкновенная, различные виды березы,

Электронный архив УГЛТУ

осина, ивы. На территории степной зоны значительные площади занимают искусственные насаждения.

Зонально-подзональные особенности климата и производительности лесов Урала отражены в табл. 1. По крайним величинам суммы тепла лесорастительные регионы отличаются между собой в 3,6 раза (лесотундра и лесостепь), по производительности леса – в 7 раз (лесотундра и зона смешанных лесов), по среднему приросту древесины в год – в 15 раз (лесотундра и подзона предлесостепных сосново-березовых лесов). Безусловно, в показателях производительности лесов и средних приростов большую роль играет соотношение эксплуатационных (спелых и перестойных) насаждений и молодняков, отличающихся интенсивными текущими приростами.

Таблица 1

Показатели климата и производительности лесов Урала

Зона и подзона	Среднегодовая температура воздуха, °С	Сумма температур выше +10°, °С	Осадки за год, мм	Запас древесины, м ³ /га	Средний прирост на 1 га, м ³
1	2	3	4	5	6
Лесотундра	Около – 1,0	600-800	200-400	30-50	0,1-0,3
гг. Красновишерск, Ивдель					
Северная подзона тайги	Около 0	1100-1400	500-1000	162	1,6
гг. Соликамск, Серов, Новая Ляля					
Средняя подзона тайги	+0,4 ... +0,8	1400-1600	450-800	167	1,7
гг. Балезино, Березники, Нижний Тагил					
Южная подзона тайги	+1,0 ... +1,5	1700-2000	400-700	178	1,9
гг. Тугулым, Камышлов, Миасс					
Подзона предлесостепных сосново – березовых лесов	+0,5 ... +1,5	1800-2000	300-450	278	3,1

1	2	3	4	5	6
г. Нижние Серги					
Подзона хвойно – широколиственных лесов	+1,0...+2,0	1800-2000	400-500	250	2,5
гг. Куса, Юрюзань					
Подзона горных южно-таежных и смешанных лесов	+1,1...+1,6	1800-2000	400-600	190	2,3
гг. Ижевск, Чайковский, Дертюли					
Зона смешанных лесов	+2,0...+2,5	2000-2500	450-600	280	2,7
гг. Туймазы, Челябинск, Шумиха					
Лесостепь	+2,2...+2,7	2500-2700	350-450	170	1,8
гг. Южноуральск, Троицк					
Степь	+2,8	2500-3000	300-400	120	1,5

2.6. Горные леса

Леса, произрастающие в горных странах, отнесены к категории «горных». Они выполняют важнейшие экологические функции: регулируют сток воды, защищают почву от эрозии, регулируют ветровой режим, препятствуют движению сверху вниз холодных масс воздуха, предотвращают сели, снежные лавины, оползни, изменяют циркуляцию атмосферного воздуха. Влияние горных лесов крупномасштабное, оно распространяется на большие прилегающие к горным странам территории. Кроме того, в горных лесах сосредоточены значительные запасы древесины. Смысл выделения горных лесов в специальную категорию заключается в том, чтобы организовать в них и вести хозяйство с режимами, обеспечивающими сохранение и усиление полезных функций этих лесов, сохранение флоры и фауны, рациональное использование лесных ресурсов. К горным лесам относятся

Электронный архив УГЛТУ

все леса, расположенные в пределах горных систем и отдельных горных массивов с колебаниями относительных высот местности более 100 м и средним общим уклоном поверхности от подножия до вершины горных хребтов или до границы безлесных пространств более 5° , а также леса на горных плато и плоскогорьях независимо от величины уклона местности.

Горных лесов в Российской Федерации около 40% от лесопокрытой площади, на Урале – 28%. Горными странами в Российской Федерации являются Кавказ, Урал, Алтай, Саяны, Хамар-Дабан, Яблоневый хребет, Становой хребет, Сихотэ-Алинь и другие горные страны Сибири и Дальнего Востока. Каждая горная страна – это крупный и сложный природно-территориальный комплекс. Все они отличаются между собой по географическому положению, природным условиям, составу, структуре и продуктивности лесов.

Поднятие в горы влечет за собой изменение прежде всего климатических условий. На каждые 100 м поднятия в горы средняя температура снижается на $0,5-1^\circ\text{C}$, возрастает количество осадков (до определенной высоты, а затем падает), увеличивается доля прямого света в солнечной радиации, возрастает скорость ветра и частота сильных ветров. Почвенные условия от подножия гор к вершинам ухудшаются.

Дифференциация климатических и почвенных условий по склонам гор обуславливает формирование вертикальной поясности лесной растительности. Изменяются состав лесов, их продуктивность и структура. В нижних частях гор произрастают более теплолюбивые древесные породы, при поднятии в горы доминирование переходит к породам более холодостойким. Продуктивность лесов снижается от подножий к верхней границе леса. Однако в некоторых горных странах в ближайших к равнинам по климатическим и почвенным условиям поясах продуктивность лесов выше. Например, на Кавказе темнохвойные леса из пихты кавказской и ели восточной формируют запас древесины до $1500 \text{ м}^3/\text{га}$, на равнине же их запас не превышает $600 \text{ м}^3/\text{га}$. Между тем горные леса весьма хрупкие в экосистемном от-

ношении и, разрушив их, восстановить бывает трудно или даже невозможно, особенно в случаях деградации почв. Чем в более жестких климатических условиях расположена горная страна, тем меньшей устойчивостью против неблагоприятных факторов обладают леса. Особенно четко это проявляется с поднятием в горы.

Горные леса продолжают активно эксплуатироваться. Объявленный особый (щадящий) режим ведения лесного хозяйства в них пока лишь в большинстве случаев остается декларацией. На горные леса, произрастающие на склонах крутизной до 10°, распространяется режим рубок равнинных лесов, что недопустимо. Сплошные рубки в горных условиях должны быть запрещены. В них могут быть применимы лишь такие способы, технологии и технические средства рубок спелых и перестойных насаждений, которые максимально сохраняют нижние ярусы растительности, особенно подрост и почву. Недопустимо одновременное оголение больших площадей. Как считают Р.С. Зубарева и др. (1973), В.А. Челышев (2004) и др., снижение лесистости менее 50% на склонах от вершины до подножия допускать нельзя.

2.7. Географическая дифференциация экологических и хозяйственных функций леса

Любой участок леса выполняет экологические и хозяйственные функции. Однако эти функции неодинаковы в различных регионах и их частях, что зависит от географического положения местности, главных направлений хозяйственной деятельности, специфических особенностей состояния лесов и природных комплексов. К оценке экологических и хозяйственных функций лесов следует подходить дифференцированно и с учетом этого вести лесное хозяйство, направленное на ослабление негативных факторов и усиление позитивных.

На севере Российской Федерации на материк холодное влияние оказывает бассейн Северного Ледовитого океана, откуда системати-

Электронный архив УГЛТУ

чески дуют холодные ветры. Леса лесотундры и северной подзоны тайги противостоят этим ветрам, ослабляя и задерживая их, улучшают далее на юг климатические условия. Они в значительной мере регулируют водный режим великих северных рек. Кроме того, эти леса обеспечивают защитную функцию от неблагоприятных климатических факторов по отношению к населению, домашним и диким животным, особенно в зимнее время.

Наиболее многогранна роль лесов в горных условиях (что отмечено выше).

В южных засушливых регионах лес защищает сельскохозяйственные поля от дефляции, предотвращает глубокие отрицательные воздействия высоких температур и суховеев. За счет этого повышается урожайность сельскохозяйственных культур, создаются улучшенные микроклиматические условия для населения и животноводства. В условиях лесостепи и степи лес предотвращает появление и развитие оврагов, защищает почву от водной и ветровой эрозии.

По берегам рек и других водоемов лес защищает берега путем укрепления их, очищает воду от вредных примесей, регулирует объем стока в реках и его режим. На закарстованных площадях лес защищает карстовые воронки от заиления, в урбанизированных регионах – от газа, дыма, пыли, обеспечивает рекреационные функции. По берегам морей защищает сушу от морских ветров и переноса вглубь солей, вредных для человека, животных и растительности.

В эксплуатационных лесах, где ведутся массовые заготовки древесины, кроме сырьевых функций, лес выполняет мощные экологические функции, что надо учитывать при формировании и реализации технической политики, проводимой в лесу.

Особо высокая защитная роль леса проявляется на границах лесорастительных зон: тундры и лесотундры, зон смешанных и широколиственных лесов с лесостепью и степью, на верхнем пределе лесной растительности в горах и т. п.

2.8. Распределение лесов по целевому назначению

Леса Российской Федерации разнообразны не только по своей природе, но и по народнохозяйственному значению, местоположению относительно транспортных путей, населенных пунктов, перерабатывающих предприятий, по выполнению конкретных сырьевых, экологических и социальных функций. В целях дифференциации лесов по этим признакам и соответственно по применяемым в них режимам хозяйства в 1943 г. леса страны были подразделены на 3 группы.

К первой группе (I) были отнесены защитные леса с наиболее строгим, ограниченным режимом лесопользования. Общий объем заготовки древесины по всем видам пользования и способам рубок в лесах I группы не должен был превышать 70-80% от суммарного годового прироста (Сухих, Загребев, 1993).

Вторая (II) группа включала леса в районах с высокой плотностью населения и развитой сетью транспортных путей. В лесах этой группы допускалось проведение рубок всеми способами. Однако общий объем заготовки древесины не должен был превышать размера прироста на конкретной территории.

К третьей (III) группе были отнесены леса многолесных районов, имеющие преимущественно эксплуатационное значение. Объем заготовки древесины в лесах данной группы не должен был превышать текущего прироста на конкретной территории, при этом предусматривалось своевременное лесовосстановление вырубок.

Леса III группы, в свою очередь, подразделялись на освоенные и резервные. К резервным были отнесены те леса, освоение которых в течение ближайших 15-20 лет не предусматривалось из-за удаленности от транспортных путей.

Лесной кодекс (2007) подразделил леса РФ по целевому назначению на защитные, эксплуатационные и резервные леса. В свою очередь, в защитных и эксплуатационных лесах выделяются особо защитные участки леса.

Электронный архив УГЛТУ

Защитные леса подлежат освоению в целях сохранения их средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций с одновременным лесопользованием при условии, если это лесопользование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями.

Защитные леса подразделяются на четыре группы категорий защитности.

1. Леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях (леса государственных природных заказников; леса государственных природных заповедников; леса национальных парков; леса природных парков; леса памятников природы).

2. Леса, расположенные в водоохраных зонах.

3. Леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов:

- леса, расположенные в первом и втором поясах санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового назначения;

- защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов РФ;

- лесопарковые зоны;

- городские леса;

- леса, расположенные в первой, второй и третьей зонах округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов.

4. Ценные леса:

- государственные защитные лесные полосы;

- противозэрозийные леса;

- леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях, на гарях;

- леса, имеющие научное или историческое значение;

- орехопромысловые зоны;

- лесные плодовые насаждения;

- ленточные боры.

Эксплуатационные леса подлежат освоению в целях устойчивого максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продуктов их переработки с обеспечением сохранения полезных функций леса.

В эксплуатационных лесах допускаются все виды пользования лесом, предусмотренные Лесным кодексом (2007).

К **резервным лесам** относятся леса, в которых в течение ближайших двадцати лет не планируется заготовка древесины.

В защитных и эксплуатационных лесах дополнительно выделяются семь видов особо защитных участков леса:

- береговые, почвозащитные участки лесов, расположенные вдоль водных объектов, склонов оврагов;
- опушки лесов, граничащие с безлесными пространствами;
- постоянные лесосеменные участки;
- заповедные лесные участки;
- участки лесов с наличием реликтовых и эндемичных растений;
- места обитания редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных;
- другие особо защитные участки лесов.

2.9. Районирование лесов

Научно обоснованное ведение лесного хозяйства может быть обеспечено только на основе признания дифференциации лесов по их природной неоднородности, различной степени освоенности, неодинаковости параметров проводимых лесохозяйственных мероприятий по отдельным регионам. Основой для этого служит районирование лесов. Согласно трактовке «Основных положений...», (1990) районирование лесов – «это территориальное расчленение покрытых и не покрытых лесом, а также других категорий земель, предназначенных для нужд лесного хозяйства, на иерархически соподчиненные единицы разного ранга, однородные по лесорастительным условиям, экологическим, средо-

образующим свойствам, продуктивности и качественному составу лесов, по их экономическому и социальному значениям».

Районирование лесов учитывает специфические районообразующие факторы таксонов (регионов) различной иерархической соподчиненности. Наличие районирования лесов и его использование свидетельствует о более высоком техническом уровне ведения лесного хозяйства. Районирование лесов интенсивно стало разрабатываться относительно недавно, по крайней мере, лишь с довоенных лет (Мелехов, 1969). Однако первая попытка лесорастительного районирования для целей лесного хозяйства сделана еще А.А. Крюденером в 1913 г. (Остапенко, 1979).

Первоначально начали разрабатываться и использоваться для решения узких лесохозяйственных задач частные (специализированные, отраслевые) районирования. Среди них отметим следующие: *лесосеменное* – предназначено для оценки семенной продуктивности древесных пород по таксонам районирования и возможности переброски семян в интересах воспроизводства лесов; *лесокультурное*, которое содержит рекомендации по характеристике лесных культур отдельных таксонов (породного состава, типа культур, густоты их, размещения по площади и др.); *лесопожарное*, дающее представление о природных условиях пожарной опасности таксонов и содержащее рекомендации по стратегии и тактике профилактических и активных мер борьбы с лесными пожарами; *лесотаксационное*, направленное на дифференцированное применение по таксонам в целях таксации и лесоустройства различных нормативных материалов (таблиц, методов, номограмм и т. п.) и др. Частные районирования – весьма важные для лесного хозяйства технические документы, однако они позволяют реализовывать только отдельные лесохозяйственные мероприятия.

Первое всесоюзное совещание по районированию в 1977 г. констатировало, что для целей лесного хозяйства нужны три вида районирования: лесорастительное, лесоэкономическое и лесохозяйственное. Это положение нашло дальнейшее обоснование в работах Б.П. Колесникова (1960, 1963, 1969а,б), Б.Ф. Остапенко (1979),

Е.П. Смолоногова, А.М. Вегерина (1980), Н.А. Моисеева, А.В. Побединского (1986) и др. и зафиксировано в нормативном документе – «Основные положения...» (1990).

Лесорастительное районирование – расчленение лесов на части, качественно однородные внутри себя и отличающиеся от соседних по природным условиям, определяющим распространение лесобразующих пород, состав лесов, типы леса, производительность и лесовосстановительные процессы в них. Это естественно-историческая основа ведения лесного хозяйства. Лесорастительное районирование разрабатывается на основе сопряжения климатического, геологического, геоморфологического, почвенного, геоботанического и других районирований. Мелкомасштабное лесорастительное районирование для территории бывшего СССР предложено С.Ф. Курнаевым (1973). Крупномасштабные варианты районирования разработаны или разрабатываются для отдельных географических регионов. В частности, оно разработано для Урала (Колесников, 1960, 1963; Смолоногов, 1990 а,б), Тюменской (Смолоногов, Вегерин, 1980), Свердловской (Колесников и др., 1973), Пермской (Дыренков и др., 1977) областей и других регионов. В современном варианте лесорастительное районирование лесорастительной области Урал включает (Смолоногов, 1990а,б) с севера на юг 4 лесорастительные подобласти – Приполярно-уральскую, Североуральскую, Среднеуральскую и Южно-уральскую и с запада на восток 3 лесорастительных провинции, ориентированные по меридиану, – Предуральскую предгорную, Центральную горную, Зауральскую низкогорно-холмистую.

Лесоэкономическое районирование («Основные положения...» 1990) – расчленение лесов на части, сходные по экономическим условиям, главными из которых являются общее тяготение к основным потребителям древесного сырья и других ресурсов леса; уровень интенсивности лесопользования и лесного хозяйства; основные направления использования лесов и хозяйства в них. Лесоэкономическое районирование должно также учитывать наличие лесосырьевых ресурсов, их размещение по площади, виды и мощности перерабатыва-

ющих производств и их территориальное распределение и др. Это районирование дает все необходимые экономические предпосылки для лесохозяйственного районирования.

Лесохозяйственное районирование – расчленение лесов на части по различию природных и экономических условий с ясно выраженными особенностями ведения лесного хозяйства с учетом назначения лесов, наиболее полного и целесообразного их использования и воспроизводства. Оно строится на основе лесорастительного и лесоэкономического районирований путем их взаимной накладки («Основные положения...», 1990). Это районирование включает основное направление лесного хозяйства, систему лесохозяйственных мероприятий, их параметры, пути повышения продуктивности лесов и др. В лесохозяйственном районировании севера Дальнего Востока А. С. Шейнгауз (1974) анализировал, например, 51 фактор ведения лесного хозяйства, а в качестве районообразующих факторов использовал 15, среди которых состав древостоев, средний запас древесины на 1 га, средняя фактическая выборка древесины с 1 га, лесистость, доля не покрытых лесом площадей и др.

«Основными положениями...» (1990), «Правилами рубок...» (1994) Урал для организации ведения лесного хозяйства определен как лесохозяйственная область (из 19 по Российской Федерации) с тремя лесохозяйственными округами, которых в Российской Федерации 53 (табл. 2).

Лесорастительное и лесохозяйственное районирования Свердловской области показаны на рис. 1 и 2 (по Колесникову и др., 1973).

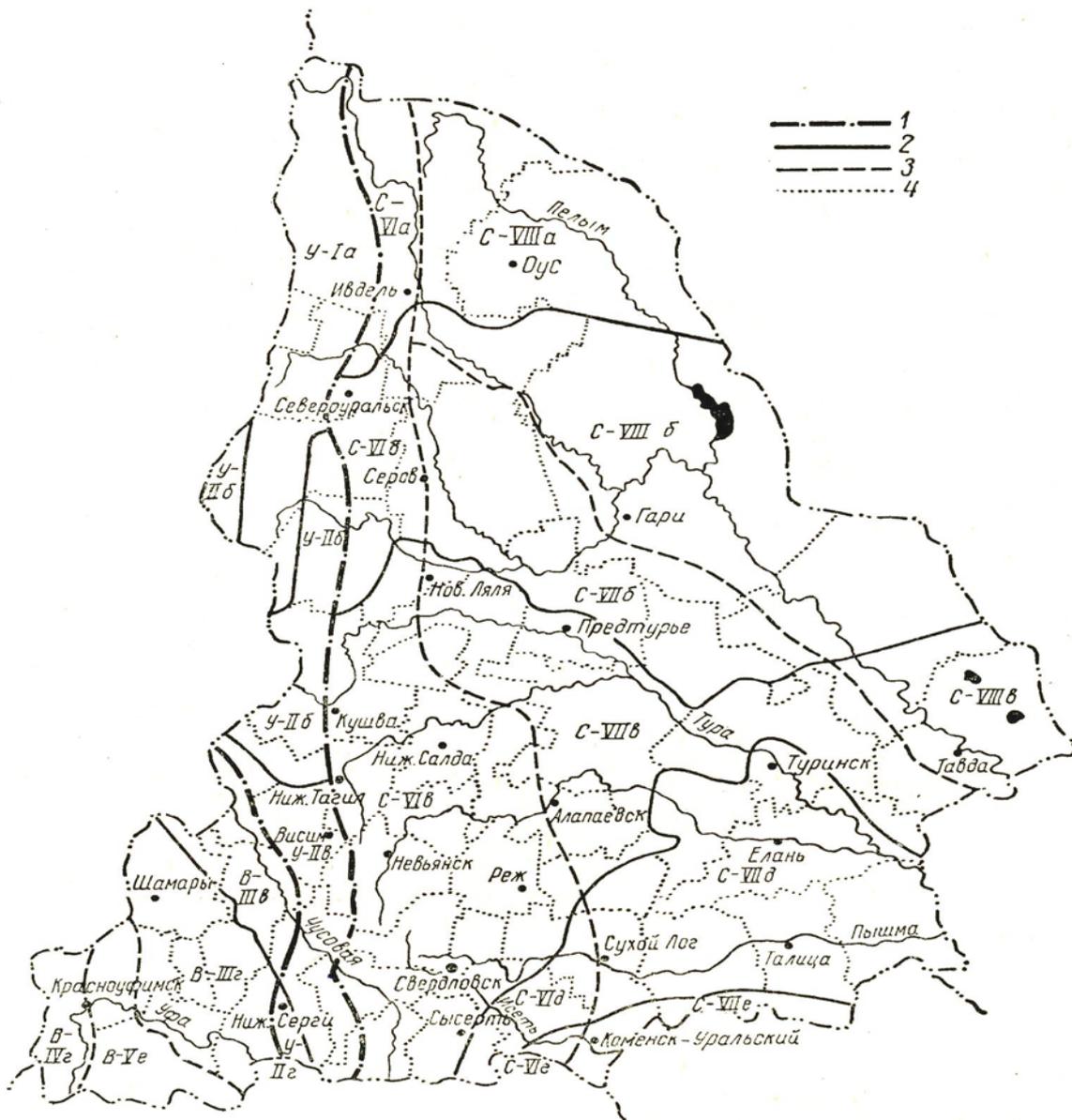


Рис. 1. Лесорастительное районирование Свердловской области

Границы: 1 – лесорастительных областей, 2 – лесорастительных подзон, 3 – лесорастительных провинций, 4 – лесхозов. Провинции: I – Североуральская среднегорная, II – Среднеуральская низкогорная, III – Предуральская предгорная, IV – провинция Уфимского плато, V – Юрюзано-сылвенская депрессия, VI – Зауральская холмисто-предгорная, VII – Зауральская равнинная, VIII – Приобская (Тоболо-Приобская) равнинно-болотная. Округа: а – северотаежный, б – среднетаежный, в – южно-таежный, г – широколиственно-хвойных лесов, д – сосново-березовых предлесостепных лесов, е – северолесостепной (колочный)

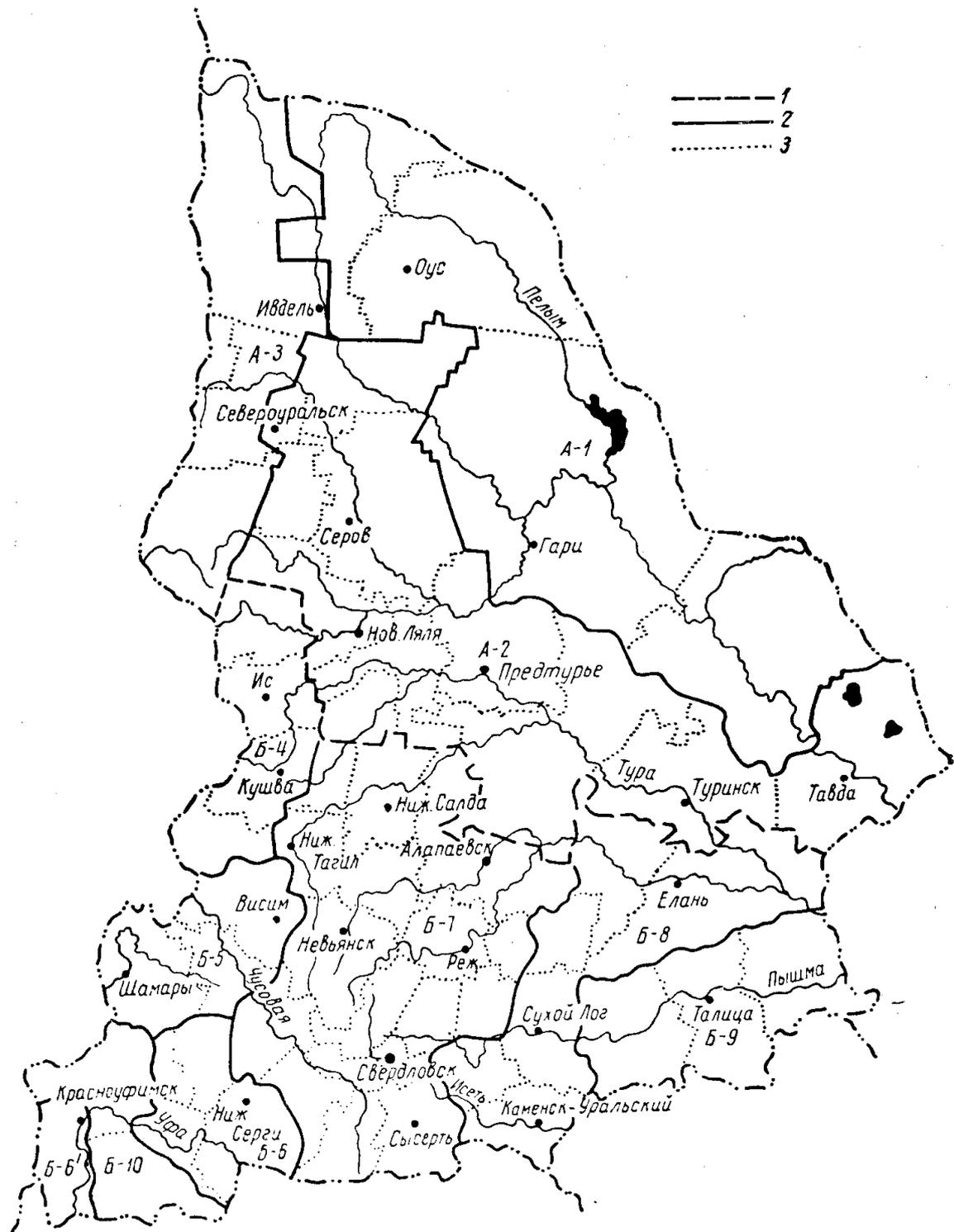


Рис. 2. Лесохозяйственное районирование Свердловской области

Границы: 1 – лесохозяйственных зон, 2 – лесохозяйственных районов;
3 – лесхозов;

Зоны: А – эксплуатационного (лесопромышленная) и Б – защитного (лесохозяйственная) направления в использовании лесов. Описание районов см. в тексте

Лесохозяйственные округа Урала

Округ	Лесорастительные таксоны	Лесистость, %	Преобладающая категория лесов	Состояние лесов	Направление хозяйства
Североуральский	Северная и средняя подзоны тайги Свердловской, Пермской и Тюменской областей	70	Эксплуатационная	Устойчивое	Эксплуатационное
Среднеуральский	Подзоны предлесостепных сосново-березовых, горнотаежных и хвойно-широколиственных лесов и зона смешанных лесов (Свердловская и Челябинская области)	40-50	То же	Лесарестроенные	Эксплуатационно-репродуктивные
Южноуральский	Лесостепная и степная зоны Челябинской, Курганской и Оренбургской областей	15-30	Защитная	Лесанеустойчивые	Репродуктивно-агролесомелиоративное

2.10. Иерархическая структура лесов

Иерархическая структура лесов (по Мелехову, 1980, схема) – это расчленение лесов на соподчиненные части (иерархические таксоны) по тем или иным районообразующим факторам. И.С. Мелехов (1980) дает следующую иерархию лесов: лес – глобальная составная часть биосферы, природно-зональные подразделения лесов, провинциальные подразделения лесов, лесной массив, лес как биоценоз (экосистема), насаждение (лесной фитоценоз), подразделения насаждения (лесного фитоценоза).

Электронный архив УГЛТУ

Далее приведем следующую иерархическую структуру лесов с трактовкой понятий отдельных таксонов (в основном по Смолоногову и Вегерину, 1980).

1. Леса мира.

2. Типы лесной растительности мира.

3. Лесорастительная страна – часть территории Земли, характеризующаяся единством важнейших свойств лесного покрова, обусловленным общностью строения мегарельефа (орография и тектоника) и положением по отношению к секторам (долготным отрезкам материка). Эта общность, или единство, определяет выбор в направлении использования лесных ресурсов, Урал представляет собой лесорастительную страну.

4. Лесорастительные зона и подзона выделяются в пределах лесорастительной страны так же, как и соответствующие единицы при физико-географическом районировании. Главнейшие критерии – соотношение тепла и влаги (термический режим, условия увлажнения), особенности атмосферной циркуляции и их изменения в зависимости от свойств подстилающей поверхности. Сходство указанных режимов и их соотношений определяет широтную зональность в распределении и структуре почвенного и растительного (лесного) покровов. Наибольшее единство, или суженный диапазон колебаний значений указанных показателей, свойственно лесорастительным подзонам.

5. Лесорастительная провинция характеризуется некоторой общностью лесорастительной среды, обусловленной прежде всего сходством тектонико-геоморфологического строения и генезисом географического ландшафта в целом. Эта единица отражает секторную (по долготе) дифференциацию лесорастительных условий и возможные азональные различия, связанные в основном с особенностями мезорельефа, определяющего свойства подстилающей поверхности и оказывающего значительное влияние на перераспределение термоэнергетических и гидрологических ресурсов территорий.

6. Лесорастительные область и подобласть – таксоны, образуемые пересечением границ зон и подзон с границами лесорастительных провинций.

Электронный архив УГЛТУ

7. Лесорастительный район (округ) – наиболее мелкая таксономическая единица лесорастительного районирования. Он обладает наибольшей геоморфологической однородностью территорий, одинаковыми показателями климата, режима погодных условий, сходством пространственной и высотной дифференциации лесорастительных условий, обеспечивающих закономерную повторяемость типологической структуры лесных массивов на однотипных формах рельефа и топоэкологических профилях.

8. Лесной массив (урочище) – достаточно крупная целостная территория леса, имеющая естественные границы (реки, озера, холмы, отдельные участки горной местности) или границы по угольям других видов (поля, луга), или условные границы, установленные по целевому назначению лесов, их тяготению к транспортным путям, пунктам потребления и т. п.

9. Лесной участок (выдел) – наиболее мелкая выделяемая в природе площадь различных категорий лесных земель (лесное насаждение, вырубка и др.).

В Лесном кодексе (2007) по лесорастительному расчленению территории лесов указываются только такие таксоны, как лесорастительная зона (части территорий, однородные по природным условиям) и лесные районы (части территории, сходные по условиям использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов). Именно для лесных районов устанавливаются правила ведения лесного хозяйства.

Контрольные вопросы

1. Признаки и свойства леса.
2. Определение леса.
3. Понятие о лесообразовательном процессе.
4. Типы лесообразовательного процесса (по Е.П. Смолоногову).
5. Факторы лесообразования.
6. Понятия «деградация» и «дигрессия» лесов и их отличие друг от друга.

Электронный архив УГЛТУ

7. Факторы, вызывающие деградацию и дигрессию лесов.
8. Виды проявления деградации лесов.
9. Стадии дигрессии лесов и их отличительные особенности.
10. Понятие о типах лесной растительности мира, их число и названия.
11. Зонально-подзональная дифференциация лесов (по Уральскому меридиану) и краткая характеристика лесорастительных таксонов.
12. Горные леса: понятие и их доля в лесопокрытой площади на территории Российской Федерации и Урала.
13. В чем теоретическое и практическое значение выделения в самостоятельную категорию горных лесов?
14. Географическая дифференциация экологических и хозяйственных функций лесов.
15. Группы и категории лесов, их краткая характеристика и связь.
16. Районирование лесов: понятие, значение для теории и практики лесоведения и лесоводства.
17. Виды частных районирований лесов.
18. Необходимые виды генерализированных районирований для лесного хозяйства.
19. Иерархическая структура лесов.

3. ЛЕС И КЛИМАТ

3.1. Влияние климата на лес

Ведущими климатическими факторами для леса являются тепло и осадки. Их количество и соотношение по Земному шару в отдельных его частях весьма различно. Именно эти факторы в основном и определяют все характеристики лесов. Безусловно, здесь проявляют свое влияние и рельеф, и почва, и локальные особенности климатов и др., но данные факторы сами являются производными термических поясов Земли. Из табл. 3 видна дифференциация тепла и продуктивности растительности по Земному шару (Родин, Базилевич, 1965; Почвоведение, 1988).

Таблица 3

Планетарные термические пояса и климатические зоны

Термический пояс	Климатическая зона	Среднегодовая температура, °С	Сумма температур выше +10°С	Фитомасса (абсолютно сухая), ц/га
Полярный	Тундра	-23...-15	400-500	50
Бореальный	Умеренно-холодная (таежная)	-4...+4	2400	1000-1300
Суббореальный	Умеренно-теплая (смешанных лесов)	+10	4000	4000
Субтропический	Субтропическая	+15	6000-8000	4100
Тропический	Тропическая	+20...+25	8000-10000	Нет данных
-	Полупустынь и пустынь	+5...+12	До 6000	43

Электронный архив УГЛТУ

Наиболее теплый тропический пояс превышает наиболее холодную тундру по сумме температур выше $+10^{\circ}$ в 20 раз, а по количеству фитомассы на 1 га эта разница достигает 82 раз. Количество осадков по климатическим областям Земного шара также варьирует в больших пределах (Почвоведение, 1988):

	Годовое количество осадков, мм
Исключительно сухие (супераридные)	10-20
Засушливые (аридные)	50-150
Умеренно сухие (семиаридные)	200-400
Влажные (гумидные)	500-800
Избыточно влажные	1500-2000
Особенно влажные (супергумидные)	3000-5000

Кроме тундры, пустынь и полупустынь, в отдельных климатических зонах в фитомассе абсолютно преобладают леса. При оптимальном сочетании тепла и влаги каждая древесная порода формирует наиболее продуктивные леса.

Из приведенных данных видно, что леса являются производной от климата. Г.Ф. Морозов этот феномен выразил афоризмом: «Лес – явление географическое».

По результатам многих исследований предполагается в ближайшие 25-50 лет потепление климата по показателю среднегодовой температуры земли на $2-3^{\circ}\text{C}$ (Веретенников, 1990; Казимиров, 1990а,б; Веневский и др., 1993; Сеннов, 2001). Н. И. Казимиров (1990а,б) расчетами показал, что если потепление произойдет, то производительность древостоев, по крайней мере в тайге, возрастет до 10%. Повышение среднегодовой температуры только на 1°C вызовет сокращение площади тундры наполовину, а на 2° – ее полное исчезновение и превращение в таежную зону.

В горах Полярного Урала и на полуострове Ямал группа ученых Урала (Шиятов и др., 2001; Шиятов, 2009) установила, что на данных территориях в летние месяцы произошло, начиная с начала 1920-х годов, резкое улучшение термических условий. Это обусловило подня-

тие верхней границы редиин, редколесий и сомкнутых лесов на 20-80 м по вертикали и до 200-800 м вдоль пологих склонов. Облесенность территорий увеличилась на 30%, а такие показатели, как сомкнутость полога, густота и производительность древостоев, увеличились в 2-5 раз.

Климат оказывает непосредственное влияние на систему мероприятий, проводимых в лесу. С учетом климатических особенностей каждого географического места назначаются возрасты рубок древостоев и организационно-технические параметры рубок. Климатические ресурсы определяют начало, продолжительность и конец вегетационных периодов. От этого, в свою очередь, зависят сроки созревания семян древесных пород, что надо учитывать с целью их своевременного сбора, сроки посадки и посева леса. Так, на юге Урала (Оренбургская область) посадку и посев ведут в апреле-мае, на севере – в мае-июне. В зависимости от климатических условий применяются способы обработки почвы под посадку и посев леса, назначаются виды, частота и интенсивность ухода за созданными лесными культурами. Особую актуальность учет климата приобретает в лесопожарной теории и практике (Мелехов, 1969, 1980; Залесов, 2006; и др.). И. С. Мелеховым составлена карта лесопожарных сезонов Земного шара и установлены лесопожарные пояса.

Таким образом, климат формирует ареалы древесных пород, границы лесов, их продуктивность, технические качества древесины, а также обуславливает техническую направленность ведения хозяйства в лесу.

3.2. Цикличность солнечной активности и влияние ее на лес

Солнечная радиация – энергетическая основа жизни на Земле, однако она неодинакова в течение времени, флюктуируя отдельными циклами различной продолжительности и амплитуды и вызывая изменения климатических факторов. Усиление или ослабление солнеч-

ной активности в летнее время непосредственно влияет на ритмику биосферы, в частности на жизнь леса. На основе изучения приростов деревьев и древостоев различными исследователями выделены наиболее часто встречающиеся циклы солнечной активности следующей продолжительности (Комин, 1978, 1991, 2009; Мелехов, 1980; и др.), лет: 2-3, 3-5, 7-8, 10-12, 16-18, 21-24 (так называемый Халловский цикл), 30-35 (Брикнеров цикл), 60, 80-90 и более. Цикличность солнечной активности, влияя на экологические факторы в лесу, воздействует на все процессы метаболизма лесных насаждений.

Достаточно подробно влияние солнечной активности на жизнь леса изучено Г.Е. Коминым (1978, 1991, 2009) в подзоне северной тайги Зауралья, в междуречье Лозьвы и Пелыма. Им установлено, что цикличность жизни свойственна всем биологическим системам и четко проявляется в лесу, что до сих пор ошибочно не учитывается в лесоведении и практическом лесоводстве. Семяношение, естественное лесовозобновление и формирование древостоев в нетронутых естественных лесах протекают циклично. Участки леса, произрастающие в лучших климатических и эдафических условиях, подвержены преобладающему влиянию более длительных солнечных циклов, а в худших – более коротких и, следовательно, чаще повторяющихся. Последнее характерно для лесотундры, высокогорий, лесостепи. По Г.Е. Комину (1978, 2009), в Зауралье наиболее часто встречаются циклы со средними периодами в 2,7; 4,6; 11,4; 31; 80 лет.

Исследованиями С.Н. Санникова и Н. С. Санниковой (1985) выявлена цикличность в плодоношении сосны обыкновенной в Припышминских борах (Зауралье). Наиболее высокие урожаи повторяются через 5-6 лет. Исследования возобновления под пологом леса сосняков на южных склонах увалов на Среднем Урале показали, что возобновление сосны протекает циклами продолжительностью 4-6 лет. В засушливый цикл подрост сосны не появляется, следующий цикл идет влажный, и тогда сосна возобновляется активно, т.е лесовозобновление протекает «волнами».

Цикличность развития лесов из-за изменения солнечной активности подтверждается в различных географических регионах и в различных лесных формациях. В частности, это установлено исследованиями в дубовых лесах Теллермановской дачи Воронежской области (Осипов, 1993), Поволжья (Николаевский, Николаевская, 1993), поймы р. Урал (Старцев, 1994). В первых двух случаях выявлены циклы продолжительностью 20 лет, в третьем – 4-6 лет. В Теллермановской даче 1952-1972 гг. характеризуются засушливыми явлениями. В этот период произошло ослабление дубрав (усыхание и отпад деревьев дуба, сокращение их приростов и др.), на них нападали энтомофаги. Период 1973-1992 гг. был достаточно влажным, и дубовые леса восстановились до исходного состояния перед засушливым периодом. Вскрыто проявление солнечной активности в жизни таежных лесов Западной Сибири (Бех, 1989), Прибайкалья (Глызин, 1994).

Как считает Г. Е. Комин (1978, 2009), знание структур и характера проявления цикличности в развитии лесов позволяет прогнозировать хозяйственные мероприятия с целью усиления или ослабления влияния природных факторов до необходимых уровней.

3.3. Лесорастительная оценка климатов

Оценка климатов с точки зрения их лесорастительных потенциалов важна для разработки и реализации стратегических задач по технической политике ведения лесного хозяйства, направленной прежде всего на повышение продуктивности лесов. Для этого предложено много методов. Рассмотрим некоторые из них (Протопопов, 1975; Мелехов, 1980; Лосицкий, Чуенков, 1980 и др.).

1. Немецкий ученый Г. Майр показал, что лес крупными массивами может произрастать, когда за 4 месяца вегетационного периода (май, июнь, июль, август) средняя температура воздуха составит более +10°C, относительная влажность воздуха – не менее 50%, количество осадков – не менее 50 мм.

Электронный архив УГЛТУ

2. Предложен гидротермический коэффициент (ГТК) С.Т. Селянинова, который определяется как

$$K = \frac{\text{Сумма осадков за вегетационный период}}{\text{Сумма температур более } +10^{\circ}\text{C за этот же период}} \times 10.$$

Оптимальные условия для жизни леса складываются при ГТК около 1. Коэффициент менее единицы свидетельствует об избытке тепла и недостатке влаги, более единицы – о недостатке тепла и избытке влаги.

3. Можно использовать радиационный индекс сухости М. И. Будыко. Этот индекс характеризуется соотношением радиационного баланса и суммы осадков (за год или вегетационный период) и выражает количество тепла, необходимого для полного их испарения. Если отношение тепла к осадкам, выраженное в скрытой теплоте испарения, равно 1, это значит, что осадков выпадает столько, сколько их может испариться при количестве тепла в данном районе. Показатель индекса 1 для леса является оптимальным. Соотношение меньше 1 свидетельствует об излишках влаги и недостатке тепла, вызывающих негативные лесорастительные последствия, больше 1 – указывает на засушливость условий и излишки тепла.

Для Свердловской области В. И. Прокаевым (1976) вычислены радиационные индексы сухости. Вот их показатели:

северная подзона тайги	0,56-0,60
средняя подзона тайги	0,60-0,75
южная подзона тайги	0,75-0,85
подзона хвойно-широколиственных лесов ...	0,90
лесостепная зона	0,90-1,30

Далее на юг испаряемость увеличивается. В пределах республики Казахстан испарение превышает количество осадков (Серова, 1981) в степной зоне в 3-7 раз, в зоне полупустынь – в 7-18 раз. Естественно, чем выше испаряемость влаги, тем более жесткими складываются лесорастительные условия.

4. Для ориентировочной оценки климатов могут быть использованы такие показатели, как среднегодовая температура воздуха, сумма активных температур более $+10^{\circ}\text{C}$, сумма температур более $+5^{\circ}\text{C}$, продолжительность вегетационного периода и др.

3.4. Роль леса в биосферных процессах

Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой обусловлены в основном деятельностью живых организмов (Лесная энциклопедия, 1985). Вверх она простирается на 10-15 км (по другим данным, например, Б.А. Быкова (1973) – до 40 км), куда воздушные течения заносят микроорганизмы, вниз – до 2-3 км вглубь земной коры или до дна самых глубоких океанических впадин. Основная же масса живых организмов (биомасса) сосредоточена в узких границах на поверхности Земли (Белов, 1976): в атмосфере на суше – 20-40 м, в земле – 1-5 м (корни растений, животные, микроорганизмы); в морях и океанах – в слое воды от нуля до 1000 м. Почти вся биомасса Земли (99%) образуется в результате фотосинтеза растений, основная ее доля (90%) сосредоточена в лесах.

Биосфера Земли согласно геохимической теории В.И. Вернадского выполняет следующие главнейшие функции (Основы..., 1964): 1) газовую – все газы биосферы (N_2 - O_2 - CO_2 - CH_4 , H_2 - NH_3 - H_2S) создаются биогенным путем и им же изменяются; 2) кислородную – кислород является следствием фотосинтеза растений; 3) окислительную, выполняемую в основном автотрофными бактериями; 4) кальциевую – образование CaCO_3 ; 5) восстановительную – создание H_2S , FeS_2 и т. п. и другие функции. Учитывая, что основная доля биомассы сосредоточена в лесах, то, следовательно, лесу принадлежит основная роль в биосферных процессах.

По данным В.В. Протопопова (1975), В.А.Алексеева (1982), Лесной энциклопедии (1985), В.Н. Таранкова (1990), В.В. Успенского (1990), С.Г. Синицына (1993) и др., в среднем на 1 т образования органического вещества лес поглощает из атмосферы 1,5-1,9 т CO_2 и

Электронный архив УГЛТУ

выделяет при этом в результате фотосинтеза до 1,4-1,5 т O_2 , т. е. лес осуществляет большую биосферную работу. В связи с этим нельзя допускать дальнейшего сокращения площади лесов, которое неумолимо продолжается.

Особенно велика биосферная роль лесов Российской Федерации в силу их большой площади и концентрации. Согласно данным С.В. Белова (1976, 1983) и др. только леса бывшего СССР (95% из них расположены на территории Российской Федерации) в год связывают CO_2 в количестве 5,5 млрд т, выделяя при этом в атмосферу 4,25 млрд т O_2 . Леса РФ депонируют (связывают) 1/3 CO_2 от общего его объема, депонируемого всеми лесами Земли.

Согласно подсчетам С.Г. Сеницына (1993) биосферную роль лесов Российской Федерации можно значительно повысить за счет проведения ряда лесохозяйственных мероприятий. Прежде всего следует облесить 100 млн га не покрытых лесом площадей, что свяжет дополнительно 170-180 млн т CO_2 . Учитывая, что у перестойных лесов фотосинтез резко ослабевает, их следует омолаживать. Таких лесов в азиатской части Российской Федерации 200 млн га. Замена перестойных лесов на молодые на этих 200 млн га свяжет дополнительно 340 млн т CO_2 в год. Далее, на лесопокрытой площади Российской Федерации 26% лесов редкостойные, 41% – низкопродуктивные. Повышение продуктивности этих насаждений дополнительно свяжет 200-250 млн т CO_2 в год. Переформирование лиственных производных лесов в хвойные на площади 65-70 млн га еще свяжет CO_2 в объеме 90-100 млн т. Таким образом, перечисленные мероприятия дополнительно свяжут только на территории Российской Федерации 900-950 млн т CO_2 в год. Реализация перечисленных мероприятий требует большого времени и огромных материальных затрат. Как считает С.Г. Сеницын (1993), поскольку леса Российской Федерации выполняют глобальную биосферную роль, инвестиции в проведение перечисленных лесохозяйственных мероприятий должны осуществлять многие страны мира эквивалентно количеству выбрасываемого ими в атмосферу CO_2 . Наибольший негативный вклад в этом смысле вносят США и некоторые западноевропейские страны.

Концентрация CO_2 и других газов в атмосфере Земли неуклонно возрастает в основном за счет промышленной деятельности. Увеличение концентрации газов в атмосфере вызывает «парниковый» эффект и, видимо, изменяет климат на Земле. По оценкам А.В. Веретенникова (1990), С. В. Веневского и др. (1993); и др., уже в начале XXI в. на Русской равнине уменьшится количество летних осадков на 10%, температура воздуха за вегетационный период увеличится на 2-3°C по сравнению с многолетними средними показателями. Это вызовет снижение продуктивности и устойчивости лесов к болезням, возрастание опасности возникновения пожаров и размножения энтомофитов.

Глобальная борьба против увеличения концентрации CO_2 и других «парниковых» газов в атмосфере весьма актуальна. Ее надо вести как техническими средствами в источниках промвыбросов, так и сохранением и усилением биосферной роли лесов.

Регулированием соотношения в атмосфере CO_2 и O_2 роль леса в биосферных процессах Земли не ограничивается. По данным В.С. Николаевского (1987, 2002), более 40% вредных аэрозолей, пыли и газов из атмосферы от их общего количества поглощает лес. Кроме того, лес в глобальном масштабе перераспределяет влагу (Рутковский, 1949; Рахманов, 1970, 1984; Молчанов, 1978; Рахманов, Оприцова, 1979; Идзон, 1980; Рубцов и др., 1990 и др.). Это проявляется в транспирации, увеличении количества осадков над лесом и за его пределами, образовании и регулировании речного стока, формировании органического вещества и др. На влагооборот Земли определенное влияние оказывает и фотосинтез леса, вызывающий потери воды.

Согласно утверждению В.С. Николаевского (1987, 2002), леса Земли в целом обеспечивают 60-82% круговорота вещества и энергии.

Биосферная нагрузка на леса Земного шара, в том числе и на леса Российской Федерации, возрастает, тогда как они неуклонно деградируют, и биосферная роль их ослабевает. Глобальная задача человечества – остановить отрицательную трансформацию лесов и направить усилия на повышение их биосферной роли.

3.5. Влияние леса на климат

Лес, играя большую роль в биосферных процессах, влияет и на климат. Это влияние осуществляется (Молчанов, 1961; Основы..., 1964; Протопопов, 1975; Лосицкий, Чуенков, 1980; и др.) как путем биологического (фотосинтез, дыхание, водообмен и обмен минеральных веществ), так и биофизического (отражение и поглощение солнечной радиации, перераспределение атмосферных осадков, изменение ветрового режима, регулирование водного баланса территорий и др.) воздействия на среду. Степень влияния леса на среду, особенно в горных странах, зависит в первую очередь (Протопопов, 1975, 1979) от лесистости территорий, пространственного размещения лесов, концентрации в них живого органического вещества.

В глобальном масштабе лес участвует в формировании *макроклимата*, что проявляется в смягчении теплового режима северного полушария Земли прежде всего за счет защиты от холодных северных ветров; в увлажнении южнее лежащих от таежных лесов засушливых регионов; в изменении направления и силы движения воздушных масс. Это влечет за собой изменение макроклиматов на больших территориях. В формировании макроклиматов главная роль принадлежит лесистости. Поэтому массовая сплошная рубка лесов, гибель их в результате пожаров, нападения вредителей, ураганных ветров и других причин ведет к увеличению притока тепла, повышению средней температуры воздуха и почвы, понижению относительной влажности воздуха.

Проявляет себя лес и в формировании *мезоклиматов*, климатов того или иного региона. Подвержены воздействию леса все климатические факторы. Кроме того, важное значение лес имеет в защите рек (в частности таежных). Массивные рубки в тайге приводят к перегреву рек, что отрицательно сказывается на породном составе рыб и их продуктивности. Более ценные породы рыб замещаются менее ценными. На мезоклиматы влияют главным образом лесистость региона и продуктивность лесов (концентрация органического вещества, по

В.В. Протопопову). Положительное влияние лесистости на мезоклимат хорошо показано результатами исследований Института леса и древесины им. В.Н. Сукачева СО РАН. Эти данные свидетельствуют о том, что в Красноярской лесостепи увеличение лесистости на каждые 10% в пределах до 50% ведет к позитивным трансформациям мезоклимата. В частности, средняя температура воздуха в теплый период года снижается на $0,2^{\circ}\text{C}$, средняя температура воды в реках также в теплый период снижается на $0,4-0,5^{\circ}\text{C}$, а средняя максимальная - даже на $0,7-0,8^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха повышается на 3%, скорость ветра в весенний период уменьшается на $0,3-0,4$ м/с, количество атмосферных осадков в среднем за год увеличивается на 13 мм, поверхностный сток от суммарного годового уменьшается на 4-5%. Улучшаются и многие другие показатели состояния среды. При увеличении лесистости более 50% позитивная роль леса в мезоклимате значительно не усиливается.

Особенно важное значение для жизни леса имеет формируемый им на каждом участке *микроклимат* (фитоклимат). Микроклимат леса отличается по всем факторам от микроклимата открытого места. На его характеристику оказывает влияние неодинаково протекающие процессы нагревания, охлаждения, увлажнения и высыхания подстилающей поверхности и прилегающего к ней воздуха. Микроклимат проявляет себя как важнейший комплекс факторов в лесорастительных свойствах каждого участка леса.

Микроклимат достаточно полно изучен по отдельным регионам, лесным формациям, типам леса, в зависимости от морфологических особенностей отдельных участков леса, хозяйственных мероприятий и т.п. (Нестеров, 1960; Молчанов, 1961, 1973; Основы ..., 1964; Протопопов, 1975; Молчанов, Губарева, 1980; Зубарева, 1981, 1986 и др.). Исследование микроклимата и влияния его на различные стороны жизни леса в разное время на Урале изучали А.П. Клинецов, Е.П. Смолоногов, Р.С. Зубарева, А.А. Шевелев, С.Н. Санников, А.С. Чиндяев, В.А. Шаргунова, Г.П. Макаренко, Н.А. Луганский, С.В. Залесов и др.

Электронный архив УГЛТУ

Прежде всего отметим изменение притока тепла и света под полог леса. В силу отражения и поглощения пологом леса солнечной радиации в лесу летом прохладнее, чем на открытом месте. Эта разница чаще составляет 2-4°C, однако в жаркие полуденные часы она может достигать 10-12°C. Зимой же в лесу на 2-4°C теплее. Соответственно температура почвы в верхнем слое летом в лесу на несколько градусов ниже по отношению к открытому месту, зимой – выше. В лесу амплитуда максимальных и минимальных температур воздуха по отношению к открытому месту имеет меньшие показатели.

В лесу медленнее тает снег. По отношению к открытому месту период снеготаяния длиннее в среднем на 1-2 недели в сосняках и на 2-3 недели – в ельниках, а в темнохвойных лесах Восточной Сибири (Протопопов, 1977) – даже на 25 дней. Более благоприятен в лесу баланс влаги каждого участка, относительная влажность воздуха выше в среднем на 4-6%, а в жаркое время летом эта разница в пользу леса может достигать 12-15% и даже более.

Ветровой режим в лесу изменяется коренным образом. Внутри лесного массива практически ветра нет.

Микроклимат как под пологом леса, так и на сплошных вырубках проявляется мозаично (Санников, 1970; Формирование..., 1977; Санников, Санникова, 1985; Бузыкин, 1991; и др.), что обусловлено неоднородностью строения и размещения всех ярусов растительности. Это надо учитывать в лесохозяйственной практике. На микроклимат леса можно воздействовать определенными рубками и другими мероприятиями. Улучшение микроклимата на отдельных участках леса способствует усилению процессов метаболизма, росту древостоев, устойчивости против вредителей и болезней, активизации лесовозобновления, плодоношения и т. п.

Контрольные вопросы

1. Какой разброс показателей суммы температур более +10°C и фитомассы растительности по термическим поясам Земли?

Электронный архив УГЛТУ

2. В чем суть понятия Г.Ф. Морозова «Лес – явление географическое»?
3. В чем главная причина потепления климата Земли?
4. Каковы последствия потепления климата Земли для жизни леса?
5. Понятие о солнечной цикличности и наиболее часто встречающиеся циклы по продолжительности.
6. Направления влияния солнечных циклов на жизнь леса.
7. Методы лесорастительной оценки климатов.
8. В чем проявляется биосферная роль леса?
9. Какие характеристики леса влияют на макро- и мезоклимат?
10. Что такое микроклимат?
11. Какие показатели (параметры) леса в основном определяют микроклимат?
12. Роль микроклимата в жизни леса.

4. МОРФОЛОГИЯ ЛЕСА

4.1. Лесоводственно-хозяйственные категории древесных пород

Древесная порода – это род и вид древесных растений. Основу леса составляют *лесообразующие* древесные породы, т.е. породы, способные в пределах своего ареала образовывать верхний ярус. Число пород может быть от одной до многих десятков (например в тропических широтах). Роль различных древесных пород-лесообразователей как с хозяйственно-экономической, так и с биолого-лесоводственной сторон неодинакова. Они отличаются по продуктивности, ценности древесины, положению в пологе, выполнению при совместном произрастании лесоводственных функций, долей участия в составе древостоев и другими свойствами и признаками.

Различные требования к древесным породам предъявляет народное хозяйство. По отдельным регионам страны приоритеты по хозяйственно-экономической ценности пород неодинаковы. Наиболее ценная древесная порода, т. е. порода, которая в данных экономических и лесорастительных условиях в наибольшей степени отвечает хозяйственным целям, называется *главной древесной породой*. Главные древесные породы на Урале представлены сосной, елью, дубом, березой, осиной, липой, кедром. В лесах эксплуатационного значения, где основная цель хозяйства получать высококачественную древесину для строительства, выработки шпал, переработки на пиломатериал, главные породы сосна и ель, для мебельного производства – дуб, получения фанерного кряжа – береза, спичечного производства – осина. Липа будет иметь приоритет при организации пчеловодства, кедр – в расчете на получение орехов. Сосна, ель, дуб – породы универсальные, они всегда имеют высокую ценность и поэтому практически повсюду в

районах их произрастания будут главными. Береза или осина будут главными только в сырьевых базах соответственно для фанерного или спичечного производств. В одном регионе главными одновременно могут быть несколько древесных пород. В рекреационных лесах все древесные породы главные, так как они все выполняют декоративные, эстетические, санитарно-гигиенические и другие функции.

В каждом конкретном регионе древесные породы, которые произрастают совместно с главными, но имеют меньшую хозяйственную и экономическую ценность, называются *второстепенными древесными породами*. Главные и второстепенные древесные породы в зависимости от спроса на их древесину могут меняться местами. Кроме того, в лесу могут произрастать породы-лесообразователи, не отвечающие хозяйственным и экономическим целям в конкретных экономических и лесорастительных условиях. Они называются *нежелательными древесными породами*. Иногда совместно с лесообразователями произрастают древесные породы, не выходя в I ярус, оставаясь во II или III ярусах, а иногда и в подлеске. Такие породы называются *сопутствующими*.

Доля участия пород-лесообразователей в древостоях варьирует от чистого варианта, когда представлена одна древесная порода, до различного соотношения пород. *Преобладающей древесной породой* является та, которая представлена в наибольшей степени или по запасу древесины от суммарного ее количества на единице площади, или по числу деревьев. Целесообразно, видимо, различать породу преобладающую и *господствующую*, которая, не являясь преобладающей, имеет ведущее влияние (экологическое, лесоводственное) на участке леса.

4.2. Горизонтальная (пространственная) структура леса

Лес не является однородным даже на относительно небольшом протяжении земной поверхности. Встречаются то сосновые, то березовые или еловые древостои, то состоящие из одной древесной поро-

ды, то из нескольких. Деревья могут быть старыми или молодыми. Отдельные участки леса могут быть приурочены к вершинам, склонам или подножиям увалов, переувлажненным местоположением и т.д. Лес подразделяется на следующие структурные единицы.

Фитоценоз лесной – совокупность древесных, кустарниковых, кустарничковых, травянистых видов растений, мхов, лишайников, приуроченных к относительно однородному участку земной поверхности, для которой характерны сложившиеся отношения между собой и с абиотической (почвенно-климатической) средой. Это могут быть фитоценозы сосновый, березовый, смешанный (состоящий из нескольких пород), молодой или спелый и т.п. Каждый фитоценоз внешне отличим и имеет границы. В нем не собран конгломерат различных видов растений, а представлена их совокупность, сообщество, в котором проявляются борьба за существование, взаимосвязи между собой и средой. Лесной фитоценоз, как компонент леса, отвечает содержанию понятия лес. Он обладает саморегуляцией и устойчивостью.

Биоценоз лесной – вся совокупность биологических видов (биота), населяющих определенный относительно однородный участок земной поверхности, со сложившимися отношениями между ними и с абиотической средой. Биоценоз, следовательно, включает как фитоценоз, так и всех животных, птиц, насекомых, микрофлору и микрофауну, т. е. это более сложное природное сообщество, чем фитоценоз. Биоценоз имеет границы, определяемые фитоценозом, и ему присущи все свойства и признаки фитоценоза. Живые организмы и микрофлора включены во взаимоотношения и взаимосвязи с фитоценозом и между собой. В биоценозе представлены все группы биологических организмов: *продуценты* (автотрофы) – зеленые фотосинтезирующие растения; *консументы* (потребители) – организмы, потребляющие готовую органическую продукцию (травоядные и хищники); *редуценты* – бактерии, грибы, простейшие, перерабатывающие отпавшие растения и погибших животных на составные части (азот, минеральные элементы, CO₂ и др.).

Биогеоценоз лесной (Основы..., 1964) – «всякий участок леса, однородный на известном протяжении по составу, структуре и свойствам слагающих его компонентов и по взаимоотношениям между ними, т. е. однородный по растительному покрову, по населяющим его животному миру и миру микроорганизмов, по поверхностной горной породе и по гидрологическим, микроклиматическим (атмосферным) и почвенным условиям и по взаимодействиям между ними, и по типу обмена веществом и энергией между его компонентами и другими явлениями природы». Понятие ввел В. Н. Сукачев. Как видно из приведенного определения, биогеоценоз охватывает не только фитоценоз, живые организмы, микрофлору, но и абиотическую среду, а также движение вещества и энергии. Естественно, биогеоценоз имеет границы (в границах фитоценоза), ему присущи все свойства и признаки леса: сложная комплексная организация, единство организмов и среды, динамическое равновесие, устойчивость и саморегуляция всех составляющих, динамичность процессов с тенденциями к устойчивости и стабильности, высокая способность к восстановлению и обновлению.

Насаждение лесное – участок леса, однородный по древесной, кустарниковой растительности и живому напочвенному покрову. Однако в него надо включать животных, птиц, насекомых, микрофлору и микрофауну, т.е. насаждение поглощает понятия фитоценоза и биоценоза. Кроме того, насаждение включает и всю абиотическую среду (почву, материнскую породу, гидрологические условия и др.). Оно имеет границы, совпадающие с границами фитоценоза и биоценоза, и все свойства и признаки леса. Таким образом, понятие «лесное насаждение» полностью соответствует понятию «лесной биогеоценоз». Это термины – синонимы. В.Н. Сукачев (1967) признал, что понятие биогеоценоз в основном соответствует понятию насаждение основоположника научного лесоведения и лесоводства Г.Ф. Морозова.

Популяция – совокупность особей определенного вида, в течение достаточно длительного времени (большого числа поколений)

населяющих определенное пространство, внутри которой осуществляется панмиксия и нет заметных изоляционных барьеров от соседних таких же совокупностей особей данного вида (Тимофеев-Ресовский и др., 1973). Короче, популяция – это совокупность особей одного вида, в частности растений, между которыми осуществляется свободное скрещивание (*панмиксия*), т.е. в ней поддерживается единый генофонд. Любой биологический вид, таким образом, существует в форме популяций.

Популяции занимают различные площади. На равнине в таежной зоне, где панмиксии не мешают какие-либо значительные барьеры, отдельная популяция может занимать десятки и даже сотни тысяч гектаров (Мамаев, Махнев, 1990). При ограничительных барьерах площади отдельных популяций снижаются до десятков гектаров. Чем на большие расстояния переносятся пыльца и семена, тем большую площадь занимает популяция. Исследованиями И.В. Петровой (1994) установлено, что в условиях Прикарпатья от стены леса в открытое пространство пыльца сосны распространяется в основной массе (40-80% от общего количества) на 50 м, однако 5% переносится до 700 м, 3% – 1 км и 0,5 – 0,7% – до 5 км. В лесных массивах в силу «механической изоляции», проявляемой пологом древостоя, расстояние разноса пыльцы в несколько раз меньше. По данным С. Н. Санникова (1976), пыльца сосны разносится на десятки и сотни километров. Однако жизнеспособность пыльцы сосны сохраняется при перелете не более чем на 75-100 км. Пыльца ели также переносится на несколько километров (Гроздов, 1952). В качестве барьеров для обмена генетическим материалом у пород-лесообразователей могут быть: островное местоположение, расположенность одной породы в различных вертикальных поясах гор, фенологическое несовпадение фаз развития у различных насаждений и групп особей (смежные участки по суходолу с теплыми почвами и в заболоченных условиях с холодными почвами, рано- и позднезапускающиеся формы дуба черешчатого и т. п.).

Границы популяций, когда нет четко видимых барьеров, размыты, визуально трудно или совсем не определяемы. Их можно устано-

вить экспериментально, например, биохимическими или генетическими методами.

Лесное насаждение в горизонтальной структуре варьирует по составу пород, густоте стояния деревьев, наличию компонентов. Поэтому следует учитывать прежде всего такие подразделения, как биогруппа, парцелла, синузия, куртина.

Биогруппа – самое мелкое подразделение в лесном насаждении. Она состоит из единственного дерева или группы деревьев одной или нескольких пород в определенной мере обособленных, а также кустарников и других жизненных формы растений (трав, мхов, лишайников). Все это, вместе взятое, находится в тесной взаимосвязанности между собой. Понятие о биогруппе ввел в 1907 г. отечественный ученый Ф.Ф. Симон.

В биогруппе наиболее четко проявляется дифференциация деревьев по росту и развитию. Биогрупповое размещение деревьев имеет лесоводственный смысл в том, что в биогруппах более активно протекают процессы формирования древостоев. В них вычлняются деревья с более высокой силой роста и большей полнодревесностью стволов по сравнению с редкостоящими или отдельно стоящими деревьями.

Наиболее характерна биогрупповая структура для молодняков (Макаренко, 1982; Усольцев, 1985; Бузыкин и др., 1985; Цветков, 1999; и др.). По данным В.Ф. Цветкова (1999), на северо-западе Российской Федерации в молодняках (и жердняках) ельников 86-92% деревьев представлены биогруппами. В Северном Казахстане (Макаренко, 1982) в сосновых молодняках этот показатель еще выше – 95-97%. С увеличением возраста насаждений границы между биогруппами приобретают менее четкие очертания, а иногда становятся визуально неразличимыми.

Парцелла (по Стадницкому и Родионову, 1996) – это «структурная часть горизонтального расчленения насаждения, охватывающего всю его толщу и выделяемая по плотности населения отдельных видов растений и особенностям среды обитания». Парцеллами в лес-

ном насаждении являются: группы деревьев осины или обособленная группа деревьев ели в ельнике, участки насаждения с различными доминантами в живом напочвенном покрове (брусничкой или черникой, или разнотравьем и т.п.), небольшие прогалины. Парцелла объединяет несколько биогрупп. Однако в отдельных случаях парцелла может совпасть с биогруппой, но чаще всего она больше по размерам и не всегда с участием деревьев.

По данным А.И. Уткина (1981), в слабонарушенных широколиственно-еловых лесах европейской части Российской Федерации обычно формируется 6-10 парцелл в однородных (коренных) насаждениях и 12-15 – в производных, причем на долю 1-2 основных парцелл приходится 60-80%. Возможно существование монопарцеллярных насаждений.

Синузия – структурная одноярусная часть фитоценоза, которая состоит из видов растений, относящихся к одной или нескольким экологически близким жизненным формам.

Куртина – часть лесного насаждения, обособленная территориально или отличающаяся внутри него какими-либо морфологическими признаками. Размер куртин до 1 га.

4.3. Компоненты лесного насаждения и их лесоводственно-хозяйственное значение

Компоненты лесного насаждения (в отличие от компонентов леса) – это все слагающие его структурные части, группы, элементы. Иначе, это вертикальная структура насаждений.

Основу насаждений, выполняя эдификаторную роль (создание фитоценотической среды и регулирующее влияние по отношению к другим компонентам), составляет совокупность деревьев – *древостой*. Древостой перераспределяет свет, тепло, влагу, проявляет большую конкуренцию по отношению к другим структурным подразделениям. Он же источник получения древесины. Некоторые древес-

ные породы дают съедобные орехи, плоды, ягоды (кедры сибирский и корейский, орехи грецкий и маньчжурский, яблони, фисташка и др.).

Древесные виды, находясь под пологом главных пород (обычно это виды теневыносливые и медленнорастущие), способствуют усилению темпов роста деревьев главных пород, ускоренному очищению их от сучьев, улучшению формы ствола. Деревья, положительно воздействующие на деревья главных пород, называются *подгоном*. Часто главные породы выступают в качестве подгона друг к другу. Например, липа к дубу, ель к сосне. Подгон может быть представлен кустарниками, особенно в молодняках. Регулирование подгона позволяет целенаправленно влиять на древостой главных пород.

Подрост – молодое поколение древесных растений в насаждениях, на вырубках и гарях, способное сформировать древостой. Как правило, состав подроста соответствует составу древесных пород в древостое. Однако отмечаются случаи, когда в подросте появляются другие породы (например, кедр сибирский при переносе семян птицей кедровкой, ель и пихта – в сосняках и т.п.). Появляется подрост в насаждении, когда древостой самоизреживается до состояния, при котором возможно произрастание подроста. Обычно это совпадает с началом плодоношения деревьев. К подросту относятся растения пород-лесообразователей высотой не более $1/2$ высоты древостоя.

Подлесок – кустарники, реже древесные породы, произрастающие под пологом леса и не способные образовать древостой в данных лесорастительных условиях. На Урале в подлеске широко представлены шиповники, жимолость, ива, малина, можжевельник, дрок, ракитник и др. В сложении подлеска участвуют деревья III величины, которые не выходят в древостой. Это рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная, некоторые виды ив. Даже некоторые древесные породы I величины, не находя для себя нужных лесорастительных условий, формируют подлесок. Например, ель на сухих каменистых местоположениях не превышает по высоте кустарник и не может сформировать древостой, на заболоченных почвах произрастает в подлес-

ке стланиковая форма пихты. Липа в условиях тайги Урала из-за недостатка тепла в насаждениях растет кустарником.

Подлесок в насаждении выполняет многогранную положительную роль: корневыми системами укрепляет почву, предотвращая эрозию, что особенно важно в горах; задерживает снег и замедляет его таяние весной; способствует переводу талых вод из поверхностного стока во внутрпочвенный и поддержанию почвы в рыхлом состоянии; улучшает почвообразовательный процесс и обогащает почву питательными элементами; накапливает в симбиозе с микоризой азот (ракитник, ольха серая, акация желтая и др.); является источником лекарственного и технического сырья, пищевых ресурсов, кормовых ресурсов для зверей и птиц, орехов, плодов и ягод; противостоит развитию травянистой растительности и задернению почвы; препятствует распространению пожаров. Однако подлесок может проявлять и отрицательную роль в насаждении. При мощном развитии он перехватывает свет, препятствует появлению и росту подроста, в большом количестве можжевельник может способствовать переходу низового пожара в верховой и др.

Живой напочвенный покров – совокупность мхов, лишайников, травянистых растений, полукустарников и кустарничков, покрывающих почву под пологом насаждений, на вырубках и гарях. В свою очередь, живой напочвенный покров может рассматриваться отдельно по группам растений: травяной покров – совокупность травянистых растений; травяно-кустарничковый покров – совокупность травянистых растений и кустарничков (брусники, черники, клюквы), соответственно мхи образуют моховой покров, лишайники – лишайниковый. Видовое разнообразие живого напочвенного покрова и его развитие определяются как плодородием условий произрастания, так и структурными особенностями насаждений. Чем лучше условия произрастания, тем более разнообразен покров и мощнее его развитие. В насаждениях лимитирующим фактором развития живого напочвенного покрова является свет. Чем его меньше, тем большую долю в составе получают теневыносливые виды. При количестве света в насаждении у поверхности почвы до 1 % по отношению к открытому

месту живой напочвенный покров отсутствует (в чистых высокополотных ельниках, например).

В силу различной требовательности к лесорастительным условиям представители живого напочвенного покрова могут служить в качестве индикаторов. Наличие лишайников, кошачьей лапки, ястребинки волосистой свидетельствует о сухости и низкой трофности почв. На почвах суховатых разрастается брусника, на влажных – черника. При ухудшении дренажа и повышении влажности в покрове начинает преобладать кукушкин лен, на заболоченных почвах - кассандра, голубика, сфагнум. Наличие осоки свидетельствует об улучшении дренажа и аэрации переувлажненных почв. На достаточно высокотрофных и дренированных почвах доминирует широколиственное разнотравье (герань лесная, чина весенняя, клевер люпиновидный и др.). На почвах еще более плодородных появляются медуница, сныть. Кипрей характерен для почв, где идет нитрификация.

На сплошных вырубках и гарях живой напочвенный покров приобретает большое развитие, в котором теневыносливые виды исчезают, уступая место светолюбивым видам. Если в насаждениях злаки находятся в подавленном состоянии, то на вырубках и гарях они разрастаются, в сильной степени задерняя почву.

Живой напочвенный покров выполняет многогранную роль: скрепляя почву корнями, защищает ее от размыва; то улучшает, то ухудшает почвообразовательный процесс; при большом развитии препятствует появлению и росту подроста; то улучшает температурный режим приземного слоя воздуха и почвы (широколиственные виды), то ухудшает его (вейник лесной, осоки); является источником пищевого, технического и лекарственного сырья, а также кормом для диких и домашних животных и птиц; будучи в растущем состоянии, препятствует распространению огня, в то же время в сухом виде представляет собой легковоспламеняющийся горючий материал.

Внеярусная растительность – кустарниковые и травянистые растения, не образующие самостоятельных ярусов или компонентов. В южных широтах это лианы, на Урале из травянистых видов – хмель, княжик сибирский и др. Особую внеярусную группу состав-

ляют эпифитные (живущие на различных частях растений) лишайники, мхи, грибы.

В отличие от живого напочвенного покрова в насаждениях имеется *мертвый напочвенный покров*. Он формируется за счет лесного опада. *Лесной опад* – ежегодно поступающая на почву отторгаемая насаждениями органическая масса (листья, хвоя, ветви, сучья, плоды, семена, кора, надземная часть живого напочвенного покрова). Опад не успевает за год перегнивать, образуя слой мертвого органического вещества, расположенного на минеральной части почвы, который находится на разных стадиях разложения. Этот слой представляет собой *лесную подстилку*.

Лесная подстилка имеет важнейшее лесоводственное значение в насаждениях. Она является основным источником органики, азота и зольных элементов для почвы и выполняет водоохранно-защитную роль: регулирует температурный режим почвы; защищает ее от заиливания, способствуя сохранению водно-физических свойств и инфильтрационной способности; препятствует поверхностному стоку воды, предотвращая эрозию почвы, что особенно важно на горных склонах; аккумулирует значительное количество воды, выпадающей в виде осадков, благодаря высокой влагоемкости; выполняет роль мульчи, снижая испарение с почвы. В лесной подстилке обитают многие представители живых организмов и микрофлоры. В отношении подроста подстилка то препятствует его появлению и росту, где она мощная, то, наоборот, способствует, выполняя защитную роль на стадии прорастания семян и роста всходов.

Наличие лесной подстилки характерно для лесов умеренных природных широт, в частности она формируется в лесах Урала. Ее мощность в подзонах средней и южной тайги в основном варьирует в пределах до 10 см. В северной подзоне тайги мощность лесной подстилки может достигать 30 см. Южнее от тайги лесная подстилка имеет меньшее развитие, поскольку в этих условиях она быстрее разлагается. В тропических лесах по причине быстрого разложения лесная подстилка не формируется.

В качестве компонента насаждений рассматривается *отпад*. Отпад – это деревья, упавшие на почву по различным причинам (оставшие в росте, по старости, подгнившие, ветровальные и т. п.). Однако Б.А. Быков (1973) и др. считают, что в отпад следует включать и сухостойные деревья, еще пребывающие на корню. Стволы или их части, которые потеряли качества свежесрубленной древесины и находятся на почве, называются *валежником*. По мнению Н.В. Дылиса (1985), отпад также следует включать в состав лесной подстилки. За жизнь одного поколения древостоя в опад и отпад уходит в несколько раз больше массы органического вещества, чем его удерживается (Основы..., 1964; Структура и динамика..., 1994).

Компонентами насаждений являются также *атмосферный воздух, корневые системы растений, почва, подстилаящая* (материнская) *порода*, вся совокупность *животных, птиц, насекомых, представителей микрофауны* (простейшие, нематоды и др.) и *микробиоты* (грибы, микробы, водоросли и др.). Роль этих компонентов в насаждениях рассматривается далее в специальных разделах.

Компоненты не всегда могут встречаться в насаждениях одновременно в полном наборе. Может не быть то подлеска, то подроста, подгона или внеярусной растительности, то нескольких компонентов сразу.

Все компоненты насаждения, расположенные над поверхностью почвы, условно составляют надземную часть. Подземная часть включает почву, корневые системы растений, подстилаящую породу, биоту почвы.

4.4. Морфология древостоев

Морфология (морфоструктура) древостоев – это совокупность признаков, характеризующих породный состав, размерность (высоту, диаметр), возраст, горизонтальную (густота, плотность) и вертикальную (положение деревьев в пологе, ярусность) дифференциацию,

производительность и др. Морфологическое описание древостоя – это его таксационно-лесоводственный «паспорт».

Состав древостоя – долевое участие древесных пород, выражаемое запасом на 1 га, суммой площадей поперечных сечений деревьев на высоте 1,3 м или их числом. Чаще всего используется показатель запаса, однако в молодняках наиболее информативен показатель соотношения числа деревьев по породам-лесообразователям, который непосредственно дает ориентиры для целенаправленного воздействия на ход формирования древостоев. Древостой *чистый*, если он образован одной древесной породой. При участии в нем нескольких пород он *смешанный*. Состав древостоя выражается формулой, в которой доля каждой породы учитывается в процентах или единицах от десяти; последняя используется наиболее широко. В случае чистого соснового древостоя формула состава будет иметь вид 100С, или 10С, елового – 100Е, или 10Е. Смешанные древостои из сосны и ели выражаются так: 50С50Е, или 5С5Е, когда породы представлены поровну; при соотношении как 70:30 – 70С30Е, или 7С3Е и т. д. Чем больше пород в составе древостоя, тем длиннее формула. Обычно числа в формуле имеют кратность 10% или 1. При участии пород в составе древостоев, не соответствующем кратному числу, доли их округляются. Например, сосна имеет долю 73%, или 7,3, а ель соответственно 27 и 2,7; в этом случае формула состава приобретает вид: 70С30Е, или 7С3Е. Однако иногда, например в научно-исследовательских целях, когда требуется более точный учет соотношения древесных пород, состав выражается без учета округлений. Чаще, если древесная порода в составе древостоя представлена долей менее 10% (или менее 1), применяется закон округления. Доля 5% и выше позволяет породе занять место в основной части формулы, в случае же меньшей доли она учитывается как единично представленная. Например, в древостое, состоящем из сосны и ели, единично (менее 5%) представлена лиственница. В этом случае формула состава будет такой: 70С30Е ед.Лц (7С3Е ед.Лц). В древостоях с незначительным участием могут быть

представлены несколько пород, тогда они указываются все, например: 7СЗЕ ед.Лц,Б,К (береза, кедр).

Древостой может сформироваться, возникнув семенным (*семенной древостой*) или вегетативным (*вегетативный древостой*) путем. Он может иметь *естественное* или *искусственное* (посадка, посев) происхождение.

Древостой состоит из «элементов леса». Элемент леса – это древостой одной породы, одного возраста, одинаково возникший и одинаково развивающийся при однородных условиях местопрорастания. Например, ель, образуя древостой из двух ярусов, составляет два элемента леса. Или в березняке деревья семенного происхождения образуют один элемент леса, вегетативного – другой. Правильнее было «элемент леса» называть «элементом древостоя», поскольку лес – это часть географического ландшафта.

Важнейшим признаком древостоев является *возраст*, который представляет собой среднее абсолютное число лет продолжительности существования слагающих его деревьев. Возраст деревьев можно определить приблизительно по внешним признакам (число мутовок, внешний вид корки, состояние и размеры крон и др.) или точно по спилам на уровне корневых шеек (если нет внутренних гнилей). *Средний возраст древостоя* определяется как средневзвешенный возраст деревьев по их доле запаса каждой возрастной группы. Для удобства учета древостоев по возрасту в хозяйственных целях он подразделяется на классы. *Класс возраста* – возрастной отрезок онтогенеза древостоя, в пределах которого признается, что он остается в хозяйственно-лесоводственном отношении относительно однородным; продолжительность класса составляет, как правило, для хвойных и твердолиственных древостоев семенного происхождения 20 лет, для мягколиственных и твердолиственных пород вегетативного происхождения – 10 лет. У долгоживущих древесных пород (кедр сибирский, например, или на севере для хвойных) класс возраста устанавливается в 40 лет, а у короткоживущих пород (например, отдельные виды ив) сокращается до 5 лет.

Древостои характеризуются *возрастной структурой*, т. е. соотношением в них групп деревьев по абсолютному возрасту. Древостои могут быть *одновозрастными*, когда деревья по возрасту не выходят за пределы одного класса, и *разновозрастными*, когда деревья по возрасту выходят за пределы класса. Однако имеются более усложненные классификации древостоев по возрастной структуре (А.С. Матвеев-Мотин, И.В. Семечкин, Г.Е. Комин, С.С. Шанин, С.С. Зябченко, И.И. Гусев и др.). С учетом мнения различных ученых можно принять такую классификацию древостоев по возрастной структуре: абсолютно одновозрастной древостой – все деревья в нем имеют одинаковый возраст (порослевое или искусственное происхождение); условно одновозрастной древостой – возраст деревьев не выходит за пределы одного класса возраста; разновозрастной древостой – амплитуда возраста деревьев превышает класс возраста. Причем в разновозрастных древостоях доля по запасу выделяемых возрастных поколений должна составлять не менее 25%.

В природе темнохвойные древостои в основном разновозрастные, светлохвойные, в частности сосна, – одновозрастные. Однако на Южном Урале (Побединский, 1972; Рябчинский, Положенцев, 1975) на сухих песчаных почвах в сосняках лишайниковых и брусничных преобладают абсолютно разновозрастные сосновые древостои, что обусловлено влиянием частых беглых низовых пожаров. В других лесорастительных условиях на Южном Урале, а также на Среднем Урале разновозрастность сосновых древостоев выражена слабо. Исследованиями Уральской ЛОС (Н.А. Луганский, Р.П. Исаева, Г.П. Макаренко) установлено, что в северной и средней подзонах тайги разновозрастные сосновые древостои занимают 3,5% от общей площади сосновых лесов III-XII классов возраста, в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов их доля повышается до 20%. В Сибири (Бузыкин, 1982; Структура и динамика..., 1994) эта доля составляет 2-15% , а в Иркутской области она достигает 24%. На Европейском Севере (Зябченко, 1984) в средней подзоне тайги эта доля не более 20%, а в северной подзоне может составлять 40%.

Электронный архив УГЛТУ

В своем росте и развитии древостой проходят возрастные этапы, представляющие собой хозяйственные периоды, характеризующиеся относительно однородными признаками и свойствами древостоев. Эти этапы следующие.

Молодняк – это сомкнувшийся хотя бы на 50% площади древостой с высотой основного элемента леса более 1,3 м. На этом этапе начинают проявляться процессы естественной дифференциации деревьев и борьбы за существование; охватывает I и II классы возраста, характеризуется быстрым ростом деревьев.

Средневозрастной древостой имеет признаки некоторого снижения прироста деревьев по высоте и увеличения его по диаметру по сравнению с молодняками, характеризуется наступлением возмужалости (семяношение и плодоношение); охватывает III и IV классы возраста (при возрасте главной рубки у хвойных пород 101, у мягколиственных и твердолиственных пород вегетативного происхождения – 51 год).

Приспевающий древостой — древостой с выраженной возмужалостью, с определившимися хозяйственно-техническими особенностями и признаками деревьев, продолжающий наращивание древесины, однако прирост по высоте и диаметру несколько снижается; охватывает V класс возраста.

Спелый древостой – древостой с замедленным ростом, дающий наибольший запас древесины главных сортиментов; охватывает VI и VII классы возраста.

Перестойный древостой – древостой с наблюдающимся приглушением прироста и увеличением дефектности древесины (заболевания, повреждения), отпад превышает прирост; охватывает VIII и старшие классы возраста.

Древостой характеризуют еще следующие признаки: *густота* древостоя – число деревьев на 1 га; *горизонтальная сомкнутость крон деревьев* – отношение сумм горизонтальных проекций крон с учетом их перекрытия к занимаемой площади (например 1 га), выраженной в десятых долях от единицы; *горизонтальная сомкнутость древесного полога* – отношение суммы площадей горизонтальных

проекций крон деревьев (без учета их перекрытия) к единице площади, выражаемой в десятых долях от единицы или в процентах. Горизонтальная сомкнутость древесного полога – иначе степень использования пространства кронами деревьев. Если в пологе нет просветов, то сомкнутость 1, или 100%, если в нем половина просветов, то соответственно показатели составят 0,5 и 50% и т. д. Горизонтальная сомкнутость крон деревьев может быть больше 1 в случае, когда кроны имеют взаимное проникновение. Следует различать еще *вертикальную сомкнутость* древостоя, что представляет собой сомкнутость друг с другом пологам одного или нескольких ярусов, составляющих древостой по вертикали. Этот вид сомкнутости ярко выражен в сложном древостое, полог которого по глубине значительно больше по отношению к простому древостою. В.В. Протопопов (1975) предложил такой признак, как *объемная сомкнутость* древостоя. Это отношение объема крон деревьев в древостое на единицу площади к объему пространства, занятого пологом этого древостоя.

Густота древостоя и сомкнутость его полога играют большую роль в процессах формирования и жизнедеятельности насаждений. В частности, горизонтальная сомкнутость полога влияет на формирование нижних ярусов растительности, ход естественного возобновления леса. Объемная сомкнутость наиболее активно проявляет себя в биофизических процессах (перераспределение тепла, осадков, ветра и других природных факторов).

В результате генетической разнокачественности отдельных деревьев и их групп, неодинаковых стартовых условий при появлении и неоднородности среды в дальнейшем борьба за существование при смыкании древесного полога обуславливает дифференциацию деревьев по росту и положению в пологе. К настоящему времени в лесоводстве известно более 150 классификаций этой дифференциации. Наиболее широко применяется классификация немецкого лесничего Крафта, предложившего ее еще в XIX в., для чистых одновозрастных древостоев. Классификация Крафта включает следующие классы и подклассы деревьев:

Электронный архив УГЛТУ

- I – деревья исключительно развитые и наилучшего роста;
- II – деревья хорошего роста и хорошего развития;
- III – умеренно развитые деревья, кроны развиты слабее, чем у деревьев I и II классов;
- IV – заглушенные, ослабленные в росте, но еще жизнедеятельные деревья:
 - IVa – деревья занимают свободные просветы в пологе;
 - IVб – деревья с кронами, расположенными ниже, частично под общим пологом;
- V – деревья под пологом насаждения:
 - Va – с еще живой кроной;
 - Vб – с отмирающей или отмершей кроной.

Первые три класса охватывают господствующие деревья, остальные два – угнетенные (заглушенные). В 50- и 70-летних сосновых древостоях на Среднем Урале (Луганский, Нагимов, 1994) наиболее крупные деревья по отношению к самым мелким деревьям имеют общую массу кроны в 308-311, а хвои – в 245-286 раз больше. В 20-летних березово-сосновых молодняках приблизительно в тех же лесорастительных условиях эта разница по массе кроны значительно меньше: по сосне – 45-120 и по березе – 40-70 раз. Уменьшение разницы в показателях у молодняков по сравнению с взрослыми древостоями обусловлено еще недостаточно глубокой дифференциацией деревьев. У березы она еще менее выражена. Исследованиями С.В. Залесова и Н.А. Луганского (1989) установлено, что доли деревьев по классам роста в сосняках на дренированных относительно плодородных почвах 31-86-летнего возраста в условиях южной подзоны тайги Урала выглядят так, %: I – 2,6-19,2; II – 5,6-24,6; III – 9,9-34,3; IV – 10,0-17,9; V – 26,6-69,6.

Следует различать *сухостой* – деревья, засохшие на корню в результате прекращения жизнедеятельности и не упавшие на почву, и *суховершинные деревья* – деревья с усохшими вершинами под влиянием неблагоприятных факторов (нарушения водного баланса дерева в засушливые периоды, сильного воздействия ветров, поражения де-

Электронный архив УГЛТУ

ревьев вредителями и болезнями, уплотнения почвы в результате вытаптывания и др.). Обычно сухостой и суховершинные деревья учитываются отдельно от сырорастущих.

Размерные характеристики древостоев дают средние показатели диаметра, высоты и запаса древесины. *Средний диаметр* древостоя (или яруса) – среднеарифметическая величина диаметров деревьев на высоте 1,3 м, составляющих древостой (или ярус). Однако, как правило, средний диаметр древостоя определяется путем деления суммы площадей сечения всех деревьев на высоте 1,3 м на их число и вычислением диаметра через среднюю площадь сечения.

Средняя высота древостоя (или яруса) – это среднеарифметическая величина высот всех деревьев. Однако измерение высот деревьев, особенно высокорослых, – дело трудоемкое, поэтому высоты измеряются у части деревьев, пропорционально представленных по ступеням толщины. По полученным показателям (например 25 замеров) строится график высот, где по горизонтальной оси откладываются диаметры замеренных деревьев, по вертикальной – их высоты. По отложенным точкам наносят выровненную кривую, а затем, зафиксировав конкретный средний диаметр данного древостоя, от него восстанавливают перпендикуляр до кривой. Отсчет в этом месте по вертикальной оси показателя высоты и будет соответствовать ее средней величине. Следует отличать, кроме средней высоты, *верхнюю высоту*, которая представляет собой среднюю высоту наиболее крупных деревьев.

Запас древесины – объем стволовой массы (м^3) на 1 га. Произрастая в различных климатических и почвенно-гидрологических условиях, древостои даже одной и той же породы формируют различный запас древесины, т. е. они имеют неодинаковую производительность. Этот признак характеризуется бонитетом.

Бонитет – производительность древостоев в конкретных условиях местопроизрастания, выражаемая средней высотой древостоя в определенном возрасте. Бонитет представлен классами. *Класс бони-*

Электронный архив УГЛТУ

мета - единица оценки производительности древостоев, определяемая по таблицам, в частности, по шкале М.М. Орлова (Тюрин и др., 1956), где дано 7 классов бонитета: Ia, I, II, III, IV, V и Va (табл. 4).

Таблица 4

Классы бонитета для древостоев семенного происхождения
(фрагмент шкалы М. М. Орлова)

Возраст древостоев, лет	Высота древостоев по классам бонитета, м						
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
10	6-5	5-4	4-3	3-2	2-4	-	-
50	24-21	20-18	17-15	14-12	11-9	8-6	5-4
100	35-31	30-27	26-24	23-20	19-16	15-13	12-9
150	39-35	34-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10
200	40-36	35-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10

Для оценки производительности древостоев вегетативного происхождения дается другая шкала. Ее отличие от приведенной в том, что по возрасту ряд древостоев замыкается 100 годами (вегетативные древостои недолговечны), в молодые годы показатели высот больше (вегетативные древостои в молодом возрасте растут быстрее семенных), а в более старшем возрасте – ниже (в вегетативных древостоях раньше снижается прирост по высоте, чем в семенных).

Приведенная шкала М.М. Орлова универсальная, хотя в силу географической дифференциации формирования лесов она в некоторых регионах искажает действительность. Поэтому имеется ряд местных шкал (например, для Архангельской области и некоторых других регионов). Число классов может быть расширено вправо, если шкала М. М. Орлова не охватит фактический набор древостоев. Классы бонитета изменяются в одном и том же древостое в зависимости от его возраста. В молодом возрасте, как правило, класс бонитета выше, чем у старшевозрастных древостоев. Класс бонитета можно поднять мелиоративными мерами: осушением заболоченных насаждений, об-

воднением в засушливых условиях, применением минеральных удобрений и др.

По данным И.С. Матюка (1983), на территории таежной зоны Российской Федерации на лесопокрытой площади доля насаждений II и выше классов бонитета составляет 7%, III класса – 20, IV-V – 55%, остальная площадь занята насаждениями ниже V класса бонитета. На Урале средние классы бонитета лесных насаждений по административным регионам следующие: II,4-II,9 – в Удмуртии, Челябинской, Курганской и Оренбургской областях, III – в Башкортостане, III,3 и III,4 – соответственно в Свердловской и Пермской областях.

Обратимся еще к так называемой *полноте* древостоев – степени занятости площади древостоев стволовой массой. *Абсолютная полнота* – сумма поперечных сечений стволов на высоте 1,3 м в м² на 1 га. *Относительная полнота* – абсолютная полнота фактического древостоя, отнесенная к показателю абсолютной полноты эталонного (нормального) древостоя, взятого из соответствующих таблиц; выражается в десятых долях от единицы. *Биологическая полнота* – максимальная полнота древостоя той или иной древесной породы в конкретных условиях местопроизрастания. Средняя относительная полнота таежных лесов Урала – 0,65-0,70. При полноте древостоев ниже 0,2 этот участок леса не считается насаждением, он представляет собою редины (кроме молодняков I и II классов возраста, участки которых еще могут находиться в стадии возобновления). Чем выше полнота, тем, естественно, больше запас древесины на единице площади.

4.5. Фитомасса и биомасса насаждений и распределение их по ярусам и компонентам

Все большее значение приобретает проблема полного использования растительных ресурсов леса. Если при экстенсивном ведении лесного хозяйства предметом хозяйственного использования является

только стволовая древесина, то при его интенсификации может утилизироваться органическое вещество древостоя почти полностью (древесина, кора, древесная зелень, пни, корневые системы деревьев). В связи с этим необходимо учитывать *фитомассу насаждений*, которая представляет собой общую массу живого органического вещества высших и низших растений на единицу площади или объема ($\text{г}/\text{м}^2$, $\text{г}/\text{м}^3$, $\text{кг}/\text{га}$, $\text{ц}/\text{га}$, $\text{м}^3/\text{га}$). Ее складывают как надземная, так и подземная части насаждений. Таким образом, общая фитомасса насаждений включает древостой, подлесок, подрост, живой напочвенный покров, корневые системы всех растений. В определенных целях может учитываться фитомасса отдельных фракций древостоев, тех или иных видов растений, их групп, сообществ. Насаждения, как известно, включают не только растения, но и живые организмы (животных, птиц, насекомых, червей, микроорганизмов и др.), которые вместе с фитомассой образуют *биомассу*, т. е. фитомасса – это часть биомассы. В насаждении присутствуют мертвые компоненты фитомассы – подстилка, опад и отпад, которые называются *мортмассой*. Однако этот компонент в фитомассе не учитывается. Биомасса определяется и исчисляется, как правило, в абсолютно сухом состоянии, поскольку использование показателей для свежей и воздушно-сухой биомассы не обеспечивает достаточной точности из-за высокого варьирования исходных данных. Фитомасса насаждения к массе живых организмов (зоомассе), включая микрофлору и микрофауну, соотносится как 99:1. Из зоомассы до 95-98% (Молчанов, 1978; Ивонин, 1988) приходится на беспозвоночных животных, из которой, в свою очередь, до 95% это доля дождевых червей.

Запасы фитомассы в лесных насаждениях в сильной степени варьируют. Это обусловлено многими причинами. В первую очередь проявляет себя климат. В тайге общее количество фитомассы составляет в абсолютно сухом состоянии 100 - 330 т/га, в тропических же условиях оно возрастает до 410, а в отдельных случаях (например в эвкалиптовых лесах) количество фитомассы на 1 га может достигать

более 1000 т (Лесная энциклопедия, 1985). На Урале (Фирсова и др., 1990б) этот показатель в ельниках 120-летнего возраста II-III классов бонитета (с небольшим участием в составе древостоев сосны, березы повислой, осины, пихты) составляет 133-172 т/га. Варьирует фитомасса также в зависимости от почвенно-гидрологических условий. В благоприятных условиях древостой достигают лучших классов бонитета, следовательно, накапливают наибольшие запасы древесины, насаждения формируются многовидовыми, сложными, многокомпонентными. Почвенная биота здесь наиболее богата по видовой насыщенности и количеству. Неодинаковые количества фитомассы формируют различные древесные породы, например, эвкалиптовое насаждение или из секвойи гигантской и фисташковое (низкорослое) насаждение. В таежной зоне хвойные насаждения имеют большее количество фитомассы, чем мягколиственные. Чем гуще и полнее древостой, тем в меньшей мере представлены в нем нижние ярусы растительности вплоть до их полного исчезновения.

Согласно многочисленным литературным данным, в которых отражено многообразие природных условий и структурных особенностей насаждений (Дылис, Носова, 1977 – по Подмосковию; Козубов, Бобкова, 1990; Зябченко, 1990 – Европейскому Северу; Луганская, Луганский, 1970; Залесов, Луганский, 1989; Фирсова и др., 1990 а,б; Мельникова и др., 1992; Луганский, Нагимов, 1994; Нагимов и др., 2009 – Уралу; Аткин, 1984; Усольцев, 1985, 1988 – Северному Казахстану; Усольцев, 1985, 1988 – Западной Сибири; Поздняков и др., 1969; Гордина, 1980 – Восточной Сибири; Поздняков, 1973 – Якутии), соотношение надземной и подземной фитомассы составляет как 70-90: 10-30%. Причем даже при большом развитии живого напочвенного покрова 2/3 в подземной фитомассе принадлежит древесным растениям и только 1/3 – растениям живого напочвенного покрова, по крайней мере, это характерно для Средней Сибири (Структура и рост..., 1993). Соотношение надземной и подземной частей фитомассы насаждений сдвинуто в сторону надземной части в молодых и перестойных насаждениях и в сторону подземной – в возрасте

спелости (для сосны – в 110-120 лет). Чем хуже лесорастительные условия, тем большую долю приобретает подземная часть.

Надземная фитомасса по компонентам насаждений (обобщенно в таежных условиях) распределяется следующим образом: 80-99% – древостой, 0-20% – живой напочвенный покров, 0-3% – подрост, 0-1,5% – подлесок. В живом напочвенном покрове иногда более 50% приходится на долю мхов. В сосняках с увлажненными почвами Карелии эта доля поднимается до 90% (Зябченко, 1984), а в Восточной Сибири в сосняке с суховатыми почвами – даже до 95% (Структура и рост ..., 1993).

В древостоях по фракциям фитомасса распределяется следующим образом (обобщенно): стволы – 90%, крона 10-30%, в том числе ветви составляют 7-20% и хвоя или листья – 3-10%. В процессе возрастного развития древостоев увеличивается доля стволов и уменьшается доля кроны и хвои (листьев). В лучших климатических и почвенно-гидрологических условиях по отношению к худшим доля стволов выше, что обеспечивает лучшее качество древесины.

Выполненными исследованиями в среднеполнотных сосновых насаждениях на сухих подзолистых песчаных почвах с живым напочвенным покровом из лишайников V-Va классов бонитета в подзоне северной тайги на территории Ханты-Мансийского автономного округа (Нагимов и др., 2009) установлено, что в 33-летнем древостое фитомасса стволов соотносится к таковой кроны как 74:26%, а в 123-летнем – 82:18%; доля хвои в кронах соответственно составляет 46 и 25%. В живом напочвенном покрове на долю лишайников приходится 82,7 – 98,4%, а остальная доля принадлежит мхам и другим видам.

Диаметр деревьев обуславливает количество их фитомассы и соотношение фракций. Чем диаметр крупнее, тем фитомасса дерева больше, а доля стволов в ней выше. Все связи между фракциями фитомассы древостоев носят криволинейный корреляционный характер. Корреляционные отношения составляют 0,60-0,98. В настоящее время таблицы по ходу роста древостоев включают не только количество стволовой фитомассы, но и других фракций древостоев.

4.6. Производительность древостоев и продуктивность насаждений

Важнейшее значение для учета лесосырьевых ресурсов, организации и ведения лесного хозяйства имеют производительность древостоев и продуктивность насаждений. Эти же показатели определяют и основные направления ведения лесного хозяйства. Необходимо, с одной стороны, получить с гектара лесной (или лесопокрытой) площади максимально возможное количество комплексной продукции леса, с другой стороны, направить лесохозяйственную деятельность на повышение продуктивности лесов. В настоящее время в основном используется понятие «продуктивность». Однако имеет смысл оставить и понятие «производительность», которое следует относить только к древостою, поскольку в большинстве случаев в таежных условиях основной интерес для лесного хозяйства остается за стволовой древесиной, а древостой является главным объектом лесохозяйственного воздействия.

Таким образом, под *производительностью древостоя* следует понимать его стволовой запас на момент учета. Очень часто понятия «древостой» и «насаждение» отождествляются, в связи с чем понятие «производительность» относится и к насаждению, что неправильно.

Продуктивность охватывает все лесные ресурсы, т. е. это понятие непосредственно относится к насаждениям. Согласно трактовке в Лесной энциклопедии (1986) *продуктивность насаждения* – это запас стволовой древесины, сучьев, ветвей, листьев (хвои) и корней древостоя обычно в возрасте спелости, а также подроста, подлеска и живого напочвенного покрова на единице площади (чаще на 1 га). Здесь же следует различать *общую продуктивность* и *продуктивность древостоя*, которая состоит из суммарного запаса растущей части в определенном возрасте и суммарного запаса отпада деревьев к этому возрасту.

Наиболее удачная терминология по продуктивности насаждений предложена группой ученых Института леса и древесины

Электронный архив УГЛТУ

им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук (Поликарпов и др., 1986). Согласно этим авторам выделяются следующие виды продуктивности.

Лесоресурсная продуктивность насаждения включает первичную древесную продукцию, недревесные ресурсы, а также (частично) вторичную биологическую продукцию. Эта продуктивность касается стволовой древесины, кроны, корней деревьев, технического и лекарственного сырья, ягод, плодов, грибов и других растительных ресурсов. Первичная продукция создается автотрофами (продуцентами). Вторичная биологическая продукция (Быков, 1973; Миркин, Розенберг, 1983) – это накопление органического вещества, создаваемого гетеротрофными организмами (гетеротрофы – организмы, для которых источником энергии служит окисление сложных органических соединений – углеводов, белков, жиров, вырабатываемых автотрофами). Лесоресурсная продуктивность выражается как в объемных (m^3), так и весовых (г, кг, ц, т) величинах.

Экологическая продуктивность насаждения – это ландшафтно- и биосферно-стабилизирующие, кислородно-продуцирующие, водоохранно-водорегулирующие и другие функции леса.

Хозяйственная продуктивность насаждения включает изымаемую из леса часть ресурсов (древесину, живицу, животных, пищевое, лекарственное и техническое сырье и др.).

Комплексная продуктивность насаждения включает лесоресурсную экологическую и хозяйственную продуктивности.

Близкое предложение к изложенному дает И. С. Мелехов (1989). Он предлагает рассматривать *древесную, биологическую, экологическую, комплексную* продуктивности. Под древесной продуктивностью он понимает прирост и накопление стволовой древесины, биологической – всю биомассу насаждения, экологической – средообразующую роль, защитные, рекреационные и другие функции леса. Комплексная продуктивность включает три предыдущих вида продуктивности.

Следует отличать еще фактические (что имеется в природе) и потенциальные производительность и продуктивность древостоев и

насаждений. *Потенциальная производительность* древостоя – возможный запас стволовой древесины на момент учета (прежде всего в возрасте спелости), сформированный при максимальном использовании лесорастительных условий местообитания и оптимальной морфологической структуре насаждений. *Потенциальная продуктивность* насаждения – возможные объемы продуцирования органического вещества в конкретных лесорастительных условиях.

По ряду причин – замена семенного древостоя на вегетативный, смена более продуктивных пород на менее продуктивные, дигрессионные процессы, ухудшение условий среды, неумеренные рубки, пожары и многие другие факторы – фактическая производительность древостоев ниже потенциальной. В Свердловской области (Исаева, Луганский, 1980) она ниже в среднем на 23%, а в отдельных лесорастительных условиях – даже на 40%. Аналогичная картина наблюдается и в других регионах страны. По данным А.И. Бузыкина (1988), в Сибири потенциальная производительность выше фактической в 1,5-2 раза. Как показано для кедровников бадановых северных склонов Хамар-Дабана (Структура и рост..., 1993), фактическая производительность в 100 лет ниже потенциальной в 1,3 раза, в 130 лет – 1,4, 160 – 1,5 и 200 лет – в 1,7 раза. Важнейшее значение для лесного хозяйства имеют мероприятия по повышению продуктивности лесов, в частности по повышению производительности древостоев.

Контрольные вопросы

1. Что такое лесообразующая, главная, второстепенная, нежелательная, преобладающая древесные породы?
2. Понятие о лесных фитоценозе, биоценозе, биогеоценозе и насаждении.
3. Понятия о биогруппе, парцелле, куртине, популяции.
4. Компоненты лесного насаждения: перечень и их лесоводственно-экологическое и хозяйственное значение.
5. Морфологические признаки древостоев.

Электронный архив УГЛТУ

6. Что такое классы возраста и их продолжительность у древесных пород?
7. Хозяйственно-возрастные этапы древостоев: перечень, объемы, характерные особенности.
8. Классы Крафта деревьев и их краткая характеристика.
9. Бонитет: понятие, классы по М.М. Орлову.
10. Понятие о фитомассе и биомассе насаждений и древостоев и их структура.
11. Что такое производительность древостоев и продуктивность лесных насаждений и их виды?
12. Что такое фактические производительность и продуктивность насаждений и потенциальные?

5. ЭКОЛОГИЯ ЛЕСА

5.1. Понятия о лесной экосистеме и экологии леса

Экосистема (экологическая система) представляет собой некую ячейку биосферы, форму ее существования. Это совокупность популяций разных видов биоты на общей территории вместе с неживой природой (Стадницкий, Родионов, 1996). Экосистема безразмерна, поэтому иерархическая структура экосистем является собой принцип «матрешек». Самая большая «матрешка», как экосистема, – планета Земля. Согласно представлению В.А. Ковды (1980) планета Земля состоит из двух суперэкосистем – всей суши и Мирового океана (следующие по уровню «матрешки»). Далее, каждый материк Земли представляет собой экосистему, их отдельные более или менее обособленные части (регионы), лесные массивы и другие типы ландшафтов и т. д. также являются экосистемами. В лесу даже отдельная валежина представляет собой экосистему.

Применительно к лесу элементарной экосистемой в нем является лесное насаждение, или биогеоценоз (Основы..., 1964; Белов, 1976; Ивонин, 1988; Смоляк и др., 1990; Рысин, 1993; Громцев, 1993; Цветков, 2002 и др.). Экосистемы леса более высокого уровня – это группа насаждений, лес отдельного водосбора и т.п. Лесная экосистема включает (Поликарпов и др., 1986) геотоп, экотоп и биоценоз. Геотоп – это приземная атмосфера и литогенная основа конкретного участка, экотоп – внешние условия жизни (абиотические факторы), биоценоз – биота (растительные организмы, животные, микрофауна и микрофлора). Поскольку лесное насаждение – экосистема, то, следовательно, ей присущи все признаки и свойства леса, а именно: единство биотических компонентов с абиотической средой, многокомпонентность, их сбалансиро-

ванность и устойчивость; самовозобновляемость, саморегулируемость, способность к демулационным процессам. Воздействие на какой-нибудь компонент влияет на всю экосистему.

Термин «экосистема» предложен в 1935 г. английским ученым Тенсли. Наука, изучающая экосистемы, их структуры, механизмы и законы развития – *экология* (от греческих слов: ойкос – дом, логос – слово, учение). Впервые общие экологические положения сформулировал в 1866 г. немецкий ученый Э. Геккель, а экология как наука оформилась к 1900 г. (Ивонин, 1988).

Классическое определение экологии как науки следующее: это наука о взаимоотношении живых организмов и образуемых ими сообществ между собой и окружающей средой. Позднее появилась масса различных определений экологии. Ниже приведем два из них наших уральских ученых.

В трактовке С.А. Мамаева и С.Н. Санникова (1990) экология – наука, изучающая и с эволюционных позиций обобщающая закономерности структуры, функций и динамики популяций и сообществ организмов, населяющих лес, в их тесных взаимоотношениях с биогеоценотической и географической средой и друг с другом.

В трактовке Е.П. Смолоногова (1990а) экология – наука, изучающая закономерности образования биоэкологических систем разного уровня интеграции, географической дифференциации таких систем, а также организационно-функциональную структуру и изменения во времени их элементарных единиц – популяций и биогеоценозов.

В приведенных определениях экологии нет двух важнейших атрибутов: учета искусственных экосистем и необходимости созидательной роли человека в регулировании экосистем, направленных на их стабилизацию, сохранение и улучшение.

Лесное насаждение, как известно, – многовидовое сложное образование. В связи с этим различают *аутэкологию*, т. е. часть общей экологии, которая рассматривает взаимодействие отдельных особей какого-либо вида, например растений, со средой обитания. Если берется во внимание популяция того или иного вида, то применительно

к ней раздел экологии называется *демэкологией*. Далее, в лесном насаждении все виды собраны не как конгломерат, т.е. не как арифметическая сумма их биологических и экологических проявлений, а как качественно новое экосистемное образование. В нем складываются сложные отношения как между отдельными видами, так и между экосистемой и средой. Экология сообществ называется *синэкологией*.

Учитывая, что огромные площади лесов подвержены действию аэропромвыбросов, реакция на них как отдельных биологических видов, так и лесных насаждений в целом вносит существенные изменения в экологию территорий. Ю.З. Кулагин (1980а,б, 1985 и др.) предлагает рассматривать самостоятельным разделом *индустриальную дендрэкологию*. Эта ветвь экологии призвана специфическими методами и идеями решать задачи дендрологического прогнозирования, оптимизации техногенных ландшафтов и оздоровления окружающей среды с помощью древесных растений.

Лесная элементарная экосистема, как показано выше, есть ни что иное как лесное насаждение (биогеоценоз), поэтому и наука о лесных экосистемах – экология – представляет собой раздел лесоведения. Хотя есть и иные мнения. В частности С.А. Мамаев и С.Н. Санников (1990) считают, что лесная экология является теоретической и методической базой лесоведения.

5.2. Экологические факторы

Экологические факторы – это совокупность элементов среды, влияющих на живые организмы и их сообщества, или, иначе, условия существования живых организмов. Их много, и они разнообразны. Вся совокупность факторов подразделяется на ряд групп. В частности, В. В. Алехин (1950), Основы... (1964), И. С. Мелехов (1980) приводят 6 групп.

Климатические факторы – радиация, тепловой режим, свет, осадки, состав воздуха, ветер.

Электронный архив УГЛТУ

Орографические факторы (рельеф) – высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склонов, равнинные территории.

Эдафические (почвенно-грунтовые) факторы – подстилающие породы, химический и механический состав почв, их водно-физические свойства, кислотность и др.

Биотические факторы – это взаимовлияния растений, животных диких и домашних, птиц, микроорганизмов и влияние всей биоты на абиотическую среду.

Антропогенные факторы – факторы, обусловленные деятельностью человека. Они бывают прямыми и косвенными. Прямые факторы – это вырубка лесов на больших площадях, неконтролируемый сбор растений, чрезмерное уничтожение диких животных и др. Косвенные факторы проявляются в трансформации ландшафтов, водного режима территорий, изменении состава атмосферы и гидросферы за счет промышленных выбросов и др. Антропогенные факторы следует делить на позитивные (охрана лесов от пожаров, мелиорация, посадки и посев леса и др.) и негативные (чрезмерная и бессистемная заготовка древесины, неумеренный выпас скота, инициирование лесных пожаров, аэропромвыбросы и др.). В последние десятилетия аэропромвыбросы приобрели характер постоянно действующего экологического фактора.

Исторические факторы. Прежде всего это историко-геологические факторы, определившие расселение древесных пород по Земному шару. Хвойные леса Урала сформировались 10-12 тыс. лет назад. На фоне этих макрофакторов каждый отдельный участок леса подвергался как при формировании, так и в дальнейшем лесообразовательном процессе воздействию природных и антропогенных менее крупномасштабных и локальных факторов. Среди них пожары, например. Сосновые леса, как считается, своей стабильностью обязаны пожарам. К таким факторам относятся рубки леса и другие виды хозяйственного воздействия на лес. На Урале, например, длительное время (в XVI-XIX вв.) применялся куренной способ рубок, когда древесиной вырубался сплошь на больших площадях. С учетом сплошных

рубков XX в. основная часть лесов пройдена тремя-четырьмя оборотами. Естественно, эти рубки оставили свой исторический след.

Имеется несколько отличных от изложенной классификаций. А.П. Шенников (1950) приводит 5 следующих групп факторов: климатические – воздух и его движение, свет, тепло, осадки и влажность воздуха, электрические явления; почвенно-грунтовые – механический состав, физические свойства, химизм, микробиология почв и грунтов; топографические – рельеф, окружение; биотические – животные и растения; антропогенные – разнообразные формы влияния человека непосредственно на экосистему и на все экологические факторы. С.В. Белов (1976) подразделяет экологические факторы на 4 группы: климатические, эдафо-орографические, биотические и антропогенные.

Сравнение трех приведенных классификаций экологических факторов показывает, что они близки к первой классификации, более полной, удобной и четкой.

5.3. Экологические законы

Принципиальные положения по влиянию на растения и взаимодействию между собой экологических факторов сформулированы А.П. Шенниковым (1950). Позднее Ю.И. Чирков (1986) на основе этих положений сформулировал экологические законы. *Экологические законы* – направленность и глубина проявления экологических факторов в жизни растений, взаимосвязь между факторами. Согласно Ю.И. Чиркову экологические законы следующие.

1. *Закон равнозначности факторов.* Для растений одинаково нужны свет, тепло, вода, углекислый газ, кислород, элементы почвенного питания, поэтому один фактор не может быть заменен каким-либо иным фактором.

2. *Закон неравноценности факторов.* Одни факторы прямого (непосредственного) действия, другие проявляют себя косвенно (опосредованно). Среди первых свет, тепло. Уровень их непосредственно отражается на видовом разнообразии растений данного местообита-

ния, на их состоянии и росте. Косвенные факторы не представляют с растениями единства, они не влияют непосредственно на обмен веществ, но они перераспределяют тепло, свет, осадки, минеральные питательные вещества и др. Среди таких факторов материнская порода, экспозиция и крутизна склонов, механический состав почвы и др. Безусловно, косвенные факторы также должны браться во внимание, как и прямые факторы.

3. *Закон комплексности действия факторов.* Различные факторы действуют не поочередно на растения, а все одновременно.

4. *Закон географизма проявления факторов,* т. е. один и тот же уровень фактора влияет на растения по-разному в зависимости от географического положения местности. Например (Шенников, 1950), при одинаковом показателе среднегодовой температуры в Одессе и на западе Ирландии режим тепла в сочетании с другими факторами в регионах различен. В Одессе сухой, жаркий и продолжительный вегетационный период благоприятен для теплолюбивых ксероморфных видов растений и ограничивает развитие многих влаголюбивых видов. На западе Ирландии успешно произрастают многие и тепло-, и влаголюбивые древесные породы.

5. *Закон компенсации факторов.* В природе в отдельных районах и местоположениях наблюдаются различные комбинации уровней экологических факторов. Некоторые из них представлены недостаточно, и их можно компенсировать другими факторами. Недостаток света в лесных насаждениях компенсируется более высоким плодородием почв, недостаток тепла в северных широтах компенсируется также плодородием почв и продолжительностью летнего освещения, где в июне-июле древесные растения фотосинтезируют почти круглые сутки. Недостаток тепла или света в теплицах можно компенсировать увеличением концентрации углекислого газа. Естественно, возможности компенсации экологических факторов весьма ограничены, закон действует в небольших пределах. Некоторые факторы вообще нельзя сколько-нибудь компенсировать. Например, азот нельзя компенсировать ни калием, ни фосфором, ни другими минеральными элементами.

Электронный архив УГЛТУ

6. *Закон взаимосвязанности факторов.* Суть его в том, что изменение одного фактора влечет за собой изменение других факторов. Например, осушение переувлажненного участка леса (уменьшение влагообеспеченности) вызывает улучшение температурного режима почвы, повышает аэрацию почвы, активизирует разложение органического вещества, усиливая биологический круговорот минеральных веществ и др.

7. *Закон минимума* – лимитирует лесную экосистему тот фактор, который находится в минимуме, даже если в какой-то степени его можно компенсировать. Хронический недостаток тепла при наличии в достатке других факторов, например, не позволит выращивать теплолюбивые виды растений. Большой дефицит влаги ограничивает применение (без обводнения) влаголюбивых растений.

8. *Закон различной требовательности растений к экологическим факторам.* Все растения имеют различные уровни требовательности к отдельным факторам и их комплексам, обусловленные в основном филогенезом. Растения, сформировавшись в течение филогенеза в том или ином географическом регионе с определенным комплексом экологических факторов, требуют для своего полного нормального роста и развития подобных же условий. Однако любое растение до некоторого предела может проявить адаптивность к иным уровням экологических факторов. На этом законе построены принципы интродукции растений.

9. *Закон критических периодов.* Растения на протяжении онтогенеза предъявляют неодинаковые требования к экологическим факторам и их комплексам. Обычно в молодом возрасте древесные растения могут обходиться недостатком света. Однако при дальнейшем росте требуется его большее количество, иначе дерево задержится в росте и развитии и может в лесном насаждении погибнуть. Этот закон имеет проявление и по другим факторам. В лесных насаждениях древесные породы наиболее требовательны к экологическим факторам в возрасте молодняка (20-40 лет для хвойных пород таежной зоны). Именно в этот критический период очень важно сдвинуть комплекс

экологических факторов в сторону его оптимизации, например, разреживанием древостоев.

10. *Закон оптимума экологических факторов.* Наивысшую продуктивность растений обеспечивают экологические факторы, когда они находятся на оптимальных уровнях для того или иного вида растений. Все экологические законы важны для процессов жизнедеятельности лесных насаждений, и их следует учитывать и регулировать мероприятиями в лесохозяйственной практике в целях повышения эффективности лесовыращивания.

Кроме изложенных экологических законов Г.В. Стадницким и А.Н. Родионовым (1996) обозначены еще два.

11. *Закон толерантности живых организмов,* в том числе растений. Живые организмы в процессе эволюции унаследовали устойчивость (толерантность) в пределах верхнего и нижнего уровней экологических факторов. Чем шире этот предел, тем более высокими адаптивными возможностями обладает живой организм.

12. *Закон сукцессионного замещения.* Суть его в том, что природные биотические сообщества последовательно формируют закономерный ряд экосистем, ведущий к наиболее устойчивому в данных условиях состоянию.

5.4. Экологические прогнозы и экспертиза

Любое мероприятие, проводимое в лесу, вносит трансформацию в сложившийся комплекс экологических факторов. Поэтому допускать к реализации в лесу можно только те мероприятия, которые или не нанесут ущерба экологической среде, или этот ущерб будет незначительным и легко восстанавливаемым лесной экосистемой. Лучше же, когда мероприятия, напротив, улучшают экологическую среду. Проводимые мероприятия, систематически вызывающие негативные сдвиги в экологических комплексах факторов, не только не приводят к достижению поставленных целей, но и ведут к деградации лесов.

Электронный архив УГЛТУ

Прежде чем реализовать какое-либо мероприятие в лесу, необходимо на стадии проектирования проанализировать его экологические последствия путем научных прогнозов, т. е. требуется проведение специальной экологической экспертизы. При экологическом прогнозировании и экологической экспертизе мероприятий должны быть учтены возможные изменения в состоянии почвы, тепловом режиме почвы и воздуха, ветровом режиме, режиме влажности, в реакции лесных насаждений на изменение экологической среды и т. п.

Если для создания лесных культур обработку почвы выполнить в виде пахоты вдоль склона, а не поперек его (по горизонталям), то неизбежно возникнет эрозия. Может вызвать дефляцию почвы сплошная вспашка под лесные культуры песчаных слабопрочных почв. Строительство лесных дорог без обеспечения в соответствующих местах водотоков вызывает подтопление территорий и дигрессию насаждений. Непринятие мер к быстрому появлению нового поколения леса на вырубках после сплошной рубки древостоев в северных широтах с избыточным увлажнением может вызвать заболачивание. На легких почвах в засушливых условиях, например, в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов на Урале, принятие мер к немедленному зарощиванию площадей, на которых лес или вырублен, или уничтожен по другим причинам (в случае пожаров, например), приведет к массовому развитию майского хруща. Применение различного рода выборочных рубок, при которых вырубается только часть деревьев, должно основываться на сохранении остающегося древостоя от ветровала. Использование технологий и технических средств проведения мероприятий в лесу должны соответствовать природе леса и наносить ему как можно меньше вреда. Нельзя допускать в горные и предгорные условия для проведения лесозаготовок тяжелую агрегатную технику. Эту же технику в летнее время нельзя допускать на переувлажненные участки. Неочищение площадей вырубок от порубочных остатков усиливает пожарную опасность и опасность размножения вредных насекомых. Научно не обоснован-

ный режим выпаса домашнего скота в лесу может привести к дигрессии насаждений.

Последствия проводимых в лесу мероприятий многообразны. Эти последствия имеют различную степень по глубине и продолжительности воздействия. Их надо прогнозировать, и уже на стадии проектных разработок снижать или исключать отрицательное влияние на экологическую среду. Любой вид лесохозяйственных мероприятий должен быть экологически безвреден.

Контрольные вопросы

1. Что такое лесная экосистема и ее объем?
2. Элементарная лесная экосистема и ее границы, лесные экосистемы других уровней.
3. Понятие об экологии как науке и ее виды (аут-, дем- и син-экология).
4. Что такое экологические факторы и их групповая структура?
5. Экологические законы: понятие, суть.
6. Экологические прогнозы и экспертиза хозяйственных мероприятий в лесу: их цель и значение для леса (примеры).

6. ЛЕС И ТЕПЛО

6.1. Значение тепла в жизни леса

Тепло, являясь прямым экологическим фактором, очень важно для жизни растений и их сообществ. Каждый регион и каждый участок леса обладают своими тепловыми ресурсами. Источником тепла является солнечная радиация. Ее количество варьирует в зависимости от различных условий: географического положения местности (высоты стояния солнца), соотношения прямой и рассеянной радиации, прозрачности и циркуляции атмосферы, формы рельефа, экспозиции склонов и др. Чем выше стояние солнца и больше доля прямых солнечных лучей, тем интенсивнее радиация. Ухудшение прозрачности атмосферы (водные пары, пыль) за счет поглощения и отражения солнечной радиации снижает доступ ее к подстилающей поверхности. Воздушные массы, постоянно обмениваясь, имеют различные температурные характеристики (то они теплее, то холоднее). Большое локальное значение в тепловом режиме имеют крутизна и экспозиция склонов, что важно для горных условий. По имеющимся литературным данным (Основы..., 1964), в северном полушарии Земли на широте 60° южные склоны крутизной 30° по отношению к равнине весной (апрель) получают тепла на 50% больше, на широте 50° этот показатель выше на 28%. Подобный эффект наблюдается и осенью. Естественно, это улучшает тепловой режим местности, что положительно отражается на росте и развитии растительности.

Для лесных растений (как и для любых других) и насаждений теплом обеспечиваются следующие процессы.

1. *Фотосинтез*. Влияние температурного режима на фотосинтез пород-лесообразователей видно из нижеприведенных данных (Молчанов, 1983; Полевой, 1989 и др.), °С :

Электронный архив УГЛТУ

	Нижний предел	Оптимум	Верхний предел
Хвойные	- 5...- 8	+10...+25	+30...+40
Лиственные	- 3...- 1	+15...+25	+40...+45

Максимально интенсивно фотосинтез протекает в пределах +18...+27 °С (на общем благоприятном экологическом фоне). За верхним пределом температур фотосинтез резко ослабляется, а затем и прекращается. Есть сведения (Шенников, 1950), что фотосинтез идет даже при температуре ниже – 20 °С.

2. *Дыхание.* Оптимальные температуры для этого процесса лежат в пределах +30...+40 °С. При более высоких температурах дыхание резко падает. Нижним пределом является температура –20 °С (и даже ниже). Хвоя и почки растений хвойных пород, почки растений лиственных пород, зимующих под снегом, дышат и зимой (Шенников, 1950).

3. *Рост растений.* Преобладание фотосинтеза над дыханием обеспечивает накопление органического вещества, что ведет к росту растений. При повышении температуры воздуха от 0 до +35 °С ростовые процессы усиливаются по восходящей линии (правило Вант-Гоффа), в диапазоне +35...+40 °С скорость роста снижается, при температуре + 45 °С и выше гибнут листья (Молчанов, 1961). В Сибири (Поликарпов и др., 1986) начало роста корневых окончаний у сосны обыкновенной наблюдается при температуре +6 °С, а у лиственницы сибирской, кедра сибирского и ели сибирской – при температуре около 0 °С. В Карелии (Кищенко, 1978) у сосны обыкновенной рост побегов начинается при наступлении среднесуточной температуры воздуха около +5 °С, хвои и ветвей – +10 °С, ствола – +12 °С. По данным В.М. Горячева (1988), в южно-таежных лесах Урала прирост древесины у ели и пихты длится 60-85 дней, начинаясь в первой декаде июня и заканчиваясь в первой – второй декадах августа. По мнению этого автора, основным фактором, определяющим срок начала деятельности камбия, является температурный режим воздуха и почвы, который сдвигает эти сроки в аномальные годы на 10-15 дней.

4. *Транспирация.* Связь между транспирацией и температурой воздуха более сложная, чем между фотосинтезом и температурой (Основы..., 1964). При среднемесячных температурах до +10 °С зависимость между транспирацией и температурой выражается слегка поднимающейся прямой, а с уровня +10...+12 °С и выше кривая круто идет вверх до температуры +25...+30 °С, после чего резко падает.

5. *Минеральное и водное питание.* При наличии экологического фона ближе к оптимальному поглощение растениями элементов пищи и влаги из почвы возрастает при повышении температуры воздуха и почвы параллельно процессам фотосинтеза и транспирации.

6. *Жизнедеятельность почвенной биоты.* При наступлении положительных температур воздуха и почвы активизируется жизнедеятельность почвенной биоты. Особенно важна жизнедеятельность микрофлоры, которая возрастает параллельно повышению количества тепла, поступающего в почву.

7. *Разложение органического вещества.* Разложение лесной подстилки то усиливается, то ослабляется соответственно при повышении или понижении количества поступающего тепла. В северных широтах при недостатке тепла разложение лесной подстилки протекает в 3-4 раза медленнее, чем в южных.

8. *Прорастание семян.* Наилучшие условия для прорастания семян древесных пород складываются в пределах +18...+30 °С. Начинается же оно у многих древесных пород при среднесуточной температуре чуть выше 0 °С. По данным С. Н. Санникова (1976), С.А. Мамаева (1983), для семян сосны обыкновенной оптимальная температура прорастания +16...+25 °С, минимальная – +6...+8 °С и максимальная – +31...+37 °С. По данным А.П. Шиманюка (1964), для лиственницы сибирской эти показатели близкие: +27, +7...+8 и 34 °С; для ели обыкновенной оптимальная температура ниже – +17,5...+20 °С. У дуба черешчатого, несмотря на его теплолюбие, желуди начинают прорастать при температуре +1,5...+2 °С, а рост проростков уже идет при +5...+7 °С.

9. *Цветение и плодоношение растений.* Цветение многих древесных растений начинается при среднесуточной температуре +15 °С (Молчанов, 1961 и др.). Чем ближе температурный режим к среднему многолетнему, тем обильнее цветение, выше урожайность, меньше повреждаемость семян вредителями и болезнями, а съедобные плоды и ягоды имеют лучший биохимический состав.

6.2. Отношение древесных пород к теплу.

Шкала отношения

Согласно экологическому закону о различной требовательности растений к факторам среды древесные породы весьма неодинаково относятся к количеству тепла. Одни из них для полного цикла за вегетационный период требуют большего его количества (теплолюбивые породы), другие обходятся меньшими величинами (холодостойкие породы), часть пород занимает промежуточное положение. Теплолюбивые древесные породы требуют минимальный уровень температуры для своего роста выше +10 °С с оптимумом +30...+40 °С, холодостойкие – соответственно 0...5 и +25...+31 °С. Максимальная температура для роста большинства древесных пород лежит в пределах +35...+ 45 °С.

Согласно классификации Г.Ф. Морозова (1930в) древесные породы по отношению к теплу распределяются в следующий ряд (от теплолюбивых к холодостойким): каштан, дуб, ясень, ильмовые, граб, сосна приморская, сосна австрийская, сосна обыкновенная, рябина, ольха, береза, пихта, ель, кедр сибирский, лиственница. Имеется еще целый ряд классификаций. Однако более полная классификация дана П.С. Погребняком (1963) и составлена применительно к центральной лесостепи европейской части бывшего СССР (приводится в несколько сокращенном виде).

Очень теплолюбивые породы – эвкалипт, кипарис, кедры (настоящие), саксаул, пробковый дуб.

Теплолюбивые породы – каштан съедобный, дуб пушистый, орех грецкий, акация белая, тополь серебристый.

Электронный архив УГЛТУ

Среднетребовательные к теплу породы – дуб черешчатый, граб, клены, ильм, вяз, липа, бархат амурский, бук, ольха черная.

Малотребовательные к теплу породы – осина, береза, сосна обыкновенная, кедр сибирский, лиственница сибирская, ель обыкновенная, тополь бальзамический, пихта сибирская, ольха серая.

Из приведенной шкалы видно, что все древесные породы таежной зоны являются малотребовательными к теплу, а часть лиственных пород южных лесорастительных таксонов Урала входит в группу среднетребовательных к теплу пород. Однако даже холодостойкие породы в отношении тепла имеют неодинаковую требовательность. По данным Н. П. Поликарпова и др. (1986), в условиях Сибири для полного биологического цикла роста и развития растений в течение вегетационного периода различным древесным породам требуется не одинаковое количество тепла (табл. 5).

Таблица 5

Требовательность холодостойких древесных пород к теплу

Порода	Сумма температур выше +10 °С	Число дней с температурой выше +10 °С
Сосна обыкновенная	1000	100
Ель сибирская	700	90
Пихта сибирская	600	80
Кедр сибирский	300	50
Лиственница сибирская	300	50
Лиственница даурская	200	30

6.3. Влияние на лес низких температур и борьба с ними

Низкие температуры, выходящие за пределы многолетних уровней, особенно вредны для лесной растительности. Факторы, наносящие вред, следующие:

- абсолютный минимум,
- чередование сильных морозов с оттепелями,

Электронный архив УГЛТУ

- низкие температуры и продолжительность их стояния,
- поздние весенние заморозки,
- ранние осенние заморозки,
- летние заморозки,
- возврат холодов.

Температуры до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ переносят сосна, ель, кедр сибирский и другие породы (Гроздов, 1952; Мамаев, 1983; и др.). Однако *абсолютный минимум* в зоне тайги, особенно в северных регионах, может достигать $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и даже ниже. Такая экстремальная температура побивает побеги древесных растений; повреждает луб, камбий, заболонь стволов; вызывает морозобойные трещины (морозобоины) стволов и ветвей (морозобоина – наружная продольная трещина, образуемая за счет неодинакового сжатия наружных и внутренних слоев древесины). А.А. Рожков и В.Т. Козак (1989) для европейской части Российской Федерации отмечают массовое побивание и гибель от низких температур деревьев дуба черешчатого, ясеня, клена, ильмовых, плодовых пород. В Башкортостане, по данным Л.И. Сергеева (1974), систематически от сильных морозов страдает дуб черешчатый. Практически нет ни одного дерева старше 30 – 40 лет, на стволе которого не было бы морозобойной трещины. Длина их от нескольких сантиметров до длины всего ствола. Согласно этому же автору осина также страдает от морозобоин и через них стволы заражаются грибными болезнями. У березы повислой морозобойными трещинами повреждаются только старые деревья. Молодые деревья березы в Башкортостане не подвергаются этому явлению, тогда как в Белоруссии и Литве оно наблюдается. При систематических морозобойных трещинах происходит заболевание деревьев грибными болезнями и формируется древесина низкого качества. Особенно большой вред древесным растениям приносят *перепады* температур от *сильных морозов к оттепелям*.

Низкие температуры и продолжительность их стояния поражают молодые растения таких холодостойких древесных пород, как сосна, ель, пихта и даже лиственница. У этих растений в основном

обмерзают побеги, происходит обезвоживание (зимнее иссушение). Особенно часто такое явление наблюдается на грубоскелетных почвах в Башкортостане (Сергеев, 1974), в Северном Казахстане (Мамаев, 1983). Зимнему обезвоживанию иногда подвергаются и взрослые деревья, в частности, на мелких маловлагодомных почвах и при засушливых явлениях в предзимний период.

Низкие температуры зимой вызывают еще такие отрицательные явления, как выжимание всходов, самосева и семян (в лесных посадках). Выжимание молодых растений проявляется на глинистых и суглинистых почвах за счет образования в почве кристаллов льда и поднятия почвы. При наступлении теплой погоды лед тает и почва опускается, корни же растений остаются на ее поверхности. При выжимании растений с относительно глубокой корневой системой иногда у них происходит разрыв корней. Выжимание наблюдается только на открытых площадях, в лесу оно не проявляется.

Большие повреждения древесным растениям наносят заморозки в течение вегетационного периода. Принято считать, что они характеризуются температурами от -1 до -10 °С.

Поздние весенние заморозки. У сосны обыкновенной на Урале этими заморозками повреждаются цветки деревьев, проростки (Санников, 1976; Коновалов и др., 1977), а в условиях северной подзоны Европейского Севера (Аникеева и др., 1990) и всходы, когда температура в июне достигает $-3...-6$ °С. Ель страдает от поздних весенних заморозков в большей мере, чем сосна (Гроздов, 1952; Шиманюк, 1964; Чмыр, 1977; Мамаев, 1983; Аникеева и др., 1990). У этой породы заморозками повреждаются хвоя молодых и старых деревьев, проростки, всходы, побеги текущие, шишки прошлого года. Отмечаются случаи массового побивания растений ели на вырубках и в культурах (побиваются верхние и боковые почки и побеги, хвоя) на Урале (Терехов и др., 1992), в Ленинградской области (Чмыр, 1977) и других регионах. Дуб в молодом возрасте на вырубках обмерзает повсеместно, особенно порослевые растения (Гроздов, 1952). Лиственницы сибирская и Сукачева, будучи устойчивыми к низким температурам,

также страдают от поздних весенних заморозков. У деревьев лиственницы повреждаются в основном цветки (Естественное возобновление..., 1962; Шиманюк, 1964; Коновалов и др., 1977 и др.).

Повреждения деревьев различных пород поздними весенними заморозками снижают их плодоношение или уничтожают урожай полностью, ведут к формированию древесины с дефектами, заболеванию грибными болезнями, снижают приросты, а то и приводят к гибели.

Ранние осенние заморозки. Эти заморозки хотя и в меньших масштабах, чем поздние весенние заморозки, но также наносят повреждения древесным растениям. Довольно частое явление – подмерзание не вызревших и не подготовившихся к зиме побегов текущего года. Побеги иногда не вызревают из-за растянутости вегетационного периода в связи с недостатком тепла поздним летом или, наоборот, излишками тепла в раннеосеннее время, провоцирующими продолжение роста древесных растений. Повреждения могут наступить и в результате недостатка в почве калия, способствующего вызреванию побегов древесных растений. Особенно часто страдают побеги растений вегетативного происхождения. Повреждения ведут (Основы..., 1964) к смене верхушечных побегов с последующим искривлением стволов или формированию многовершинности у деревьев. От осенних заморозков страдают хвоя у ели (Мамаев, 1983), молодые шишки у лиственницы сибирской (что наблюдается в горах Алтая), побеги дуба черешчатого (Гроздов, 1952).

В северных широтах Российской Федерации довольно часто наблюдаются *летние заморозки* (июль-август). Они иногда имеют место в горных и предгорных частях Среднего и Южного Урала, на Северном Урале повторяются почти ежегодно. Летние заморозки повреждают побеги, листья, генеративные органы, что также наносит вред состоянию и росту растений древесных пород.

Наиболее сильное воздействие заморозков наблюдается в котловинных понижениях рельефа, в мелких долинах, на полянах среди лесов (особенно с густым подлеском). Здесь часто образуются так

Электронный архив УГЛТУ

называемые «озера» холода или морозобойные «ямы», значительно сокращается (до 30 - 40 дней) безморозный период (Основы..., 1964).

По отношению к летним заморозкам таежные породы - аборигены проявляют себя по-разному. По данным Н. П. Поликарпова и др. (1986), в Сибири наиболее устойчивой к таким заморозкам является лиственница даурская, затем за ней идут лиственница сибирская, сосна обыкновенная, кедр сибирский, ель сибирская и пихта сибирская.

Возврат холодов. В течение вегетационного периода, в частности на Урале, поздней весной и ранним летом, после установившейся теплой погоды наступает похолодание. Однако для Урала характерно снижение температуры в пределах положительных показателей. Это снижение температуры вызывает спад темпов роста и развития растений или даже их приостановку. Большого вреда возврат холодов лесу не приносит. А черемуха обыкновенная «ждет» возврата холодов, чтобы расцвести.

В качестве мер борьбы с низкими температурами могут быть применимы следующие.

1. Использование покровных растений на открытых площадях. Этот прием целесообразен для чувствительных к заморозкам пород, в частности дуба и ели. Покровный полог на сплошных вырубках может быть образован из естественной древесно-кустарниковой растительности, кипрея или создан искусственно. В качестве покровных культур используются культурные злаки (пшеница, ячмень), кукуруза и др. Специальные посевы применяются в южных регионах, в частности, при выращивании полезащитных лесных полос. Ель, как правило, после рубки древостоя на вырубках или на гарях поселяется только под пологом пионерно появившихся лиственных пород (березы, осины, ольхи и др.).

2. Разбрасывание по вырубке порубочных остатков. Это предотвращает выжимание молодых растений и непосредственно защищает их от низких температур. С такой же целью на небольших площадях в лесу или лесных питомниках может производиться мульчирование торфом, навозом и другими материалами.

Электронный архив УГЛТУ

3. В лесных питомниках или на особо ценных плантациях в лесу эффективно окучивание растений, полив их водой, создание дымовой завесы. Используются высокие гряды, в том числе и с применением для их прикрытия щитов, мульчи.

4. Вырубка морозобойных деревьев в лесу.

5. Декапитация растений (обрезка основного побега у молодых растений) поздним летом для приостановки их роста и активизации процесса подготовки побегов к зиме.

6. Обработка растений микроэлементами, в частности, цинком, молибденом, медью, кобальтом и др.; обеспечение почвы калием.

7. Проведение с целью предотвращения выжимания растений следующих мероприятий: планировка и выравнивание поверхности участка, чтобы не застаивалась вода, с обеспечением стока излишней воды осенью; внесение и перемешивание с почвой 300-500 т/га хорошо разложившегося торфа; мульчирование посевов торфокрошкой, лигнином, компостированными за год до использования; опилками.

8. Недопущение в лесу формирования морозобойных «озер» или «ям» рубками.

9. Создание защитных полос из древесно-кустарниковой растительности вокруг лесных питомников, особо ценных плантаций в лесу (например плодово-ягодных растений). Полосы защищают участки от зимних и весенних холодных ветров.

10. Укрытие почвы снегом под кронами деревьев недостаточно холодостойких пород (например интродуцентов).

11. Подбор для выращивания недостаточно холодостойких пород более теплых участков, например южных склонов.

12. Проведение разреживаний древостоев, что ведет к улучшению температурного режима.

13. Отбор и выращивание более холодостойких форм древесных пород, например позднераспускающегося дуба черешчатого.

6.4. Влияние на лес высоких температур и борьба с ними

Экстремальные положительные температурные явления также вызывают отрицательные последствия в лесу. Особенно остро они проявляются на фоне недостатка влаги. Факторы положительных температур: абсолютный максимум, длительное стояние высоких температур, суховей, пожары. Температуры до +50°C выдерживают растения практически всех пород-аборигенов тайги. Однако более высокие температуры вредны.

Абсолютный максимум на поверхности открытых участков преимущественно с сухими песчаными или темными почвами в условиях тайги может достигать +60 °С. Такая температура наносит вред древесным растениям. В северной подзоне тайги Европейского Севера (Аникеева и др., 1990) при температуре +53...55 °С гибнут всходы ели, а при температуре +58...+60 °С гибнет даже ее самосев. Кроме того, температура около +60 °С вызывает опал шейки корня (повреждение тканей) у молодых растений древесных пород. Взрослые древесные растения от опала шейки не страдают благодаря толстой коре. В насаждениях опал шейки не происходит из-за затененности. В отдельные периоды весной высокие температуры от прямых солнечных лучей вызывают ожоги коры на стволах у деревьев, в результате чего у них гибнет и отмирает камбий. Обычно от ожогов страдают гладко-темнокорые породы (бук, граб, ель, пихта и др.). В сомкнутом насаждении ожогов не бывает, они появляются на опушках, в редицах, в городских озеленительных посадках. Иногда весной получает ожоги хвоя ели, особенно у подростка, вышедшего из-под полога леса (Коновалов и др., 1977; Чмыр, 1977).

Длительное стояние высоких температур вызывает отрицательные сдвиги в жизнедеятельности лесных насаждений. Деревья увеличивают транспирацию, снижают фотосинтез, у них падают приросты древесины, гибнут генеративные органы. При недостатке влаги происходит обезвоживание растений. У них может наступить физио-

логическое иссушение, когда не исключена их гибель. Недостаток влаги в первой половине лета может вызвать гибель появившихся всходов древесных растений под пологом леса и тем более на вырубках. Этим наносится вред лесообразовательному процессу. Особенно характерно такое явление для Урала. Обычно до середины июня здесь нет дождей, а тепловой режим достаточно высокий.

Исследованиями установлено, что в суховатых и сухих условиях местопроизрастания гибель всходов от высоких температур на фоне недостатка влаги происходит циклами, в течение ряда засушливых лет. Затем, при наступлении цикла влажных лет, лесовозобновление идет активно. В связи с этим в упомянутых условиях на южных склонах формируется циклично-разновозрастный подрост. Наиболее отрицательные последствия для лесовозобновления возникают на сплошных вырубках и гарях, где создаются экстремальные температурные условия, даже в северных широтах. По исследованиям В.А. Аникеевой и др. (1990), в Архангельской области на сплошных вырубках суммарная радиация, достигающая почвы, в 7-20 раз выше, чем под пологом насаждений. Причем на вырубке преобладает прямая радиация (50 – 83%), тогда как под пологом леса она небольшая (2 – 45%).

Все негативные явления в процессах жизнедеятельности леса усугубляются, когда возникают суховеи. Суховеи характеризуются низкой относительной влажностью воздуха (до 30%), высокой температурой (более +25 °С) и сильным ветром (более 5 м/с). Эти параметры воздуха при длительном проявлении могут привести даже к гибели целых лесных массивов. В частности, гибнут дубравы, особенно пойменные, темнохвойные насаждения (Рожков, Козак, 1989). Неустойчивы к длительным суховеям сомкнувшиеся лесные культуры, когда возникает несоответствие между максимально развитой фитомассой древостоев и пониженным количеством влаги в почве. Такое явление наблюдалось в конце 70-х годов на Южном Урале, в частности в Оренбургской области. Погибла значительная часть лесных культур.

Огромный ущерб лесу наносят высокие температуры, вызываемые устойчивыми низовыми пожарами (верховые пожары, как правило, ведут к полному уничтожению лесных насаждений). В результате воздействия устойчивого огня обедняется почва азотом, сокращается количество гумуса в верхнем ее горизонте, она уплотняется, что затем отрицательно отражается на лесовозобновлении, гибнет подрост. Деревья, особенно тонкокорых пород (ель, пихта), получают ожоги ствола, что ведет в дальнейшем к возможному заболеванию их грибными болезнями и формированию низкокачественной древесины или даже усыханию. У деревьев с низкоопущенной кроной происходит ожог ее, у деревьев с поверхностной корневой системой (например ели) может произойти ожог или даже перегорание корней. По данным В.А Коновалова и В.А. Семенова (1990), проводивших исследования в лесах Крайнего Севера, деревья сосны с поврежденными в результате устойчивых низовых пожаров стволами снижают приросты древесины. В частности, по отношению к здоровым деревьям годовичные слои у них в 5 раз меньше. Это отрицательное влияние огня не восстановилось даже через 8 лет наблюдений. В целом, по оценке ряда ученых (Структура и рост..., 1993), устойчивые низовые пожары приводят к понижению продуктивности лесов на 30 – 40%. Беглые (неустойчивые) низовые пожары иногда имеют положительное проявление (Зябченко, 1984; Санников, Санникова, 1985, 2001; Санников, 2006; и др.). Они минерализуют почву, что в насаждениях с мощной подстилкой вызывает вспышку лесовозобновления, способствуют подросту сосны в конкурентной борьбе с подростом ели, ускоряют разложение оставшейся лесной подстилки и др.

Главной мерой борьбы в лесу с высокими температурами является технически правильное ведение лесного хозяйства, не допускающее при проведении мероприятий сдвига экологической среды до экстремальных уровней. Особенно эффективной должна быть борьба с лесными пожарами, преимущественно в виде их предупреждения, а также непосредственно в тушении при их возникновении. Из других мер необходимо применять разреживание древостоев, изменяя их состав, сомкнутость полога, регулируя подлесок, что обеспечит оптими-

зацию микроклимата в насаждениях. Однако надо учитывать возможные отрицательные последствия сильного разреживания, которое может вызвать солнечные ожоги стволов. Солнечных ожогов корневой шейки растений можно избежать созданием покровных культур, мульчированием или рыхлением почв. В питомниках применяются укрытие гряд щитами, мульчирование посевов, вокруг питомников и внутри их создаются защитные лесные полосы. В питомниках в отдельных случаях применяются полив или иные способы увеличения обводненности почв. От ожогов стволы, открытые солнцу, в весеннее время можно защитить побелкой. Разумеется, эта мера в лесу редко применима. К ней часто прибегают в городских озеленительных посадках.

6.5. Влияние леса на температуру воздуха и почвы летом и зимой

Лес является мощным фактором, трансформирующим тепловой режим воздуха и почвы. В наибольшей степени это проявляется в летнее время. Полог древостоя часть солнечной радиации отражает, часть поглощает и часть пропускает к нижним ярусам и почве. В свою очередь, такое же действие производят и нижние ярусы насаждения. Таким образом, к поверхности почвы в лесу приходит значительно меньше тепла, чем к его пологу или на безлесное пространство. Чем гуще древостой, больше его фитомасса и выше продуктивность, тем сильнее оказывается на тепло его трансформирующее влияние.

В летнее время лес вызывает следующие изменения в тепловом режиме воздуха и почвы по отношению к открытому месту.

1. Средняя летняя температура воздуха в лесу ниже по отношению к открытому месту. По наблюдениям в сосняках на Среднем Урале (Коновалов и др., 1977), эта разница составляет 0,2–0,5 °С, в ельниках Восточной Сибири она достигает 0,7–1,5 °С.

2. В лесу меньше амплитуда температур. Абсолютный максимум снижается, а показатель нижнего уровня температуры выше. На Среднем Урале (Коновалов и др., 1977) амплитуда сокращается на 10 –

12 °С. Согласно данным Л.С. Чешева и др. (1978), в еловых лесах Тянь-Шаня летом в лесу в полуденное время температура воздуха на 5–10 °С ниже, чем на открытом месте, к сентябрю разница исчезает. Почти такие же показатели (5–7 °С) разницы температуры воздуха в полуденное время летом характерны для лиственных насаждений и открытых мест в Подмосковье (Алексеев, 1978). Утром и вечером разницы почти нет, то же самое отмечается и в пасмурные дни. В лесах Сибири (Рахманов, 1984; Таранков, 1988) максимальная температура летом по отношению к открытому месту на 1,5–6 °С ниже, а минимальная – на 1–4 °С выше. На Европейском Севере (северная подзона тайги) за 5 лет наблюдений В.А. Аникеевой и др. (1990) на поверхности почвы в июне максимальная температура во взрослом ельнике составила +27,4, а минимальная – 2,1 °С с амплитудой 29,5 °С, на сплошной вырубке она была соответственно +51,2 и –7,0 °С с амплитудой 58,2 °С, т. е. разница в амплитудах достигла 21,7 °С.

3. В лесу поздние весенние заморозки прекращаются раньше, а ранние осенние заморозки наступают позже. В северной подзоне тайги на Европейском Севере (Аникеева и др., 1990) в течение 5 лет в июне минимальная температура во взрослом ельнике составила от +1,4 до –2,4 °С, а на сплошной вырубке она опускалась до –1,7...–7,4 °С. Число дней с отрицательной температурой на поверхности почвы было 14 и 40. В августе соответственно эти показатели составили: –1,3...–4,0 и –8...–0,7; 1°С и 14 дней.

4. В силу большого разрыва по времени между весенними и осенними заморозками в лесу безморозный и вегетационный периоды длиннее. Безморозный период может быть длиннее на 1,5 – 2 недели и более, а по отношению к морозобойным «ямам» – даже на 4 – 5 недель (Основы..., 1964). В лиственных насаждениях по отношению к хвойным увеличение безморозного периода меньше, поскольку в них весенние и осенние заморозки выражены сильнее (Таранков, 1988). Темнохвойные насаждения тепловой режим трансформируют сильнее, чем светлохвойные (Коновалов и др., 1977).

5. Сокращается число случаев с очень низкими и очень высокими температурами (Протопопов, 1975; Аникеева и др., 1990).

6. Зимой температура воздуха в лесу по отношению к открытому месту всегда на 0,2–0,5 °С выше. Это характерно для всех регионов тайги. В условиях лесов Европейского Севера (Изотов, 1991), Среднего Урала (Коновалов и др., 1977), Сибири (Таранков, 1988) показатель минимальной температуры зимой по отношению к открытому месту в сосняках на 2–3, а в ельниках – на 4–5 °С меньше.

7. Параллельно температурному режиму воздуха летом и зимой почва в лесу и на открытом месте имеет свою специфику. Летом средняя температура почвы за вегетационный период в Подмосковье на глубине 50 см в течение 3 лет наблюдений в лесу (Рахманов, 1984) была в мае меньше на 8,4, июне – 6,7, июле – 5,6 и августе – 3,7 °С по отношению к открытому месту. В жаркие годы разница достигала 10–12 °С. Такая же закономерность отмечена в Западной Сибири (Таранков, 1988), Восточной Сибири (Протопопов, 1975) и других регионах. Однако покрытая растениями почва, хотя нагревается медленнее и слабее открытой, охлаждается медленнее и не так сильно. Из-за этого тепловой режим почв летом в насаждениях оказывается более равномерным, чем на открытых участках (Основы..., 1964). Наибольшее охлаждающее влияние на почву летом оказывает молодняк (в стадии жердняка), затем с увеличением возраста древостоев это влияние ослабевает. Чем более густой древостой и в большей мере представлены нижние ярусы растительности, тем выше трансформирующая роль в отношении температурного режима почвы насаждения. По данным В.Ф. Изотова (1991), в Архангельской области летом почва до 10°С прогревается в заболоченных ельниках на глубину 30–50 см, в сосняках – 50–70, на заболоченной вырубке – на 70–90 и суходольной вырубке – на 100–120 см.

8. В зимнее время температурный режим почвы в лесу более благоприятен, чем на открытом месте. В частности, по наблюдениям в Воронежской области (Молчанов, 1961) температура почвы на разных глубинах (до 10 см) в лесу в декабре–феврале была на 0,1–0,6 °С выше, чем на сплошной вырубке. В более северных широтах эта разница еще резче. Таким образом, летом лес на окружающую среду оказывает охлаждающее влияние, зимой, наоборот, утепляющее. Однако

Электронный архив УГЛТУ

в лесу по отношению к открытому месту среднегодовая температура воздуха меньше на 0,1–0,7 °С, почвы – на 1–1,7 °С (Молчанов, 1961; Протопопов, 1975; Белов, 1976 и др.), что обусловлено более значимыми перепадами летних температур. В летнее время термическое влияние лесного насаждения на прилегающие открытые пространства распространяется на 50–100 м (Основы..., 1964; Коновалов и др., 1977; Таранков, 1988).

Контрольные вопросы

1. Для каких процессов жизни леса нужно тепло?
2. Шкала отношения древесных пород к теплу.
3. Факторы низких температур.
4. Понятие об абсолютном минимуме и какой вред лесу этот фактор наносит.
5. Формы отрицательного влияния на лес поздних весенних заморозков.
6. Формы отрицательного влияния на лес ранних осенних заморозков.
7. Выжимание молодых растений: понятие, причины и места проявления.
8. Меры борьбы с низкими температурами в лесу.
9. Меры борьбы с выжиманием растений.
10. Факторы высоких температур.
11. Отрицательное влияние на лес высоких температур.
12. Меры борьбы с высокими температурами в лесу.
13. Суховеи: понятие, виды вреда, наносимые лесу.
14. Вред, наносимый лесу пожарами.
15. Чем отличается температурный режим воздуха и почвы в лесу и на открытых участках зимой и летом?

7. ЛЕС И СВЕТ

7.1. Виды света

Свет – это видимая часть солнечной радиации с длиной волн 400-700 нм (в литературе встречаются несколько иные показатели: 300-700, 380-760, 380-780 и др.). Ее доля в общей солнечной радиации 47-49%. Свет включает все цвета радуги: фиолетовый с длиной волн 400-430 нм, синий – 430-490, зеленый – 490-570, оранжевый и желтый – 570-600 и красный – 600-700 нм. В лесоведении принято силу (интенсивность) света измерять в люксах. Люкс (лк) – освещенность от одной международной свечи на расстоянии 1 м на поверхность, расположенную перпендикулярно к падающим лучам. Сила света на Среднем Урале в отдельные периоды наблюдений при максимальном солнцестоянии в полуденное время на открытом месте зафиксирована на уровне более 100 тыс. лк. Максимальная величина освещенности на Земле (180 тыс. лк) отмечена в высокогорьях Памира (Полевой, 1989). Следует различать виды света: прямой, рассеянный, боковой и нижний.

Прямой свет – лучистая энергия, поступающая непосредственно от Солнца на земную поверхность в виде параллельных лучей.

Рассеянный свет – солнечная радиация, поступающая на подстилающую поверхность от небесного свода вследствие рассеяния солнечных лучей атмосферой и облаками. Для растений большое значение имеет соотношение прямого и рассеянного света. В общем световом потоке в южных широтах 70% принадлежит прямому свету и 30% рассеянному, в северных широтах соотношение обратное. Это объясняется тем, что чем большую толщину атмосферы с рассеивающими компонентами приходится проходить солнечным лучам, тем сильнее происходит сдвиг соотношения доли прямого света к рассе-

янному. Подобная закономерность наблюдается при поднятии в горы: чем выше, тем доля прямого света больше. Естественно, чем выше концентрация в атмосфере водяного пара, пыли и других компонентов, тем активнее увеличивается доля рассеянного света. На южных склонах по отношению к северным преобладает прямой свет. Изменяется соотношение видов света и в течение суток. В летнее время в околополуденные часы при ясной погоде в общем потоке света преобладает прямой, утром и вечером – рассеянный. В прямом свете мала доля красной части спектра (37% от общего количества), наиболее важного для жизнедеятельности растений, в рассеянной же части эта доля достигает 50–60%. Кроме того, высокая доля прямого света иногда может вызвать разрушение протоплазмы и хлорофилла в ассимиляционном аппарате. Рассеянный свет поглощается растениями более активно, чем прямой. Оптимальной долей рассеянного света в общем уровне освещенности следует считать 50–60%.

Важное значение в лесу имеет *боковой свет*, проникающий в лесное насаждение со стороны открытого места. Вглубь он проникает на 20–40 м и оказывает свое положительное влияние на жизнь насаждения (усиливает приросты деревьев, активизирует разложение подстилки, обеспечивает появление и выживаемость подроста и др.).

Нижний свет в лесу формируется за счет отражения света от травяно-кустарничкового покрова, особенно от «белых мхов» – лишайников, почвы, водной поверхности. Он имеет важное значение для лесных насаждений, растущих на меловых отложениях, по берегам рек, озер, морей. Доля нижнего света в общем количестве может достигать 15%. Нижний свет особенно нужен для жизнедеятельности нижних частей кроны деревьев (Мелехов, 1980).

7.2. Значение света в жизни леса

Свет, как и тепло, является прямым экологическим фактором. При его участии, безусловно, на фоне других жизненно необходимых факторов, в лесу идут многие жизненные процессы.

Электронный архив УГЛТУ

1. *Фотосинтез*. Это превращение зелеными растениями лучистой энергии Солнца в энергию химических связей органических веществ; осуществляется в хлоропластах, содержащих фотосинтетические пигменты (хлорофиллы, каротиноиды). Формула фотосинтеза



Из приведенной формулы видно, что при фотосинтезе в хлорофиллоносных тканях растений происходит соединение молекул углекислого газа и воды, из чего образуются углеводы, белки, жиры, органические кислоты и др. и выделяется свободный кислород. Наиболее активно фотосинтез протекает под влиянием красных и оранжево-желтых лучей (Основы..., 1964; Коновалов и др., 1977; Полевой, 1989; Стадницкий, Родионов, 1996; и др.). Наименее физиологически активны зеленые лучи. Фотосинтез протекает в пределах *физиологически активной радиации (ФАР)*, которая по количеству близка к количеству поступающего к растению общего света. Образование растениями органического вещества прямо пропорционально интенсивности света.

2. *Дыхание*. Фотосинтез и дыхание идут параллельно. Для дыхания непременно нужен кислород. Его формула выглядит так:



В процессе дыхания сжигаются углеводы и в атмосферу выделяется углекислый газ. При световом насыщении фотосинтез значительно превышает дыхание, при снижении количества света фотосинтез и дыхание могут выравняться, а при недостатке света дыхание может преобладать над фотосинтезом.

3. *Образование хлорофилла*. Хлорофилл образуется при наличии света с участием тепла, минеральных веществ и воды. Чем выше освещенность, тем больше доля световых хвой и листьев с относительно невысокой в них концентрацией хлорофилла, в теневых условиях преобладают теневые хвоя и листья с высокой концентрацией хлорофилла (Нестерович, Маргайлик, 1969).

4. *Формирование семян*. В лучших условиях освещения у деревьев в лесу формируются семена большие по абсолютной массе и они имеют лучшие посевные качества.

5. *Прорастание семян.* Своими исследованиями с семенами сосны, ели и лиственницы Н.Д. Нестерович и Г.И. Маргайлик (1969) установили, что количество проросших семян на свету значительно больше, чем в темноте, хотя отсутствие света не полностью подавляет их прорастание. Л.П. Рысин и др. (1984) древесные породы по отношению к свету при прорастании семян подразделили на 5 групп: 1) прорастание идет только на свету; 2) семена прорастают в темноте, но процесс сильно подавлен; 3) прорастание идет в темноте; 4) на прорастание семян свет существенного влияния не оказывает; 5) прорастание семян успешно идет при полном отсутствии света. Наиболее активное прорастание семян хвойных древесных пород протекает в красных лучах, наименее активно – в зеленых и синих (Нестерович, Маргайлик, 1969).

6. *Рост всходов и самосева.* Если прорастание у части семян древесных пород может протекать при очень малых уровнях освещенности или даже полностью без света, то всходам обязательно нужен свет, хотя бы в минимальном количестве. Всходам и в первые годы жизни самосеву различных древесных пород требуется не менее 1-2 тыс. лк (Санников, 1976).

7. *Формирование насаждений и рост древостоев* и 8. *Плодоношение древесных пород.* Эти вопросы рассматриваются в соответствующих разделах.

7.3. Отношение древесных пород к свету.

Шкала светолюбия

На отношение древесных пород к свету влияют многие причины. Одной из них является географическая широта местности. В южных широтах, т.е. в более благоприятных условиях, требовательность к свету у древесных пород ниже, чем в северных, причем по мере движения с юга на север требовательность возрастает. По данным В.В. Алехина (1950), растения умеренного климата имеют нижний предел для фотосинтеза 1-1,2% от полного дневного света, а в тропи-

ческих лесах – только около 0,8%. Такая же закономерность наблюдается в горах при движении снизу вверх. Более высокая потребность в свете компенсирует недостаток тепла.

В пределах одной географической широты на уровень потребности в свете растений влияет плодородие почвы. В лучших почвенно-гидрологических условиях уровень требовательности к свету снижен по отношению к худшим условиям (Алехин, 1950; Нестерович, Маргайлик, 1969; Алентьев, 1976; Молчанов, 1983; Поликарпов и др., 1986 и др.). Это положение подтверждается, в частности, исследованиями П.Н. Алентьева (1976). На Северном Кавказе на почвах недостаточно плодородных, особенно на южных склонах, под пологом дубняков с полнотой древостоев 0,8 при освещенности 3,5-4,6% от открытого места самосев дуба уже на 2-3-й год гибнет. В то же время на высокотрофных почвах Шипова леса (Воронежская область) даже при полноте древостоев 0,9 (освещенность менее 3%) отпад самосева протекает значительно медленнее. Внесение же минеральных удобрений под полог леса повышает срок жизни самосева дуба на 3 года. О снижении требовательности к свету у древесных пород на более плодородных почвах указывали и другие авторы.

Потребность в свете у древесных пород не одинакова в отдельные стадии онтогенеза (Алехин, 1950; Соколова, 1967; Молчанов, 1983; Поликарпов и др., 1986 и др.). В молодом возрасте потребность в свете выше. Л.Н. Соколова (1965) в условиях Подмосковья установила, что для сосны обыкновенной, произрастающей в лесных культурах, в возрасте 5 лет оптимальное освещение обеспечивает поток в 28 тыс. лк, а в 15 лет культурам уже необходимо 35 тыс. лк. Под пологом леса световое насыщение для подроста сосны ниже. Согласно данным того же автора в возрасте подроста 5-10 лет ему достаточно 8-10 тыс. лк, а для 15-17-летнего подроста уже нужно около 15 тыс. лк. В ясные безоблачные дни под пологом сосновых и сосново-еловых насаждений для подроста сосны в возрасте 5-10 лет благоприятные световые условия складываются при полноте древостоев 0,7-0,8, в возрасте 15 лет – 0,6-0,7. В связи с повышением возраста расте-

ний кедра сибирского нуждаются в минимальном освещении следующая (Поликарпов и др., 1986): в 1-2 года – 0,5-1 тыс. лк (1-3% от полного освещения на открытом месте), 6-10 лет – 3-5 тыс. лк (6-9%), в 15 лет и старше – более 7 тыс. лк (более 13%). С повышением возраста до 35-50 лет потребность в свете у древесных пород продолжает возрастать. Однако предел световой требовательности наступает при количестве света 10-40 тыс. лк (Полевой, 1989). При этом у древесных пород наблюдается наивысший уровень фотосинтеза. Более высокие уровни количества света ведут к снижению фотосинтеза. При дальнейшем повышении возраста древесных растений потребность в свете у них постепенно ослабевает.

Влияет на требовательность к свету у древесных пород и происхождение растений. При вегетативном происхождении их требовательность ниже по сравнению с растениями семенного происхождения. Это объясняется лучшими стартовыми условиями питания вегетативных растений за счет корневых систем материнских деревьев. Весной светолюбие растений древесных пород ниже, чем в середине лета, когда их жизнедеятельность достигает максимума. Древесные породы в зависимости от видовой принадлежности также отличаются по требовательности к свету. Такое разнообразие в требовательности сложилось в процессе эволюционного развития и закрепилось генетически. Требовательность к свету у древесных пород флуктуирует в зависимости от изложенных выше причин.

Все древесные породы целесообразно делить на светолюбивые и теневыносливые. *Светолюбивая* древесная порода для своей жизнедеятельности требует более высоких уровней освещенности и не выносит длительного затенения. *Теневыносливая* древесная порода – порода, которая в своей жизнедеятельности может мириться с некоторым затенением, но хорошо растет и при высоком уровне освещения.

По наблюдениям и результатам многочисленных экспериментов в различных географических районах составлены шкалы светолюбия древесных пород. Только в работе Н.Д. Нестеровича и Г.И. Маргайлика (1969) приведено 16 шкал (с учетом ими предложенной допол-

нительно), а фактически их к настоящему времени значительно больше. Вот шкала крупнейшего ученого-лесоведа прошлого М.К. Турского (ряд начинается с наиболее светолюбивой породы): лиственница, береза, сосна обыкновенная, осина, ивы, дуб, ясень, клен, ольха белая, липа, граб, ель, бук, пихта. Для условий Белоруссии Н.Д. Нестерович и Г.И. Маргайлик (1969) предложили так называемую дифференцированную шкалу светолюбия древесных пород.

1. *Световые* породы – сосна обыкновенная, сосна Муррея, сосна Банка, лиственница сибирская, лиственница европейская, акация белая, черемуха обыкновенная, акация желтая, орех маньчжурский, береза повислая, осина, тополь канадский, ольха белая, береза пушистая.

2. *Относительно световые* породы – сосна черная австрийская, псевдотсуга тиссолистная, сосна Веймутова, бархат амурский, ясень обыкновенный, ясень пенсильванский, черемуха Маака, орех серый, береза бумажная, клен серебристый, дуб черешчатый, рябина обыкновенная.

3. *Промежуточные, или средние*, породы – ель колючая форма голубая, клен ясенелистный, лещина обыкновенная, клен ложноплатановый, ольха черная, каштан конский.

4. *Относительно теневые* породы – пихта одноцветная, пихта Фразера, вяз шершавый, вяз обыкновенный, клен полевой, дуб.

5. *Теневые* породы – пихта сибирская, ель обыкновенная, клен остролистный, граб обыкновенный, липа крупнолистная, липа мелколистная.

Более современная шкала, составленная с учетом накопленного в лесоводстве опыта, имеет следующий вид (Мелехов, 1980).

1. Породы *невыносливые* или *маловыносливые к тени* – лиственница, береза, осина (и большинство других видов рода тополь), сосна обыкновенная, акация белая, арча, ясень.

2. *Умеренно-теневоносные* – дуб, ольха серая, клен остролистный, явор полевой, ольха черная, сосна крымская, ильмовые.

3. *Теневыносливые* породы – кедр корейский (сосна кедровая корейская), кедр сибирский (сосна кедровая сибирская), липа, граб, ель пихта, хемлок (тсуга), тис, самшит.

В литературе имеются сведения (Коновалов и др., 1977 и др.), что светолюбивые породы (сосна обыкновенная, лиственница, береза повислая, тополя, дуб черешчатый и др.) нуждаются в минимальном освещении на уровне 10-15% от открытого места, теневыносливые (липа, ель, пихта) – 1-3%.

7.4. Методы определения светолюбия древесных пород

Методов определения светолюбия растений предложено достаточно большое количество (Алехин, 1950; Нестерович, Маргайлик, 1969; Мелехов, 1980 и др.). Все они подразделяются на 5 групп: визуальные, измерительные, анатомические, фотометрические и физиологические. Согласно И. С. Мелехову (1980) методы следующие.

1. *Визуальные методы*. Основаны они на внешних признаках растений. Для древесных пород даются следующие сравнительные придержки.

Светолюбивые породы (береза, осина, лиственница, сосна обыкновенная, дуб)	Теневыносливые породы (пихта, ель, бук)
Древесина ядровая	Древесина безъядровая
Кора толстая, шероховатая	Кора тонкая, гладкая
Древостой физиологически светлые, быстро изреживающиеся	Древостой физиологически темные, медленно изреживающиеся
Очищение стволов от сучьев хорошее	Очищение стволов от сучьев замедленное
Семена мелкие, легко распространяются	Семена крупные, распространяются плохо
Плодоношение происходит чаще	Плодоношение происходит реже

Всходы не боятся экстремальных температур

Растения в молодом возрасте растут быстро

Концентрация хлорофилла в хвое и листьях ниже

Всходы подвержены воздействиям экстремальных температур

Растения в молодом возрасте растут медленно

Концентрация хлорофилла в хвое и листьях выше

Визуальные методы весьма субъективны. В данном случае не всегда так «срабатывает» признак, как он приведен в шкале.

2. *Измерительные методы.* Основаны на измерении линейных, объемных и весовых показателей растений.

Метод *Я.С. Медведева* (предложен в 80-е годы XIX в.). Основан на показателях относительной высоты деревьев, вычисляемой по отношению высоты дерева к его диаметру на высоте 1,3 м в сантиметрах; у светолюбивых пород отношение меньше, у теневыносливых – больше, относительная высота у березы принята за единицу (1,00). Недостаток этого метода заключается в основном в том, что на показатель относительной высоты влияет не только свет, но и плодородие почвы и другие факторы.

Метод *М.К. Турского и В. Никольского*. Основан на измерении сеянцев сосны и ели, выращиваемых в питомнике при различном уровне освещенности, дозируемом драночными щитами. На затенение сеянцы сосны и ели реагировали по-разному. Общее для них – это уменьшение размеров сеянцев с ухудшением освещенности, однако у растений сосны затенение отразилось сильнее, чем у растений ели. Подобный метод в Австрии применил Кизляр (в начале XX в.) с большим числом древесных пород, а затем Г.Ф. Морозов, используя для затенения марлю в 1, 3 и 5 слоев. Недостаток метода М.К. Турского и В. Никольского в том, что на рост растений экологические факторы действуют комплексно, а учитывается только освещение. Изменение освещения неизбежно ведет к сдвигу теплового режима, влажности воздуха и почвы и др.

3. *Анатомические методы.* Из них наиболее известен метод *И. Сурожа*, построенный на определении соотношения толщины палисадной и губчатой тканей листьев и хвои; чем порода светолюбивее, тем палисадная ткань больше. Недостаток данного метода заключается прежде всего в том, что даже в пределах одного дерева листья или хвоя, взятые из различных частей кроны, будут отличаться по соотношению палисадной и губчатой тканей (световые они или теневые). В целом же это соотношение зависит от многих причин.

4. *Фотометрические методы.* Они основаны на принципе поглощения солнечного света.

Метод австрийского ученого *И. Визнера* учитывает различия в потемнении фотобумаги, экспонируемой внутри нижней части крон исследуемых деревьев различных пород (где идет отмирание крон). У светолюбивых пород фотобумага засвечивается сильнее. За эталон принято засвечивание фотобумаги на открытом месте. Конечно же, трудно методически безупречно подобрать дерево и место в кроне для экспонирования фотобумаги, а оценка степени засвечивания ее исключительно субъективна. Деревья с сильнопроницаемой для света кроной светолюбивы, со слабопроницаемой – теневыносливы. Кроме того, фотобумага преимущественно воспринимает менее активные в фотосинтезе сине-фиолетовые лучи. т. е. она искажает картину светолюбия растений. *И. Визнер* установил для разных пород минимум освещения, при котором листья или хвоя на грани их отмирания могут еще осуществлять фотосинтез. Эти показатели следующие: самшит – $1/100$ от открытого места, бук – $1/80$, клен – $1/55$, ель – $1/36$, дуб – $1/26$, сосна и тополь – $1/11$, береза – $1/9$, ясень – $1/6$ и лиственница – $1/5$. Таким образом, породы, деревья которых имеют крону сильнопроницаемую для света, светолюбивы, слабопроницаемую – теневыносливы.

Фитоактинометрический метод Л.А. Иванова. Основан на разнице температуры между термометрами с шариками, помещенными в резервуары, один из которых заполнен чистым толуолом, другой – смесью толуола и хлорофилла; шарики поглощают разное количество

света и дают неодинаковые показания. Больше нагревается резервуар со смесью толуола и хлорофилла. По разработанным переводным коэффициентам устанавливается степень светолюбия растений. Чем больше поглощается лучей хлорофиллом, тем светолюбивее древесная порода. Этот метод в отличие от предыдущего воспринимает все лучи, особенно активные (красно-оранжево-желтые) в фотосинтезе, поэтому он более точен.

5. *Физиологические методы* основаны на определении уровня света для порога ассимиляции.

Метод *В.Н. Любименко*. По этому методу порог ассимиляции определяется в вегетационном ящике путем установки различной минимальной интенсивности светового довольствия, при котором начинается ассимиляция (усвоение CO_2). Уровень освещенности от газовой горелки дозируется размером окна с матовым стеклом, через которое свет поступает в вегетационный ящик. Нужные размеры окна обеспечиваются подвижными шторками. Испытывались листья или хвоя, помещенные в пробирки. Автор установил, что усвоение CO_2 начиналось у бука при размере окна 4 см^2 , пихты, липы, тиса – 9, сосны – 49, березы – 64, лиственницы и белой акации – при 100 см^2 . Недостаток метода в том, что изучаются не растения, а лишь отдельные листья и хвоя и, кроме того, в вегетационном ящике использовалась концентрация CO_2 8%, тогда как в природе она 0,032%.

Метод *ассимиляционных колб Л. А. Иванова и Н. Л. Коссович*. В колбах определяется баланс фотосинтеза и дыхания растений или их частей по концентрации CO_2 и O_2 ; уровень светолюбия устанавливается по интенсивности света, при которой у растений уравнивается дыхание и ассимиляция. Недостатки этого метода в слабых чувствительности растений и точности показателя, в оторванности растений от среды, особенно когда используются их части, в изменении параметров среды по отношению к естественным условиям и т. п.

В настоящее время имеются более совершенные приборы для определения фотосинтеза растений, а следовательно, и для установления степени их светолюбия.

7.5. Влияние света на лесные насаждения

Главным фактором дифференциации деревьев в древостоях по росту и положению в пологе является свет (Нестерович, Маргайлик, 1969). Приводя к дифференциации деревьев, свет продолжает играть ведущую роль в их росте и развитии, обуславливая лучшие условия для более крупных деревьев и худшие для мелких, находящихся под основным пологом. По результатам исследований Н.И. Казиминова (1971), в ельниках Карелии освещенность деревьев в зависимости от принадлежности к классам Крафта по отношению к таковой открытого места составила, %: I – 60-70, II – 30-35, III – 13-39, IV и V – 7-17. В свою очередь, различный уровень освещенности ведет к неодинаковому формированию соотношения световой и теневой хвои и листьев по категориям деревьев (табл. 6.), а следовательно, и к различной их продуктивности. Деревья IV и V классов без световой хвои фотосинтезируют очень слабо, не имеют перспектив на дальнейший рост. Их вырубка улучшит лесорастительные условия для остающихся деревьев. Эффективность суммарного фотосинтеза древостоев обеспечивается не общим количеством хвои, а долей участия в ней светового типа.

Таблица 6

Соотношение хвои разных типов у деревьев ели во взрослых насаждениях в условиях Белоруссии (по Нестеровичу и Маргайлику, 1969), %

Класс дерева (по Крафту)	Тип хвои		
	Световая	Промежуточная	Теневая
I	30	32	38
II	22	35	43
III	13	37	50
IV	-	42	58
V	-	26	74

Важнейшее значение для светового довольствия в насаждениях имеет полнота древостоев. Чем она выше, тем активнее идет диффе-

ренциация деревьев по размерам и положению в пологе и тем больше деревьев низших классов идет в отпад, а также активнее идут процессы очищения стволов от сучьев. По данным различных авторов, наиболее активные приросты деревьев по высоте и диаметру достигаются при полноте древостоев 0,8 для теневыносливых древесных пород и 0,7 – для светолюбивых. В этих случаях идет удовлетворительное очищение стволов от сучьев и формируется лучшее качество древесины. При низких полнотах мощное развитие получают кроны деревьев, стволы плохо очищаются от сучьев и в древесине большую долю занимает ранняя (рыхлая) часть годовичных колец. В перегущенных древостоях, наоборот, процессы роста замедляются, качество древесины также не достигает лучших показателей. Очень важно, чтобы деревья получали равномерное освещение со всех сторон, а противном случае формируются эксцентрические стволы, поскольку прирост в сторону света идет активнее. Рядом исследователей установлено, что по способности фотосинтеза более продуктивными оказались деревья с узкими островершинными и компактными кронами по сравнению с широкими и глубокими кронами. По данным В.Г. Атрохина (1985), оптимальным освещением деревьев в древостое считается, когда 80% кроны открыто солнечному свету.

Полнота, состав и структура древостоев определяют световую обстановку под их пологом. При высоких полнотах и густом пологе древостоев нижние ярусы растительности получают мало света. Поэтому они или слабо развиты, или даже отсутствуют. Например, в густом ельнике их почти нет или они представлены слабо развитыми теневыносливыми растениями. Из подлесочных пород высокой теневыносливостью отличается липа. Из травяно-кустарничкового покрова теневыносливы зеленые мхи, кислица, ландыш, черника, папоротник орляк и др. После удаления древостоя они погибают. К светолюбивым подлесочным породам относятся вереск, малина, из травяно-кустарничкового покрова наибольшей требовательностью к свету отличаются злаковые растения, кипрей. Светолюбивые растения, имея слабое развитие под пологом высокополнотных древостоев, после их

уборки получают мощное развитие, особенно злаки, ухудшая лесорастительные условия и препятствуя появлению нового поколения леса. Под пологом насаждений наибольшая видовая насыщенность подлеска и травяно-кустарничкового покрова наблюдается при средних полнотах древостоев (0,5-0,7).

В прямой зависимости от освещенности в насаждениях находится процесс появления и роста самосева, а затем и подроста. Наилучшие световые условия для светолюбивых пород (сосна, дуб) создаются при полноте древостоев 0,4-0,5 (Луганская, Луганский, 1978; Зябченко, 1984; Санников, Санникова, 1985; Новикова, 1985; и др.), для темнохвойных (ель, пихта, кедр) – 0,6-0,7 (Чмыр, 1977). При меньших полнотах получают большое развитие нижние ярусы растительности, которые препятствуют появлению и росту самосева и подроста. В насаждениях с полнотой древостоев 0,8 и выше сосна в подросте на Урале, сохраняя жизненные потенции, может произрастать до возраста 15-20 лет, ель – 30-35 лет. При недостатке света растения подроста замедляют прирост по высоте, но продолжают расти боковыми ветвями, в связи с чем формируют зонтикообразную крону, хвоя приобретает желтоватый оттенок. У дуба при недостатке света самосев в возрасте 4-5 лет превращается в торчки. Без улучшения световой обстановки его подрост в дальнейшем отмирает и заменяется новым поколением.

Приток света к почве обеспечивает более быстрое разложение подстилки, активизирует жизнеспособность почвенной биоты. По данным А.А. Молчанова (1978), высокая интенсивность света способствует усилению развития корней деревьев.

7.6. Свет и плодоношение насаждений

Плодоношение (семяношение) – важнейший лесоводственно-биологический процесс насаждений. Прежде всего семена древесных пород нужны для воспроизводства насаждений и для лесной дикой фауны в кормовых целях. Продуцируют ягоды, плоды, орехи многие

растения древесных и подлесочных пород, а также представители травяно-кустарничкового покрова. Эти растительные ресурсы используются лесной дикой фауной в качестве корма и представляют собой продукты побочного пользования для человека. Уровень урожайности генеративных органов растений в лесных насаждениях во многом зависит от условий освещенности (наряду, конечно, с другими экологическими факторами).

В расчете на одно дерево плодоношение тем выше, чем реже древостой. В припышминском 175-летнем сосняке на Урале, по данным С.Н. Санникова и С.С. Санниковой (1985), с уменьшением полноты от 1,3 до 0,5 плодоношение увеличилось в 5 раз. Однако наиболее высокий суммарный урожай семян наблюдается при определенных полнотах. Для припышминских сосняков оптимальная полнота составляет 0,6-0,7, а с полнотами ниже 0,3 и выше 1,2 семяношение резко снижается. Подобная связь семяношения с полнотой древостоев у сосны и лиственницы отмечена и для других географических регионов (Естественное возобновление..., 1962; Бойченко, 1970). В насаждениях темнохвойных пород более производительны по семяношению древостои с полнотой на одну-две единицы выше по сравнению с сосняками. Основной вклад вносят наиболее крупные деревья (I-III классов Крафта), деревья V класса семян не дают, деревья IV класса плодоносят незначительно. Число плодоносящих деревьев в насаждениях увеличивается в направлении с севера на юг. В сосняках Средней Сибири V и VI классов возраста число плодоносящих деревьев составляет (Кузьмина, 1991) в среднетаежной подзоне 60, а в южно-таежной – 80%.

Оптимальная полнота для кедровников в расчете на максимальный урожай «орехов» (семян) составляет в различных лесорастительных условиях Урала от 0,3-0,5 (Соловьев, 1955; Кирсанов, 1981) до 0,7 (Зубов, 1969). Для формирования специальных кедросадов густота древостоев кедра в расчете на 1 га должна быть согласно данным Н.П. Мишукова (1976) 100–150, а по данным Е.П. Смолоногова (1990а,б) – даже 80-100 деревьев. Наиболее продуктивным по плодо-

ношению деревом будет то, у которого в наибольшей мере освещена крона. В связи с этим дифференциация деревьев кедров в древостое по росту и положению в пологом обуславливает различный вклад в плодоношение их в зависимости от класса Крафта. Согласно данным Ф.А. Соловьева (1955) 70% урожая у кедров на Урале дают деревья I и II классов, на долю деревьев III класса приходится 16%. По данным В.А. Кирсанова (1981), Е.П. Смолоногова, В.А. Кирсанова (1986) также для условий Урала, деревья кедров I и II классов обеспечивают 90% урожая, III класса – 10%, деревья IV и V классов урожая не дают. Приблизительно такое же распределение урожая семян по классам Крафта отмечается по сосне (Бойченко, 1970) и другим породам. Однако деревьев I и II классов в древостоях, как известно, немного. Таким образом, чтобы повысить эффективность плодоношения древостоев, необходимо их разредить до оптимальной полноты, убрав неплодоносящие и мало плодоносящие деревья.

В зависимости от освещенности, а также связанного с ней количества тепла, поступающего к деревьям в древостоях, по-разному плодоносят различные части крон (Естественное возобновление..., 1962; Бойченко, 1970; Мелехов, 1980; и др.). Исследованиями А.М.Бойченко (1970) в Северном Зауралье установлено, что как у одиночно стоящих деревьев сосны или в разреженных древостоях, так и в древостоях с сомкнутостью крон 0,7 и выше шишки в основном расположены в верхней и средней третях крон, причем чаще больше шишек дает средняя треть кроны. Нижняя треть шишек дает незначительное количество. В Горном Алтае (Естественное возобновление..., 1962) у лиственницы сибирской также в наибольшей мере плодоносит средняя треть кроны, верхняя треть плодоносит на 10-15% меньше по отношению к средней трети, а нижняя треть плодоносит совершенно незначительно. Различный вклад в плодоношение вносят сектора крон по отношению к странам света. По данным А.М. Бойченко (1970), в условиях Северного Зауралья у сосны 30-90% шишек дает южный сектор крон. Северный сектор крон продуцирует шишек крайне мало.

В прямой зависимости от световых условий находится плодоношение растений нижних ярусов растительности. По данным А.И. Артемьева и В. Г. Боголепова (1983), в условиях Архангельской области урожай клюквы под пологом древостоев в одинаковых лесорастительных условиях с полнотой связан так, кг/га: при полноте 0,6-0,7 – 30-50, 0,3-0,4 – 60-100 и 0,2 – 400. Для других дикоросов и географических регионов оптимальные полноты с целью формирования максимальных урожаев растений нижних ярусов насаждений могут быть иные. В условиях Украины (Справочник лесоведа, 1990) для брусники они составляют 0,4-0,6; черники – 0,6-0,8; клюквы – 0,1-0,3; голубики – 0,1-0,4, ежевики – 0,2-0,5. Малина лучше всего плодоносит на открытых местах (вырубки, гари) или при полноте древостоев 0,1-0,4.

7.7. Влияние лесных насаждений на свет

Поступающая к пологу леса световая радиация (ФАР) в сильной мере перераспределяется лесными насаждениями. По данным В.А. Алексеева (1965), В.А. Алексеева и К.И. Кобак (1965), среднеполнотные сосняки 4-6% ее отражают, а около 60% поглощают. К нижним ярусам растительности доходит, следовательно, около 35% от светового потока. Л.А. Кайрюкштис (1965) для лиственно-елового высокополостного насаждения Латвии приводит такие показатели: древостои I яруса отражают и поглощают 86-96% света, 3-8% проникшей далее световой радиации, отражает и поглощает II ярус древостоя и только 0,5-3% приходится на долю подроста. В таком насаждении света к травяно-кустарничковому покрову и почве почти не поступает. Кроме того, в густом темнохвойном насаждении абсолютно (60-98%) преобладает рассеянный свет, тогда как на открытом месте его доля более 50%.

Роль лесного насаждения в перераспределении света зависит от многих факторов. Если обратиться к вышеприведенным данным, то видно, что чем более сомкнут древостой, тем меньше поступает под

его полог света. Однако и породный состав древостоев также влияет на перераспределение света (Основы..., 1964; Алексеев, 1965; Кайрюкштитс, 1965; Протопопов, 1975; Коновалов и др., 1977; Гульба и др., 1983). Светолюбивая сосна под полог среднеполнотного древостоя пропускает значительно больше света (до 35%), чем высокополнотный лиственнично-еловый древостой (близко к 0). Н. А. Коновалов и др. (1977) такие приводят данные о поглощении в летнее время пологом спелых древостоев ФАР в зависимости от породного состава, %: ельник – 80-85, дубняк – 75, сосняки и лиственничники – 65, березняки и осинники – около 70. Из этих данных видно, что чем светолюбивее древесная порода, тем она пропускает больше света под полог своего древостоя. Более сложные по строению древостои пропускают под полог меньше света. Сосновые спелые модальные насаждения пропускают 35 ФАР, а тот же сосняк, но со II ярусом из ели – только 0,5% (Коновалов и др., 1977).

При одних и тех же полноте и породном составе древостоев наименьшее количество света проникает под полог в жердняках, когда наблюдается наибольшее развитие ассимиляционного аппарата у деревьев. С повышением возраста и относительным сокращением ассимиляционного аппарата количество проникающего света под полог усиливается (Основы..., 1964; Алексеев, 1965; Алексеев, Кобак, 1965; Коновалов и др., 1977 и др.). По наблюдениям в густом дубняке (Основы..., 1964) световой поток под пологом по отношению к открытому месту составил в возрасте 20 лет 2, 35-70 лет – 4 и в возрасте 230 лет – 6%.

Пропускание света под полог древостоя зависит еще от ряда причин (Алексеев, 1965): сезона года, облачности, высоты стояния солнца, плодородия почвы, ветра.

Лесное насаждение перераспределяет не только количество, но и качество света. Согласно А.П. Шенникову (1950) свет под пологом насаждений состоит из следующих компонентов:

– рассеянного света от неба и облаков, прошедшего через просветы между листьями (хвоей);

- рассеянного света, отраженного вниз листьями (хвоей);
- рассеянного света, прошедшего сквозь листья (хвою);
- прямых солнечных лучей в ясные дни в виде бликов.

Значительный вклад в уровень освещенности лесных насаждений вносят солнечные блики. Хотя они несут только 25-50% интенсивности света открытого места (Шенников, 1950), их значение для жизни нижних ярусов растительности велико.

Полог лесных насаждений изменяет спектральный состав проходящего через него света. Поскольку в основном поглощаются красные, оранжевые, желтые и частично синие лучи, наиболее важные для фотосинтеза, к нижним ярусам растительности и почве проникает качественно ухудшенный свет, состоящий в основном из зеленых лучей (Основы..., 1964).

По данным В.В. Протопопова (1975), наиболее сильной трансформирующей способностью по отношению к световой энергии в пределах темнохвойной формации таежной зоны обладают старшевозрастные еловые, затем кедровые насаждения и менее значительной – елово-лиственненные и кедрово-лиственненные молодняки.

7.8. Пути повышения эффективности использования света лесными древостоями

Деревья для своей жизнедеятельности используют совершенно незначительное количество света, приходящего к ним. Коэффициент использования света усредненно у хвойных пород составляет всего 1-2, у лиственных – 3-5%. Естественно, в связи с этим древостои, различные по составу и морфологической структуре (полноте, ярусности и т.п.), используют свет в различных количествах. Кроме того, на этот процесс влияют географическое положение местности, лесорастительные условия, технический уровень хозяйства в лесу.

По наблюдениям в различных регионах и лесных насаждениях установлено (Основы..., 1964; Молчанов, 1978; Гирс, 1986; Полевой, 1989; Козубов, Бобкова, 1990; Одинак и др., 1990; Юревич, 1990; и др.),

что коэффициент использования света на фотосинтез, поступающего к древостоям, неодинаков. Еловые и сосновые древостои за вегетационный период утилизируют света 0,4-2% от его общего количества, лиственные – 1,7-3,7%, т. е. значительно (в 2-4 раза) больше. А.Я. Орлов (1984) приводит более высокие показатели использования света на фотосинтез: сосняки используют 2,9, березняки – 5,3%. Чем лучше лесорастительные условия, тем больше света поглощается на фотосинтез. По данным Г.М. Козубова и К.С. Бобковой (1990), еловые и сосновые насаждения в северной подзоне тайги Европейского Севера Российской Федерации имеют коэффициент использования света 0,4-1%, тогда как в средней подзоне он значительно выше – 0,6-1,6%. Если брать почвенно-гидрологические условия в одном географическом регионе, то наименьший коэффициент характерен для сфагново-болотных местоположений. Большая разница в показателях коэффициента использования света между коренными и производными древостоями. В Карпатах, в верховьях бассейна Днестра (Одинак и др., 1990), коренные букняки и буково-пихтовые древостои имеют коэффициент 1,7-3,7%, а производные от них грабовые насаждения – только 1,8%. Для условий же Карпат С.И. Юревич (1990) приводит такие показатели коэффициента: у коренных насаждений из сосны горной он 2,5%, а у производных лиственных насаждений – 0,8-0,9.

Очень важное значение для лесоводства имеет даже незначительное повышение коэффициента использования света, которое ведет к перестройке всех процессов метаболизма насаждений и увеличивает производительность древостоев и продуктивность насаждений в целом. хозяйственных мероприятий для этого много. Исходя из литературных материалов и результатов исследований авторов, ряд возможных мероприятий следующий.

1. Разреживание древостоев. Этот прием достигается рубками различного назначения. Приток света увеличивается в результате этого в несколько раз, улучшается и его качество, что влечет за собой изменение в лучшую сторону всего комплекса микроэкологических факторов.

2. Предотвращение смены коренных лесных древостоев на менее продуктивные производные.

3. Выращивание в каждом конкретном случае насаждения тех пород, которые в наилучшей мере отвечают имеющимся лесорастительным условиям (принцип биоэкоза).

4. Формирование древостоев из более продуктивных и быстрорастущих древесных пород. В таежных условиях Урала такими породами являются лиственница Сукачева и кедр сибирский. Эффективно также использование некоторых пород-интродуцентов.

5. Перспективно выращивание древостоев из внутривидовых форм, обладающих лучшими качественными показателями: по техническим свойствам древесины, обилию плодоношения (например кедр сибирский), форме крон (на 1 га из узкокронных форм деревьев формируется более производительный древостой, чем из ширококронных) и т.п.

6. Формирование древостоев с оптимизированными параметрами по составу, ярусности, густоте.

7. Обрезка нижних ветвей у деревьев, несущих теневые листья или хвою, которые тратят на дыхание больше органического вещества, чем его синтезируют.

8. Улучшение условий среды произрастания древостоев в необходимых случаях (применение минеральных удобрений, известкование кислых почв, гипсование щелочных почв, осушение, обводнение).

Безусловно, перечисленными мероприятиями их набор для повышения использования света лесными древостоями не исчерпан.

Контрольные вопросы

1. Назовите виды света, их соотношение.
2. Для каких процессов жизни леса нужен свет?
3. Шкала светолюбия древесных пород.
4. Визуальные методы определения светолюбия древесных пород.

Электронный архив УГЛТУ

5. В чем суть измерительных, анатомических, фотометрических и физиологических методов определения светлюбия древесных пород (примеры)?
6. Структурные типы хвои и листьев по отношению к свету и их долевое участие по классам Крафта.
7. Оптимальные полноты древостоев светолюбивых и теневыносливых пород для семяношения и лесовозобновления.
8. Какие показатели пропускной способности света характерны для древостоев различных лесных формаций и полнот?
9. Как проявляется перераспределение спектра света в лесу?
10. Какую часть солнечного света используют на фотосинтез хвойные и лиственные породы?
11. Какие древесные породы в тайге Урала наиболее продуктивные?
12. Какими мероприятиями в лесу можно увеличивать коэффициент использования света для фотосинтеза?
13. Какой биологический смысл в обрезке нижних ветвей деревьев в связи с уровнем использования света на фотосинтез?

8. ЛЕС И ВЛАГА

8.1. Виды осадков и влаги

Основной источник влаги для леса – осадки. Количество их варьирует по географическим регионам и сезонам года. В таежной зоне выпадает 500–800 мм осадков в год. По физическому состоянию осадки подразделяются на *жидкие* и *твердые*. В таежной зоне 50-60% осадков жидкие. По форме выпадения осадки *метеорные* (вертикальные) и *конденсационные* (горизонтальные). Виды осадков следующие: *дождь и снег* – метеорные осадки, обеспечивающие основную долю всего количества выпадающих осадков; *крупа* – метеорный вид твердых осадков, представляющий собою небольшие по размерам жесткие снежинки («снежный песок»); *град* – метеорный вид твердых осадков, представляющий собой кусочки льда в основном в виде шариков; *изморозь* – конденсационные кристаллические осадки, образующиеся на ветвях деревьев во время морозов при тумане; *иней* – осадки в виде отдельных ледяных игл, образующихся в результате конденсации водяных паров при температуре ниже 0 °С; *ожеледь* (гололед) – конденсационные осадки в виде сплошного налета льда, образующегося при соприкосновении сильно охлажденных деревьев в лесу с более теплым воздухом, насыщенным водяным паром, толщина слоя льда может достигать 3-5 см; *туман* – мелкие капельки воды в приземном слое воздуха, которые могут конденсироваться в виде росы, изморози, инея, ожеледи или непосредственно поглощаться растениями; *конденсационные пары* – водяной пар воздуха и почвы, участвующий в формировании конденсационных осадков. Важное значение в лесу, в частности для обеспечения влагой всходов древесных пород, играет роса. *Роса* – это конденсационные осадки в виде отдельных капель на поверхности почвы, растений, образуемые при переходе воды из газообразного состояния в атмосферном воздухе в жидкое.

Электронный архив УГЛТУ

По исследованиям Н.Н. Шевелева (1981), в темнохвойных горных лесах Среднего Урала количество росы за вегетационный период составляет на вырубках до 15 мм, под пологом насаждений - до 5 мм. По данным В.В. Протопопова (1975), в Западных Саянах в августе — сентябре количество росы составило на открытом месте 32,3 мм, под пологом темнохвойного насаждения – 2,4 мм.

В горных условиях леса «прочесывают» облака, которые через них проходят. В результате на поверхности всех частей деревьев образуется водяной налет. Сначала он идет только на смачивание поверхностей, а затем образуются капли, выпадающие внутрь насаждений. Этот процесс А.Д. Заморский (1955) назвал *наморосью* (осадки облачных туманов). Наморось в темнохвойных горных лесах на Среднем Урале изучал Н.Н. Шевелев (1981). Им установлено, что чем выше в горы, тем больше намороси. Она образуется в основном на западном макросклоне, поскольку к восточному макросклону при переходе через хребет облака в основном разрушаются. Количество воды за вегетационный период за счет намороси составляет в отдельные годы на различных высотных уровнях гор 10-50 мм.

Доля конденсационных осадков по отношению к их общему количеству в лесах варьирует в большой степени. По данным В. В. Протопопова (1975), в кедровниках Западных Саян только в зимнее время образуется осадков за счет конденсационных паров воздуха 7-10% от их общего количества. В темнохвойных горных лесах Среднего Урала (Висимский заповедник), согласно данным Н.Н. Шевелева (1981), конденсационные осадки составляют 10-15% от количества метеорных осадков. По данным В.В. Рахманова (1971), В.И. Таранкова (1988) и др., во влажных горных странах на долю конденсационных осадков приходится 20-25%, а при более благоприятных условиях – 50%. В регионах с континентальным климатом в среднем их доля 5-10%. Значительный вклад в обводнение территории на Урале вносят конденсационные осадки, формируемые гольцовым поясом гор, что исследовано и показано П. Л. Горчаковским (1975).

Влага, непосредственно влияющая на лес, по своим особенностям и характеристикам подразделяется на 5 видов: осадки; водяной пар воздуха и почвы; почвенная влага; грунтовые воды; воды рек, озер и других водоемов. Возможно, целесообразно считать еще один вид влаги. Это законсервированная влага в растениях, особенно в деревьях, которая в отдельные периоды года (за счет интенсивного обезвоживания) переходит в атмосферу. Причиной этого может быть длительная сухая погода, тем более суховей, в летнее время и длительное стояние низких температур зимой. Вне экстремальных условий водный баланс растений сохраняется в обычных естественно протекающих режимах. Он остается более или менее стабильным (безусловно, с учетом естественных климатических и погодных флуктуаций).

8.2. Значение влаги для жизни леса

Влага, как тепло и свет, является прямым экологическим фактором. Без воды нет жизни. В древесных растениях она постоянно присутствует, составляя от общей массы растения 50–98% (Шенников, 1950). По различным оценкам (Мелехов, 1980; Лесная энциклопедия, 1986), минимальная потребность леса во влаге составляет 150–700 мм.

Влага в жизни леса выполняет многогранную роль (Алехин, 1950; Шенников, 1950; Кислова, 1986; Полевой, 1989; Смоляк и др., 1990 и др.). Прежде всего отметим важнейший физиологический процесс – транспирацию растений. Количество транспирируемой воды растениями изменяется из-за многих причин: географического положения местности (в южных широтах транспирация активнее), сезона года (наиболее высокие темпы роста растений сопровождаются активной транспирацией), состояния погоды и времени суток (она более интенсивна при жаркой погоде и в полуденное время), породного состава древостоев, условий местопроизрастания (при наличии в почве больших запасов влаги транспирация активнее), наличия ветра (ветер способствует усилению транспирации), возраста древостоев, относи-

тельной влажности воздуха и т.п. Транспирация имеет два типа: устьичную и кутикулярную, через кутикулу тканей. Основное физиологическое значение принадлежит устьичной транспирации, которая несравненно больше по объему по отношению к кутикулярной.

Влага нужна также для фотосинтеза растений. Однако непосредственно на этот физиологический процесс влаги требуется немного, по разным оценкам от 0,002% от поглощенной воды растениями (Смоляк и др., 1990) до 0,2–0,5% (Шенников, 1950). Однако активные процессы фотосинтеза могут протекать только при достаточно высоком уровне устьичной транспирации.

Непосредственно при наличии воды идут процессы роста и развития растений, наращивается органическая масса, протекают цветение и плодоношение, ослабляется конкурентная борьба между компонентами насаждения, популяциями и индивидуумами растений, обеспечивается всхожесть семян растений, формируется лесовозобновление. В частности, в условиях Восточного Зауралья с дефицитом влаги в поздневесеннее и раннелетнее время для активного прорастания семян сосны влажность субстрата от его объема должна быть, по данным С.Н. Санникова (1976), 45% при минимальном уровне 15 и максимальном 80%.

Вода захватывает из атмосферы и привносит в почву органический азот, фосфор, калий, кальций, магний, органический углерод (Молчанов, 1978). Кроме того, вода, проходя через полог древостоя и другие ярусы растительности, смывает пыль и часть сухого вещества, образованного растениями в процессе метаболизма, и также обогащается азотом и минеральными элементами.

Небольшое количество воды стекает по стволам деревьев.

Вода выполняет еще многие другие функции. Она служит растворителем, емкостью и транспортом для элементов пищи, обеспечивает осмотическое давление и тургор у растений, при дыхании участвует в окислительных процессах, регулирует температуру растений и их органов, служит средой обитания водорослей, распространяет семена (например, ольхи черной, ив). Растениям вода необходима, как и

другие экологические факторы, в оптимальных количествах и в то время, когда она нужна в соответствии с онтогенетической, сезонной и суточной ритмикой роста и развития. Недостаток или избыток воды одинаково отрицательно отражается на жизни растений и лесного насаждения в целом. Недостаток влаги в почве ведет к ослаблению всех физиологических процессов растений, снижая их рост, цветение, плодоношение, устойчивость к другим неблагоприятным факторам. Особенно тяжелые последствия могут возникнуть на фоне высоких летних температур. Иногда от недостатка влаги гибнут как отдельные деревья, так и целые насаждения (например, пойменные дубравы, Рожков, Козак, 1989). Особенно пагубны суховеи.

8.3. Отношение древесных пород к влаге.

Шкала отношения

Древесные породы эволюционно приспособились произрастать в огромном диапазоне увлажнения: от полного произрастания в воде (мангровые леса, болотный кипарис, черная ольха, некоторые виды ив) до практически безводных пустынь (черный саксаул). Однако, имея определенные требования к условиям влажности, древесные породы в тех или иных условиях ведут себя неодинаково. Даже одна и та же древесная порода, например сосна обыкновенная, может произрастать как на исключительно сухих песчаных почвах, так и в условиях непроточного переувлажнения на болотах. Чем лучше общий фон лесорастительных условий, тем в меньшей мере древесная порода предъявляет требований к условиям увлажнения. Изменяется потребность в воде у древесных пород в зависимости от возраста деревьев (большая потребность наблюдается в период наиболее высоких темпов роста), сезона года (летом, естественно, она выше), части вегетационного периода (она выше при активных процессах роста), времени суток (она выше в полуденные часы), состояния погоды и других причин. Отношение древесных пород к влаге (от менее требовательных к более требовательным) видно из нижеприводимой несколько сокращенной шкалы П. С. Погребняка (Мелехов, 1980):

Электронный архив УГЛТУ

- ультраксерофиты – саксаул, можжевельники, фисташка, пушистый и пробковый дубы;
- ксерофиты – крымская и обыкновенная сосны, лох, облепиха, вяз мелколистный (карагач), ива шелюга;
- ксеромезофиты – черешчатый дуб, остролистный и полевой клены, яблоня;
- мезофиты – липа, граб, лиственница, бук, каштан, береза повислая, осина, кедр сибирский, пихта, ильм, бузина;
- мезогигрофиты – береза пушистая, ольха серая, осокорь, ивы козья, серебристая и ломкая, черемуха;
- гигрофиты – черная ольха, ивы серая, ушастая и лапландская.

Эта шкала разработана в условиях лесостепи европейской части Российской Федерации. Важно учитывать некоторые специфические особенности отношения аборигенных таежных древесных пород к влаге. По исследованиям Н.П. Поликарпова и др. (1986), в условиях тайги Сибири хвойные древесные породы для нормального развития требуют следующее количество влаги, мм: сосна обыкновенная и лиственница даурская – 200, лиственница сибирская – 300, ель сибирская – 330, кедр сибирский – 450, пихта сибирская – 500. Кедр сибирский, пихта сибирская и ель сибирская очень чувствительны к недостатку влажности почвы и воздуха, ель обыкновенная не выносит застойного увлажнения, кедр сибирский и лиственница в переувлажненных условиях способны давать придаточные корни. Многие таежные древесные породы в состоянии анабиоза переносят кратковременное затопление. В период вегетации они на затопление реагируют болезненно.

8.4. Положительная роль снега

В умеренных и северных широтах большую роль в лесу выполняет снег не только как источник влаги, но и как биогеоэкологический фактор. Прежде всего снег в своей толще и под ним создает особый микроклимат. Разница температур на поверхности снега и под ним

при высоте 15-20 см в холодные периоды зимы достигает 15-20 °С. На Урале при высоте снега 40–50 см и температуре воздуха –40 °С температура на поверхности почвы под снегом не опускается ниже –5 °С. Почва в лесу промерзает на небольшие глубины или совсем не промерзает по отношению к открытому месту с меньшими запасами снега. В связи с этим почва весной раньше оттаивает, что положительно отражается на всех процессах жизнедеятельности леса, и обеспечивает инфильтрацию талой воды во внутренние слои почвы.

Толща снега в своих недрах предохраняет некоторые относительно теплолюбивые растения нижних ярусов растительности в насаждениях от обмерзания и вымерзания, защищает всходы и самосев чувствительных к экстремальным температурам древесных пород (ели, например). Ту же роль снег выполняет в горах по отношению к низкорослым деревьям и кустарникам, в плодово-ягодных садах. На Урале и в Сибири специально выращиваются стелющиеся формы деревьев плодовых пород с целью обеспечения их защиты от низких температур слоем снега, для этого же пригибается к почве и привязывается лоза малины. Выпадая осенью на талую почву, снег предохраняет молодые растения от выжимания, а выпадая поздней весной, губит вредных насекомых. Снег, будучи весной покрытый настом, способствует разносу семян древесных пород. Такое явление может наблюдаться и в зимнее время при оттепелях. Снег в лесу обеспечивает естественную стратификацию семян, которые в ней нуждаются. Он защищает нижние ярусы растительности от непосредственного (контактного) воздействия аэропромвыбросов, поскольку весной при таянии снега промышленные поллютанты или просачиваются в почву, или выносятся с поверхностным стоком из лесного насаждения. При лесозаготовках подрост стараются сохранить, однако часть его неизбежно губится; снег в своих недрах защищает подрост, и отпад его значительно сокращается. Это имеет важное лесоводственное значение.

8.5. Отрицательное влияние твердых осадков на лес

Снег не только выполняет в лесу значительную положительную роль, но часто имеет отрицательное проявление. Выпадая поздней весной и сопровождаемый морозом, он наносит вред цветению и плодоношению древесных растений, а также гнездованию полезных птиц. Снег большой мощности затрудняет обитание лесных зверей. В частности, при его мощности более 0,5 м ограничивается передвижение кабана, более 0,7-0,8 м – оленей, более 1 м – лосей. Большой вред лесу наносит снеговал. *Снеговал* – деревья, вываленные с корнями под тяжестью мокрого, налипшего на крону снега. От снеговала на Урале чаще всего страдают сосновые молодняки. Иногда под тяжестью снега деревья не вываливаются, а ломаются. Это явление называется *снеголомом*, при котором обламываются ветви и сучья. От снеголома чаще и сильнее страдают хвойные породы, особенно сосна. Из лиственных пород чаще страдает от него осина, возможно, в силу развития внутренних гнилей. Ель и пихта от снеговала и снеголома страдают меньше, поскольку у их деревьев формируются конические кроны, а ветви гибкие, упругие и наклонены вниз. С крон деревьев ели и пихты снег легко соскальзывает, не задерживаясь на них. В наибольшей степени от снеговала и снеголома страдают молодняки и жердняки; старшевозрастные древостои или не подвержены этим явлениям, или подвержены в небольшой степени. Больше всего страдают от снега древостои густые, одновозрастные, простые по форме, т.е. без ярко выраженной вертикальной сомкнутости. Менее устойчивы к снеговалу и снеголому тонкие, вытянутые (этиолированные) деревья. В лесу наблюдаются случаи формирования двух-трехвершинных деревьев пихты и осины, что происходит в результате обламывания вершин и замещения главного побега боковыми. Основным средством борьбы со снеговалом и снеголомом является формирование древостоев оптимальной густоты, смешанного состава с вертикальной сомкнутостью. Чаще всего этого можно достичь рубками.

Сильный навал снега иногда повреждает всходы и самосев древесных пород, а также лесные культуры. Снег влияет непосредственно или, что наблюдается чаще на лесокультурных площадях, путем приваливания к культивируемым растениям растений травяно-кустарничкового покрова.

Значительный урон лесу наносит *град*. Он повреждает (побивает или оббивает) цветки, плоды, почки растений, ветви деревьев, наносит на стволы раны и др. В питомниках, на вырубках, лесокультурных площадях градом повреждаются молодые растения древесных пород, иногда до полного уничтожения. *Изморозь и ожеледь* также наносят вред древесным растениям. В результате их влияния обламываются ветви, переламываются стволы. Особенно вредна ожеледь, часто наблюдаемая, например, на Северном Кавказе. Здесь в сильной мере повреждаются деревья почти всех древесных пород. В 40-летнем березняке темнохвойных горных лесов Среднего Урала Н.Н. Шевелев (1981) наблюдал отложение изморози в количестве 7,63 кг на 1 кг ветвей деревьев. Такой нагрузки ветви не выдерживают и ломаются.

Отметим еще снежные бури. Они отмечаются в основном в горах, на севере на пределе распространения лесной растительности, вблизи морских побережий. Ветер переносит жесткий снег (крупы, например), и под его влиянием в нижних частях стволов деревьев повреждается кора, это явление называется коррозией коры. Коррозия деформирует стволы, способствует грибным заболеваниям деревьев.

8.6. Роль влажности воздуха в жизни леса

Важное значение для леса имеет влажность воздуха. В.В. Протопопов (1975) считает, что существование темнохвойного леса возможно лишь при большой влажности воздуха в течение всего года. Оптимальный уровень относительной влажности воздуха для лесных растений составляет 60-80%. При такой влажности нормально протекают все физиологические процессы растений. Дефицит влажности воздуха усиливает физическое испарение и транспирацию влаги, вы-

зывая снижение тургора клеток у растений, а при большом и устойчивом дефиците проявляется увядание растений и может наступить их гибель. Особенно вредны суховеи. Суховеи поражают хвою и листья, которые краснеют, засыхают и опадают. На Среднем Урале иногда листопад у березы отмечается уже в конце июля – начале августа. В древостоях в наибольшей мере от дефицита влажности воздуха страдают деревья IV и V классов Крафта (Основы..., 1964), что объясняется их общей ослабленностью. Низкая относительная влажность воздуха повышает пожарную опасность в лесу, влечет за собой гибель всходов древесных пород.

Высокая относительная влажность, удерживающаяся в течение длительного времени, также вредна. На Северном и Среднем Урале иногда летом в течение нескольких недель влажность воздуха держится на уровне около 100%. В такие периоды в лесу практически прекращаются физическое испарение влаги и транспирация, снижаются до минимума ростовые процессы деревьев, задерживается созревание семян, ягод, плодов. В жаркую сухую погоду относительная влажность воздуха, имея наибольшие показатели утром, снижается в полуденное время, а затем к вечеру снова повышается.

По отношению к открытому месту в лесу относительная влажность воздуха всегда выше. Это объясняется тем, что температура воздуха в летнее время здесь ниже, скорость ветра меньше, сомкнутые кроны деревьев задерживают влагу, испаряющуюся с живого напочвенного покрова и почвы. Наблюдениями В.В. Протопопова (1975) в темнохвойных лесах Сибири (Западные Саяны) установлено, что в 13 час. в среднем за год разница в показателях относительной влажности воздуха в лесу и на открытом месте составляет 4-5%, а в спелых древостоях за вегетационный период – 5-9%. Разница в показателях небольшая, однако она существенно изменяет влагообмен растений. По данным В.В. Рахманова (1984), за летние месяцы в некоторых регионах страны и в различных лесных формациях эта разница относительной влажности воздуха достигает 12-15%, а по данным В.И. Таранкова (1988) – даже 20-25%.

В пределах лесного насаждения по высоте относительная влажность воздуха изменяется в значительных пределах. По данным А.А. Молчанова (1961), в дубовом лесу Воронежской области (лесостепь) в различные годы и месяцы наблюдений в течение вегетационного периода этот показатель у поверхности почвы составил 71-98%, на высоте 11,2 м – 49-76%. У поверхности почвы влажность воздуха была всегда выше в среднем на 22%, что создает хорошие условия увлажнения для нижних ярусов растительности и лесовозобновления.

Хвойные аборигены тайги по отношению к влажности воздуха располагаются в следующий ряд (от меньшей требовательности к большей): сосна обыкновенная, лиственница даурская, лиственница сибирская, ель сибирская, кедр сибирский, пихта сибирская (Поликарпов и др., 1986).

8.7. Водный баланс леса

Лес перераспределяет выпадающие осадки, формирует *водный режим*, представляющий совокупность явлений, определяющих поступление атмосферных и грунтовых вод в лес, использование их лесом, а также передвижение воды внутри леса и за его пределы. Общий водный режим той или иной территории складывается из водных балансов отдельных участков леса.

Водный баланс – соотношение прихода влаги к почве и расхода ее в результате жизнедеятельности лесных насаждений и физических процессов. Его в зависимости от целей хозяйства в данном регионе можно регулировать системой лесоводственных мероприятий в нужном направлении. Приходная часть водного баланса складывается из выпадающих осадков преимущественно метеорного происхождения. Расходная же часть включает шесть статей.

Большая непродуктивная статья расхода влаги – это *задержание осадков пологом древостоев*. Некоторая часть влаги идет на смачивание фитомассы, другая испаряется в атмосферу. Количество задерживаемой части влаги пологом лесного насаждения зависит от породно-

го состава древостоев, горизонтальной и вертикальной сомкнутости крон древесных ярусов, возраста древостоев, насыщенности их объема фитомассой и других причин. Те осадки, которые проникают под полог древостоя, вновь соприкасаются с нижними ярусами растительности и также задерживаются. Наибольшее количество осадков и летом, и зимой задерживают темнохвойные древостои (Основы..., 1964; Протопопов, 1977; Воронков, 1976, 1977, 1979, 1984, 1990; Федоров, 1977; Лебедев, 1982; Водорегулирующая роль..., 1990 и др.). В различных географических регионах эта доля составляет до 40%. Однако, согласно данным Л.С. Чешева и др. (1978), в еловых лесах Тянь-Шаня перехваченная доля осадков древостоями поднимается даже до 50%. Сосновые древостои задерживают осадков меньше – до 30%. Лиственные древостои и лиственничники летом задерживают до 20% осадков, а зимой эта доля совершенно незначительна – до 6%. Смешанные древостои по перехватывающей роли осадков занимают промежуточное положение между хвойными и лиственными, что определяется соотношением пород в составе древостоев. Спелые и перестойные древостои перехватывают осадков больше, чем молодняки (Основы..., 1964; Молчанов, 1978; Протопопов, 1977; Шевелев, 1981).

Поскольку зависимость перехвата осадков от сомкнутости крон высокая (Зарубенко, 1978; Гиршевич, 1978; Таранков, 1988 и др.), в целях улучшения водного баланса леса в части обеспечения увеличения прихода осадков под полог древостоев необходимо проводить их разреживание.

Следующая статья расхода выпадающих осадков – поверхностный сток, который может вызвать эрозию почвы. Размер поверхностного стока зависит от многих причин: повышение лесистости территорий снижает сток; смена коренных лесных насаждений на производные усиливает сток; песчаные почвы поглощают практически всю воду, и чем тяжелее механический состав почвы, тем выше сток; при наличии растительности на участках сток меньше, чем на участках без какой-либо растительности; интенсивные осадки вызывают по-

Электронный архив УГЛТУ

вышение стока по отношению к слабым осадкам; не успевшая оттаять весной почва способствует формированию поверхностного стока; хозяйственные воздействия в лесу, как правило, увеличивают сток. Проявляются и другие причины.

Прежде всего обратимся к данным по роли лесистости территории в поверхностном стоке (табл. 7), выраженном коэффициентом (отношением объема или слоя поверхностного стока к количеству осадков). Кроме общей закономерности снижения поверхностного стока в связи с повышением лесистости, в южных регионах этот фактор активнее влияет на сокращение процесса, чем в более северных регионах. Еловые насаждения противостоковую роль выполняют хуже, чем сосновые и тем более дубовые. Это, по-видимому, можно объяснить меньшим развитием корневых систем деревьев ели и, следовательно, пониженным экологическим воздействием на среду, в частности на почву.

Таблица 7

Коэффициент стока при снеготаянии в зависимости от лесистости территории (Основы ..., 1964)

Лесорастительная зона	Порода	Лесистость, %						
		Около 0	10	20	40	60	80	100
Хвойно-широколиственные леса	Ель	0,92	0,84	0,59	0,38	0,33	0,29	0,26
То же	Сосна	0,75	0,40	0,23	0,18	0,17	0,15	0,15
Лесостепь (Воронежская область)	Дуб	0,65	0,25	0,14	0,09	0,07	0,07	0,05
Степь (Луганская область, Украина)	Дуб	0,75	0,15	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06

Смена коренных лесных насаждений на производные резко повышает поверхностный сток и ухудшает другие статьи водного баланса, особенно если смена произошла на травянистые фитоценозы. Н.М. Гринчак и Б.А. Крок (1990) показали, что в верховьях бассейна р. Прут в Карпатах смена коренных еловых и других насаждений на

послесельные луга привела к увеличению поверхностного стока в среднем в год в 6,2 раза. Снижение полноты древостоев также увеличивает поверхностный сток, что происходит в результате ухудшения водно-физических свойств почв (например, уменьшения скважности и сокращения инфильтрации), поскольку при снижении полноты древостоев ослабевает раскачивающая роль деревьев, обеспечивающая в основном поддержание почвы в рыхлом состоянии. По данным Н.А. Воронкова (1990), снижение полноты еловых древостоев в условиях Подмосковья на 0,1 увеличивает поверхностный сток в год на 20 мм. Для ореховых лесов Южной Киргизии показано (Гиршевич, 1978), что годовой сток при полноте древостоев 0,2 в 2,8 раза больше, чем при полноте 0,8. Как считает Н.А. Воронков (1984), оптимальной полнотой древостоев в таежных условиях европейской части Российской Федерации для обеспечения низкого поверхностного стока является 0,6-0,7.

В высокопродуктивном многокомпонентном лесном насаждении, не затронутом хозяйственными воздействиями, в летнее время поверхностного стока нет или он незначителен, а в весеннее время он небольшой. Особую роль в перехвате поверхностного стока в лесном насаждении играет лесная подстилка, которая поглощает влаги в 5-7 раз больше собственного веса, а также является механическим препятствием для движения воды. По данным А. В. Побединского (1979), в еловом насаждении с лесной подстилкой в Подмосковье весной коэффициент поверхностного стока был 0,01, а в таком же насаждении со сбитой подстилкой – 0,36, т.е. коэффициент стока увеличился в 36 раз.

Наибольшим стоком отличаются сплошные вырубki. Коэффициент стока на них в несколько раз превышает сток из насаждений, особенно это характерно для горных лесов и районов с холмистым рельефом (Молчанов, 1973; Побединский, 1979; Коваль, 1979; Чурагулов, 1999 и др.). А.А. Молчанов (1973) в условиях Ленинградской области на одном из стационарных участков установил, что в старом еловом лесу весеннего стока не было, а на вырубках он составил

от 0,01 до 0,30. На другом стационаре также Ленинградской области весной в лесу коэффициент стока был на песчаной почве всего 0,01, а супесчаной – 0,072, тогда как на сплошных вырубках в аналогичных условиях соответственно эти показатели составили 0,10 и 0,16, т.е. сток был значительно больше. По многолетним исследованиям на Среднем Урале (Побединский, 1979), в горных темнохвойных лесах поверхностный сток в спелых насаждениях составом 6-7Е2-3Пх1Бед.Ос на слабоподзолистых суглинистых почвах составил 0,20 и 0,28, а на старой невозобновившейся сплошной вырубке – 0,75, что в 3,7 и 2,7 раза больше. Чем вырубка шире, тем коэффициент стока выше.

Резко повышают летний и весенний сток лесоразработки механизированным способом, особенно агрегатными машинами. В частности, на Урале В.Н. Данилик и Г.П. Макаренко (1989) установили, что в результате работы валочно-пакетирующей машины ЛП–19 и трелевки бесчокерным трелевщиком ЛП–18А (удельный вес у них на почву 0,08 МПа против нормы 0,04-0,05) при сплошных рубках увеличивается плотность почв и снижается ее порозность, за счет чего почти в 2 раза возрастает поверхностный сток, а на технологических частях вырубок (волоки, погрузочные площадки) – в 20 раз; при использовании на сплошных рубках машин ВТМ-4, что также показано для Урала (Побединский, 1981), сток возрастает даже в 100 раз.

В лесу необходимо проведение мероприятий по снижению поверхностного стока и перевода воды в подземный (внутрипочвенный, грунтовый) сток (сток в понижения рельефа в почве и в толще горных пород). Это следующая статья расхода воды водного баланса. Чем лучше инфильтрационная способность почв и, следовательно, меньше поверхностный сток, тем выше сток подземный. Почва в лесу обладает высокой инфильтрационной способностью. М.Е. Ткаченко (1932) отмечал, что в лесу инфильтрация воды в 50 раз выше, чем на выгоне. По исследованиям М.В. Рубцова и др. (Водорегулирующая роль..., 1990), в весеннем стоке в темнохвойных насаждениях Европейского Севера коэффициент подземного стока за 6 лет наблюдений в среднем составил на двух стационарных участках соответственно 0,31 и 0,20.

Согласно исследованиям Р.С. Чурагулова (1999), на Южном Урале скорость подземного стока на сплошных вырубках в 2 раза ниже, чем в лесу.

Большое количество воды идет на *транспирацию* древостоем, подлеском, подростом. Это еще одна статья расхода водного баланса. Древесные породы транспирируют неодинаковое количество влаги для своих физиологических функций, что важно учитывать при формировании насаждений, направленном на улучшение водного баланса. По данным Л.А. Иванова (Лесная энциклопедия, 1986), А.Л. Кошечева (1955), Ю.А. Терешина (1973) и др. сосна обыкновенная транспирирует в 2,5-3,5 раза меньше, чем береза, осина, дуб, ясень, а такие породы, как тополь, ивы, произрастая на участках с обилием воды, по отношению к сосне транспирируют в 4-6 раз больше. В абсолютных показателях транспирация различных пород составляет 125-400 мм, т.е. некоторые породы транспирируют значительно более половины всех выпадающих осадков. Еще более высокие уровни транспирации у лиственных древесных пород (до 4 раз) по отношению к хвойным в условиях Дальнего Востока установлены В.Д. Чернышевым (1990). Аналогичные данные имеются и по другим регионам.

В лесоведении следует учитывать и то, что естественно возникшие насаждения древостоями транспирируют влаги значительно меньше, чем искусственные в силу более высокой фитонасыщенности полога у них, что также важно для улучшения водного баланса участков леса, особенно в засушливых условиях. По данным З.П. Бирюковой и др. (1989), в условиях относительно засушливого Северного Казахстана эта разница в 10-30-летних сосняках достигает 1,5-1,7 раза. Более сложное по структуре насаждение транспирирует влаги суммарно больше. Это хорошо видно по нижеприводимым данным (Лебедев и др., 1979), полученным в определенные отрезки времени вегетационного периода за 4 года наблюдений во взрослом кедрово-пихтовом насаждении, в сложении древостоя которого принимают небольшое участие ель и береза повислая, на территории бассейна оз. Байкал. Насаждение в среднем за 4 года транспирировало 202,6 мм

воды (100%), из которой на долю древостоя приходится 123 мм (60,8%), подрост и подлесок транспирировали 14,7 мм (7,2%), мхи и лишайники – 27,9 (13,8%), разнотравье – 13,3 (6,5%) и черника – 23 мм (11,7%).

Физическое испарение почвы и транспирация живым напочвенным покровом – это следующая статья расхода влаги насаждением. По существу, статьи расхода здесь разные, но они изучаются и учитываются вместе. Испарение под пологом насаждений, как правило (Китредж, 1951; Белов, 1976; Гиршевич, 1978; Коваль, 1979; Таранков, 1988; Воронков, 1992 и др.), ниже, чем на открытых местах. Этому способствуют небольшие по скорости ветры, более низкие температуры и высокая относительная влажность воздуха, наличие лесной подстилки. Снижению испарения способствуют также (Китредж, 1951) густые кроны деревьев, в частности темнохвойных пород, большая сомкнутость древостоев, более высокий их возраст. Согласно исследованиям Н.А. Воронкова (1990), испарение минимальное в лиственных насаждениях, затем стоят сосновые насаждения и далее темнохвойные. В.И. Таранков (1988) для условий Сибири и европейской части Российской Федерации показал, что по отношению к открытому месту испарение в ельниках в 3-6 раз, в дубравах и сосняках – в 3-4 раза меньше.

Наконец, еще одна расходная статья водного баланса – вода для обеспечения процесса фотосинтеза. На химический процесс идет влаги незначительное количество, в то время как он может протекать только на фоне достаточно активной устьичной транспирации.

Водный баланс включает еще статью – грунтовые воды, но она бывает то с положительным, то с отрицательным знаком, т.е. за определенный промежуток времени ее доля в водном балансе равна нулю.

Итак, в символической записи водный баланс лесных участков выглядит так, мм:

$$O_c = O_{кр} + C_{п} + C_{г} + T + I_{пп} + \Phi \pm \Gamma,$$

где O_c – осадки;

$O_{кр}$ – осадки, задерживаемые кронами древостоев и на поверхности растений нижних ярусов;

Электронный архив УГЛТУ

C_n – поверхностный сток;

C_r – подземный сток;

T – транспирация древостоем, подлеском и подростом;

$I_{\text{пн}}$ – испарение физическое почвой и транспирация живым напочвенным покровом;

Φ – расход влаги на фотосинтез фитоценозом;

Γ – пополнение (приток) или убыль (отток) грунтовых вод.

Водный баланс в спелом сосняке с полнотой 1,0 в условиях Подмосковья следующий:

	Доля статьи, %
Перехват кронами	19
Сток поверхностный	18
Сток грунтовый	28
Транспирация	24
Испарение	11

Из приведенных данных видно, что сосновое насаждение имеет довольно выгодный водный баланс, в частности, в нем относительно небольшой поверхностный сток и значительный – грунтовый. Кроме того, транспирация составляет 24%, тогда как в других условиях она может быть более 50%. Для сравнения иных данных обратимся к табл. 8, которая отражает показатели расходных статей водного баланса участков леса, полученные В.Н. Даниликом (1977) по исследованиям на Урале.

Таблица 8

Элементы водного баланса в горных темнохвойных насаждениях Урала

Подзона тайги	Количество годовых осадков, мм	Поверхностный сток, мм	Грунтовый сток, мм	Испарение, мм	Коэффициент поверхностного стока
Северная	500-800	200-400	100-150	200-250	0,46
Южная	400-650	100-200	50-100	250-350	0,28

В табл. 8 отмечается большой поверхностный сток, вызванный в

первую очередь горным рельефом.

8.8. Трансгрессивная роль леса

Под трансгрессивной ролью леса понимается его участие в увеличении увлажнения атмосферы, переносе влаги с воздушными течениями вглубь материка, выпадение большего количества осадков как над лесом, так и за его пределами. В.В. Рахманов (1984) пишет, что еще Х. Колумб указал, что леса положительно влияют на количество выпадающих осадков. В то время существовало мнение о притягивании лесом облаков, за счет чего увеличивалось выпадение осадков. В конце XIX в. немецкий ученый Эбермайер высказал гипотезу, согласно которой подтверждалась роль леса в увеличении выпадающих осадков по причине его увлажняющего и охлаждающего воздействия, возрастающего с высотой местности. Надо полагать, что к настоящему времени (Шпак, 1968; Белов, 1976; Алексеев, 1982; Рахманов, 1984; Таранков, 1990) увлажняющая роль леса доказана, однако это происходит, как пишет В.В. Рахманов (1984), не согласно гипотезе Эбермайера, а по другим причинам. Лес за счет своей высоты и шероховатости полого тормозит продвижение воздушных фронтов и обуславливает поднятие воздушных масс на высоту до 1 км и более. При поднятии вверх воздушные массы охлаждаются, из-за чего создаются условия для выпадения осадков.

Более детально причины увеличения метеорных осадков под воздействием леса следующие (Алексеев, 1982): 1) большая транспирация влаги лесом, за счет чего происходит дополнительное увлажнение воздушных масс; 2) подъем над лесом воздушных масс, насыщенных водяными парами, вызывает снижение температуры, повышает вероятность выпадения осадков; 3) воздействие леса как фактора шероховатости, имеющего большую поверхность соприкосновения с насыщенными влагой воздушными массами, что уменьшает скорость их движения; 4) выделение лесом цветочной пыльцы, которая является ядрами конденсации водяного пара, ускоряющими выпадение

ние осадков.

По В.В. Рахманову (1984, 1986), в европейской части Российской Федерации на каждые 10% лесистости добавка осадков составляет 8-9 мм. В целом над лесами и примыкающими к ним частями открытых участков выпадает в год на 10-15% осадков больше, чем на соседних больших открытых пространствах.

8.9. Лесистость и сток рек

Обводненность рек вообще и в меженный период в особенности имеет большое значение. Основной вклад в обеспечение обводненности рек вносит лес. Он за счет повышенного по сравнению с открытыми местами накопления влаги, особенно зимней, замедленного снеготаяния, меньшего физического испарения, перевода поверхностного стока в подземный более полно и равномерно отдает воду за свои пределы, и она, в конечном счете, стекает в реки. Чем выше лесистость территории, тем больше воды получают реки. Повсеместное снижение лесистости вызывает сокращение стока рек, что показано для многих географических регионов (Рахманов, 1970, 1971, 1984, 1986 и др.; Побединский, 1979; Идзон, 1980; Семериков, 1989).

По данным П.Ф. Идзона (1980), снижение лесистости в европейской части Российской Федерации к началу 20-х годов XX в. по сравнению с XIX в. привело к снижению стока на 5-50% в бассейнах рек Днепра, Верхней Волги и Вятки. Между лесистостью бассейнов и стоком рек существует тесная зависимость. Так, бассейны рек Среднего Урала Койвы, Чусовой и Бабки имеют соответственно лесистость 90, 75 и 40%, а расход воды в них в апреле достигает 12,1; 20,3 и 34,9% от всего годового стока. В. В. Рахманов (1971) показал, что между лесистостью бассейнов рек и их годовым стоком наблюдается высокая корреляционная зависимость (0,75). Лесистость водосборов оказывает решающее влияние и на внутригодовую зарегулированность речного стока. Наибольший месячный сток рек Среднего Урала Илыча, Лозьвы и др., залесенность водосборов которых достигает

80-90%, превышает наименьший месячный сток в 20-25 раз, реки же лесостепного Зауралья Увелька, Уй и др., бассейны которых почти безлесны, имеют максимальный месячный сток в 50-100 раз больше минимального.

Согласно А.В. Побединскому (1979), доля стока рек в половодье с бассейнами, обладающими высокой лесистостью, составляет 1/3 годового объема, а с малолесных и безлесных бассейнов – 2/3 и даже до 90%. В связи с массовой рубкой лесов сплошнолесосечным способом, главным образом концентрированными лесосеками, в том числе и в верховьях рек, на Урале за последние 15 лет средний многолетний сток рек снизился на 7,3%, а по отдельным бассейнам – на 20-52% (Семериков, 1989). В среднем во всех географических регионах увеличение лесистости на 1% обуславливает возрастание годового стока рек на 0,8-1,0 мм водного слоя, а в горных странах – еще больше (Рахманов, 1986). Снижение стока рек сопровождается усыханием болот, как накопителей и хранителей влаги, сокращением числа ручьев, родников. При снижении водности рек ухудшается или вовсе прекращается судоходство по ним, что наносит неизмеримый ущерб народному хозяйству.

По данным В. И. Цыганка (1973), в Забайкалье на залесенных водосборах родники встречаются по отношению к незалесенным или слабо залесенным водосборам до 10 раз чаще. Это характерно для Урала, особенно для Южного Урала (Чурагулов, 1999). По данным этого автора реки на территории Башкортостана значительно снизили обводненность.

8.10. Взаимоотношение леса и грунтовых вод

Важное значение для леса (процессов метаболизма, продуктивности, формирования водного баланса и др.) имеют взаимоотношения леса и грунтовых вод. Их резкое понижение или повышение против обычного уровня наносит лесу вред, особенно в недостаточно благоприятных и экстремальных условиях. В частности, при понижении

уровня грунтовых вод наблюдаются засушливые явления, при повышении – избыточное увлажнение, которое иногда на сплошных вырубках в северных широтах приводит к заболачиванию. Уровень грунтовых вод является как бы интегральным сравнительным показателем по водному балансу лесных территорий и открытых пространств (с травянистой растительностью). Взаимосвязь леса и грунтовых вод динамичная и зависит от многих факторов: географического региона, рельефа, почвенно-грунтовых условий (механического и химического состава, мощности, типа почв), типа леса, структуры насаждений и др.

В свое время Г.Н. Высоцкий сформулировал афоризм: «Лес сушит равнины и увлажняет горы». Суть афоризма в том, что за счет транспирации и физического испарения лес на равнине уровень грунтовых вод снижает, а в горных условиях, обеспечивая перевод поверхностного стока в подземный, уровень повышает. Однако в последующие годы различными исследователями афоризм Г.Н. Высоцкого стал оспариваться. В горных условиях однозначно признается, что лес горы увлажняет. Что же касается равнин, то здесь роль леса неоднозначна. В.В. Рахманов (1984), например, считает, что уровень грунтовых вод на равнине при наличии леса то выше, то ниже по сравнению с безлесными пространствами, однако чаще встречаются варианты, когда уровень воды снижен.

В отношении влияния лесов на уровень грунтовых вод в равнинных условиях Н.А. Воронков (1988, 1990), проанализировав многочисленные результаты исследований, сформулировал по этому вопросу 4 концепции: иссушающей, иссушающе-увлажняющей, неопределенной роли и всеобщей увлажняющей роли лесов. Концепция *иссушающей* роли лесов была предложена Г.Н. Высоцким применительно к степной и лесостепной зонам с недостатком влаги и выпотным режимом увлажнения. Здесь почвы глубокие, корни деревьев в лесных насаждениях проникают до 4-6 м, значительно глубже корневых систем травянистых растений. У древесных растений длиннее вегетационный период, что ведет к большему расходу влаги. В засуш-

ливых условиях лесные насаждения по сравнению с открытыми местами уровень грунтовых вод снижают, поскольку они расходуют в своей жизнедеятельности больше влаги, чем травянистая растительность. Концепция иссушающе-увлажняющей роли лесов признает иссушающее влияние лесов, однако это компенсируется дополнительным выпадением осадков над лесными территориями. Концепция неопределенной роли лесов трактует как иссушающее, так и увлажняющее их влияние. Суть явления зависит от многих причин, поэтому, естественно, в природе встречается и тот, и иной вариант. Концепция всеобщей увлажняющей роли лесов предполагает, что леса во всех случаях характеризуются накоплением влаги, т. е. у них приход ее больше, чем расход, и они в целом создают положительный водный баланс территории, не снижая уровень грунтовых вод. Это происходит за счет меньшего испарения воды лесом по сравнению с испарением травянистой растительностью и в связи с его трансгрессивной ролью.

Таким образом, влияние леса на грунтовые воды сводится к следующему (Воронков, 1988): при глубоком (не доступном для корней деревьев) залегании грунтовых вод уровень их под лесами повышается, при доступности грунтовых вод для корневых систем деревьев уровень их снижается. Вероятность повышения уровня грунтовых вод возрастает на почвах с ограниченным по мощности корнеобитаемым слоем (северные широты) по сравнению с глубокими почвами, где корневые системы древесных и травянистых растений имеют глубокое распространение (южные широты).

Исследуя уровень грунтовых вод в лесах Прикамья в регионе с вероятностью повышения грунтовых вод под лесами по сравнению с травянистыми сообществами, А.А. Корепанов (1984) установил ряд специфических особенностей: наименьшие требования к почвенно-гидрологическим условиям предъявляет сосна, затем идут береза и ель; требования к уровню грунтовых вод у древесных пород возрастают с уменьшением трофности почв; для каждого типа леса и класса бонитета древостоев характерны свои режимы грунтовых вод – по

различной глубине их стояния в годовой, сезонной, внутрисезонной и суточной динамике. В целом, чем больше обводнен участок леса, тем выше в нем уровень грунтовых вод. Например, в сосняках с лишайником в живом напочвенном покрове III-V классов бонитета на глубоких аллювиальных почвах уровень грунтовых вод в мае-сентябре был, по многолетним наблюдениям, 275 см (напряженные условия увлажнения), в сосняках при доминировании в живом напочвенном покрове мхов, брусники, черники с классами бонитета I-II – 68-155 см (оптимальное увлажнение), а в сосняках с осокой и сфагнумом IV-Va классов бонитета – 1-25 см (избыточное увлажнение). Параметры проводимых в лесу мероприятий должны учитывать уровень грунтовых вод.

8.11. Водоохранная и водорегулирующая роли леса

Водоохранная и водорегулирующая роли лесов огромны и разнообразны, что отражено в соответствующих терминах. *Водоохранная роль* леса – способность леса поддерживать на одном уровне или увеличивать количество воды (средний годовой сток) в реках и озерах, сокращать или предотвращать поступление в них загрязняющих веществ. *Водорегулирующая роль леса* заключается не в увеличении общего объема воды, а в смягчении наводнений и предотвращении заболачивания или содействию лучшему дренажу почв. Одновременно за счет перевода воды в подземный сток леса защищают почву от водной и ветровой эрозии, от размыва берегов рек и др., т. е. леса выполняют почвозащитную и другие защитные, особенно в горных условиях, функции. Поэтому чаще используется термин водоохранно-защитная роль леса. Это обобщающий термин. Для отражения водоохранной и водорегулирующей ролей лесов иногда применяется объединяющий термин «гидрологическая» роль. И.С. Мелехов (1977) предлагает использовать термин «водоохранная» роль, а Н.П. Поликарпов и др. (1986) эту роль называют «водопродуктивной».

Из многогранных водоохранно-защитных функций главными являются: перевод поверхностного стока в подземный; снегонакопление и режимы снеготаяния; промерзание и размерзание почвы; предотвращение разрушения почв и выноса мелкозема (почвозащитная функция); защита водоемов; очистка воды от микрофлоры и различных примесей, в том числе токсичных; регулирование режима стока рек.

8.11.1. Снегонакопление и снеготаяние

В таежных условиях лес, несмотря на перехватывающую роль полога, накапливает снега к началу снеготаяния больше, чем открытые места (вырубки, сельскохозяйственные поля), что хорошо доказано исследованиями на Урале и в других регионах (Побединский, 1979; Клинцов, 1986 а,б; Прокопьев, 1990; Водорегулирующая роль..., 1990). Это объясняется тем, что на больших открытых площадях снег передувается, его количество несколько уменьшается из-за испарения и оттепелей в зимнее время; под пологом леса эти факторы в связи с отеняющим влиянием полога насаждения такого воздействия не оказывают. Кроме того, на небольших открытых участках в лесу («окна», прогалины) снега накапливается еще больше, чем под пологом леса и на больших открытых площадях.

Насаждения в зависимости от лесной формации снега накапливают неодинаковое количество (Протопопов, 1975; Побединский, 1979; Водорегулирующая роль..., 1990; Прокопьев, 1990; и др.). Наибольшие запасы его характерны для лиственных насаждений и лиственничников. Затем идут смешанные насаждения из лиственных и хвойных пород и далее сосняки. На последнем месте по запасам снега стоят темнохвойные насаждения. По данным А.В. Побединского (1979), многолетние наблюдения за снегонакоплением в лесах европейской части Российской Федерации показали, что превышение запасов снега по отношению к полю составило в смешанных насаждениях 14 мм, лиственных – 20, хвойных – 10. По отношению к бе-

резнякам ельники снега накапливают на 40% меньше (Водорегулирующая роль..., 1990). Иногда эта разница достигает еще больших показателей. На конечные снеготопы влияние оказывают структурные особенности насаждений: возраст, полнота, сомкнутость, вертикальное строение полога древостоев, наличие и особенности нижних ярусов растительности.

В насаждениях с высокополнотными древостоями снега накапливается меньше, чем в насаждениях, имеющих низкую полноту. Разреживание древостоев рубками ухода ведет к увеличению запасов снега (Данилик, 1975; Луганский, Макаренко, 1976; Побединский, 1979; и др.). На Среднем Урале по материалам Уральской ЛОС (Побединский, 1979) на контрольном участке соснового молодняка запас воды составил 129,5 мм, на изреженных участках интенсивностью 57, 42 и 24% по числу деревьев эти показатели соответственно были 146,9; 143,3 и 134,7 мм.

В зависимости от возраста древостоев общие закономерности по снеготопам под пологом таковы: по мере приближения возраста к жердняковой стадии накопление снега уменьшается, а при переходе от жердняка к другим возрастным стадиям увеличивается (Протопопов, 1975; Коновалов и др., 1977; Побединский, 1979 и др.).

Интенсивность и продолжительность снеготаяния в лесу зависят от степени облесенности водосборов и структурных особенностей конкретных древостоев (лесной формации, состава, возраста, полноты и сомкнутости полога). По исследованиям М.В. Рубцова и др. (Водорегулирующая роль..., 1990), в условиях тайги европейской части Российской Федерации (республика Коми, Кировская область) на элементарных водосборах с лесистостью более 80% снег сходит на 8–12 сут позднее, чем на малооблесенных (10%) водосборах. Снижение лесистости до 50% существенно не влияет на интенсивность и продолжительность периода снеготаяния. На о. Сахалине А.П. Клинцов установил (Побединский, 1979): на двух участках наблюдений водосбора с облесенностью 100% интенсивность снеготаяния составила 4 и 6 мм/сут, а продолжительность его – 42 и 36 сут; соответ-

ственно на 3 участках водосбора с облесенностью 20% темпы таяния усилились и достигли 5,7; 10,5 и 11,4 мм/сут, а продолжительность его сократилась до 31, 20 и 18 дней. Из приведенных данных видно, что на 100% облесенных водосборах интенсивность таяния снега почти в два раза ниже, а период таяния на 10 дней больше, чем на мало-облесенных водосборах.

По приведенным ниже данным, полученным кафедрой лесоводства УГЛТУ в течение многих лет наблюдений на Среднем Урале, установлена большая разница в снеготаянии на различных категориях лесных земель по сравнению с сельскохозяйственным полем, а именно:

	Продолжительность таяния снега, дни
Еловое насаждение	34-40
Поляна среди елового насаждения	13-18
Сосновое насаждение	14-28
Лиственное насаждение	25-38
Поляна среди листовенного насаждения	13-18
Сельскохозяйственное поле	12

Таким образом, в насаждениях снег тает дольше по отношению к полянам и тем более к сельскохозяйственному полю. Среди лесных формаций в еловом насаждении продолжительность таяния значительно больше, чем в сосновом и лиственном. В целом в лесу по сравнению с открытыми площадями большие исходные запасы снега и более медленное его таяние положительно отражаются на водном балансе территорий.

8.11.2. Промерзание и размерзание почвы

Процессы промерзания и размерзания почвы многофакторные, однако большую роль в них играет снеговой покров (его мощность, режимы формирования и таяния), что отражается на соотношении поверхностного и подземного стоков в весеннее время. Мерзлая почва, как известно, не инфильтрует воду или инфильтрует ее в небольшом

количестве. Чем больше слой снега и чем раньше он выпал, тем на меньшую глубину промерзает почва. В лесу, как правило, она промерзает на меньшую глубину, чем на открытом месте, или не промерзает совсем. Естественно, весной непромерзшая почва начинает сразу поглощать воду, не допуская поверхностного стока. Промерзшая на небольшую глубину почва оттаивает быстро, поскольку процесс оттаивания происходит и сверху, и снизу. В темнохвойных насаждениях с небольшим слоем снега почва промерзает более глубоко и медленно оттаивает. Иногда по не успевшей оттаять почве вся талая вода уходит поверхностным стоком (Водорегулирующая роль..., 1990). На больших открытых площадях с небольшой мощностью снега почва оттаивает по сравнению с лесом в 1,5-3 раза быстрее (Побединский, 1979; Водорегулирующая роль..., 1990). Однако в силу большой глубины промерзания почвы и бурного таяния снега в таких условиях основная часть воды уходит поверхностным стоком. По исследованиям в республике Коми и Кировской области (Водорегулирующая роль..., 1990), 80 % мерзлого слоя почвы оттаивает уже после схода снега.

Таким образом, большие открытые площади имеют худшие режимы промерзания и оттаивания почвы по сравнению с лесом. Лес, следовательно, имеет лучшие водоохранно-защитные свойства по отношению к большим открытым площадям.

8.11.3. Почвозащитная роль леса

Лес, предотвращая поверхностный сток, предохраняет почву от разрушения (эрозии). При наличии поверхностного стока почва начинает разрушаться, и чем сток больше, тем выше его разрушающая роль. В естественном насаждении, не тронутом хозяйственным воздействием, эрозии почвы практически нет или он совершенно незначителен. По мере снижения лесистости территорий возрастают эрозия почвы и вынос ее мелких частиц с речным стоком, последнее особенно ярко проявляется в горных условиях. По данным И.С. Сафарова (1986), например, в Восточном Закавказье при лесистости бассейна

реки 25% годовой твердый сток составил 5,69 т/км², а при лесистости 6% – 30,77 т/км², т. е. снижение лесистости в 4 раза вызвало увеличение сноса почвы более чем в 5 раз.

Активное разрушение почвы в лесу вызывают рубки спелых и перестойных насаждений (главные рубки), особенно с применением тяжелой техники. По данным В.И. Беляка и В.А. Войлошникова (1973), в подзоне южной тайги Приангарья в ненарушенном темнохвойном насаждении величина смыва почв составляет 0,003-0,005 мм в год, при выборочных рубках она возросла до 0,09-0,15, т.е. в 30 раз, хотя эти рубки исключительно щадящие для леса. На Кавказе (Ханбеков, 1987) после сплошных рубок эрозия почвы достигала 1100 м³/га, после выборочных – 5-65, в нетронутом лесу эрозия не отмечена. Многочисленными исследованиями на Среднем и Южном Урале также показана негативная роль хозяйственной деятельности в разрушении почвы в лесу, особенно в связи с рубками спелых и перестойных насаждений и искусственным лесовосстановлением (Побединский, 1979; Данилик, 1989, Данилик, Макаренко, 1991 и др.).

8.11.4. Защита водоемов

Чистая пресная вода становится дефицитным минералом, в частности на Урале (Николаенко, 1980; Мамаев, 1980), поэтому очистка стекающей воды в водоемы приобретает важнейшее значение. Основным фильтром в природе является лес. Пропуская через себя воду, лес обеспечивает: защиту водоемов от заиления и загрязнения; нейтрализацию вредных веществ; улучшение органолептических свойств (запах, вкус, прозрачность и цветность) и химического состав вод, поступающих с водосборных площадей в водоемы, а также бактериологических показателей воды (Николаенко, 1980). Особенно важна очистка лесом воды, стекающей с сельскохозяйственных полей, на которые вносятся удобрения, гербициды и другие химические вещества. Исследованиями В.Т. Николаенко (1980) установлено, что лес из выходящей из него воды задерживает абсолютно подавляющую часть взвешенных частиц, трансформирует и сокращает вынос

Электронный архив УГЛТУ

в 2-3 раза растворенных солей, в 10 раз – пестицидов. Вода приобретает близкие к нормальным органолептические свойства. В условиях западных областей Украины под влиянием леса вынос взвешенных веществ в водоемы снижается на 60-90%, а удобрений и пестицидов – на 40-80% (Приходько и др., 1990).

Эффективность очистки воды от загрязнения тем выше, чем больше расстояние, по которому она стекает в лесу. На территории с крупными массивами лесов, выходящих непосредственно к берегам водоемов, проблемы с очисткой воды нет, она практически очищается вся и качество ее исключительно высокое. Где лесов нет, их надо создавать. В примыкающих к водоемам лесах необходимо выделять запретные полосы с особым режимом ведения в них лесного хозяйства. Ширина запретных полос зависит от многих факторов: от географического региона, приуроченности лесов к горным или равнинным условиям, рельефа, лесных формаций, почвенно-гидрологических условий, структуры лесных насаждений. В.Т. Николаенко (1980) приводит для Урала следующие расчетные нормы для выделения запретных полос вдоль берегов рек (табл. 9). Из приведенных данных видно, что в горных лесах полосы должны быть шире, шире они также нужны и в связи с увеличением длины рек.

Таблица 9

Рекомендуемая ширина запретных полос по берегам рек на Урале
(Николаенко, 1980)

Регион	Ширина полос, км, при протяженности рек, км			
	До 100	101-300	301-500	501-1000
Равнинные леса	0,3	0,50	0,75	1,50
Горные леса (от уреза воды или поймы до вершины первого склона, обращенного к реке)	0,3	0,75	1,00	1,50

Иногда в лесах, где ведутся сплошные рубки, требуется выделять водопоглотительные полосы, расположенные ниже от вырубки, в расчете на полный перевод поверхностного стока в подземный.

В.Н. Данилик (1976) предложил вести расчет ширины водопоглотительных полос по формуле

$$П = ВК,$$

где П – ширина водопоглотительной полосы, м;

В – допустимая правилами рубок максимальная ширина лесосек сплошной рубки с учетом категорий защитности леса, м;

К – коэффициент водопоглощения.

Коэффициенты водопоглощения при различных типах насаждений и механическом составе почв следующие:

	Коэффициент
Темнохвойные насаждения на суглинистых почвах	0,58
Насаждения (за исключением темнохвойных)	
на суглинистых почвах	0,44
Насаждения на супесчаных почвах	0,29
Насаждения на песках и щебнистых почвах	0,16

Для горных условий Среднего Урала оптимальную ширину водопоглотительной полосы при ширине сплошной вырубki 500 м В.Н. Данилик (1976) определил в 270 м.

8.11.5. Оптимальная и водоохранная лесистость

Лесистость варьирует в различных регионах в больших пределах. К настоящему времени она сложилась исторически в основном под влиянием деятельности человека и для большей части Российской Федерации (по крайней мере, для средних и северных широт) ее следует признать *оптимальной*, при которой леса наиболее полно выполняют все многогранные функции. Однако это не касается южных регионов с низкой лесистостью, где ее надо увеличивать путем искусственного лесовосстановления и лесоразведения, вовлекая в оборот бросовые и неудобные земли. Достаточно обоснованных методов для расчета оптимальной лесистости нет, и, следовательно, в различных местах она устанавливается приблизительно. Очень важно, чтобы лес по определенной территории располагался более или менее равно-

мерно.

Для европейской части Российской Федерации А.А. Молчанов (1973) в различных регионах рекомендует лесистость как оптимальную от 40-50% (республики Карелия, Коми, Башкортостан и области Вологодская, Костромская, Кировская, Пермская) до 5-7% (республика Калмыкия, Астраханская и Ростовская области). С учетом рельефа для лесостепных условий оптимальная лесистость, как считает А.А. Молчанов (1966 и др.), должна быть в пределах: 25-30% при очень сильной всхолмленности территории, 20-25 – сильной, 15-20 – средней, 10-15 – слабой и 5-10 – очень слабой. И.С. Мелехов (1977) признал оптимальной лесистостью 20-30% с некоторыми отклонениями в ту или иную сторону в различных природных условиях. Для Карпат, согласно В.С. Олийнику и др. (1986), уже является критической лесистость 35%. Для горных лесов Средней Азии в поясе произрастания ореховых лесов критическая лесистость лежит в пределах 31-50%, при оптимальной – 51-60% (Ботман, 1979). Лесистость горных регионов Урала, по мнению И.А. Трутнева (1980), должна быть не менее 50-60%, а в лесостепной зоне – 20-30%. М.Э. Муратов (1981) для горных условий Южного Урала критической лесистостью считает даже 70%. Однозначно практически всеми исследователями (Побединский, 1975, 1979, 1989; Чурагулов, 1999; Леса Башкортостана, 2004; Челышев, 2004; и др.) признано, что в горных условиях лесистость элементарных водосборов не должна быть менее 50-60%.

Наряду с оптимальной лесистостью есть и лесистость водоохранная, т.е. лесистость, при которой в наилучшей степени леса выполняют водоохранно–защитные функции. Как считает И.С. Мелехов (1977), показатели водоохранной и оптимальной лесистости в одних и тех же природных регионах не должны совпадать, водоохранная лесистость должна быть выше.

Водоохранную лесистость (L , %) той или иной территории можно рассчитать по формуле (Никитин, Рыбакова, 1990)

$$L = K \frac{h}{W + h},$$

где h – слой стока с нелесных территорий, мм;

W – суммарное водопоглощение в лесных насаждениях, мм;

K – коэффициент, показывающий, какую роль выполняет лесное насаждение (для полного поглощения поверхностного стока он равен 100, полного поглощения наносов – 30, снижения до ПДК содержания в воде различных взвесей по выходе из насаждения – 60).

Таким образом, леса выполняют многогранные водоохранно-защитные функции, в том числе увеличивают водоотдачу. Н.А. Воронков (1992) считает, что увеличение отдачи воды лесными водосборами в таежной зоне лишь на 10-15 мм соизмеримо по результатам с крупными гидротехническими сооружениями, например, с межрегиональной переброской рек. Наилучшим образом водоохранно-защитные функции выполняют леса, не затронутые сплошными рубками. После сплошных рубок эти функции восстанавливаются, по крайней мере по оценкам для Урала, от 15-25 (Миронов, 1986) до 50-60 (Побединский, 1989; Данилик, 1989) лет.

8.12. Классификация лесов по водоохранно-защитной роли

Все леса в той или иной мере выполняют водоохранно-защитные функции. Однако, располагаясь в различных лесорастительных зонах, в горах или на равнине, вдоль гидрографической сети или нет и по другим признакам, леса выполняют эти функции по-разному. В связи с этим леса надо классифицировать. Классификация лесов по водоохранно-защитной роли – это подразделение лесов по глубине проявления ими этих функций. Классификация нужна для разработки дифференцированных систем и комплексов мероприятий по ведению лесного хозяйства. Известны классификации Г.А. Хариотонова, В.А. Троицкого, М.Е. Ткаченко, Б.Д. Жилкина, Д.Г. Смарагдова, И.В. Тюрина, А.С. Козьменко, В.И. Рутковского, В.Н. Данилика, Н.А. Воронкова. Наиболее полная классификация И.В. Тюрина (Побединский, 1979; Воронков, 1988). Она учитывает лесорастительные зоны, рельеф местности, почвенно-гидрологические условия, струк-

туру насаждений, водоохранно-защитное назначение лесов. Согласно классификации И.В. Тюрина, все леса по степени выполнения ими водоохранно-защитных функций подразделяются на 4 класса.

I класс – леса с наивысшей степенью проявления водоохранно-защитных функций.

1. Противозерозионные (берего- и склонозащитные) и руслоохранные (берегозащитные заросли ивняков и кустарников по кромке поймы и по крутым подмываемым берегам, склонозащитные леса по высоким склонам – коренным берегам речных долин суходолов, балок, оврагов, логов) леса при всех степенях облесения водосборов.

2. Грунтоувлажняющие леса – водопоглощающие и кольматирующие по склонам и дну лощин с карстовыми воронками; стокоперехватывающие леса по водосборным ложбинам и поперек падения пологих склонов при безлесной вышележащей площади водосбора; колки по степным западинам; родниковые леса (ольшаники); вдоль водотоков (ручьев) в поймах и на надлуговых террасах.

3. Почвозащитные (пескоукрепительные) леса – сосновые боры на сухих песчаных почвах и в первую очередь в степной и лесостепной зонах, пойменные леса на песках вблизи русел рек.

4. Полезащитные полосы в степной и лесостепной зонах.

В лесах I класса И.В. Тюрин выделяет подкласс Ia с наивысшей степенью водоохранно-защитных функций. В него включены берегозащитные ивняки, леса по высоким крутым склонам, водопоглощающие леса по лощинам с карстовыми воронками, осиновые колки по степным западинам и пескоукрепительные леса.

II класс – леса, характеризующиеся высокой степенью проявления водоохранной и защитной функций.

1. Противозерозионные леса – на покатых склонах вдоль всех звеньев гидрографической сети, за исключением площадей, относящихся к I классу водоохранно-защитных функций, и лесов на покатых склонах возвышенностей, удаленных от речных долин; пойменные леса на суглинистых почвах при слабой облесенности склонов водосбора.

2. Грунтоувлажняющие леса – на нижних частях пологих склонов при необлесенности вышележащих частей склона; на ровных террасах в части, прилегающей к необлесенным вышележащим склонам; отдельные небольшие участки или полосы леса на пологих склонах, широких террасах и водораздельных плато, занятых полевыми или луговыми угодьями.

3. Почвозащитные (пескоукрепительные) леса – сосновые боры на песчаных почвах при бугристом рельефе в северной половине лесостепной зоны, в зоне смешанных и частично хвойных лесов; леса на песчаных наносах в поймах рек при значительной облесенности водосборов (в таежной зоне и в зоне хвойно-широколиственных лесов).

III класс – леса, характеризующиеся средней степенью проявления водоохранно-защитной роли: лесные площади значительных размеров на пологих склонах и водораздельных плато при умеренной облесенности водосборов в лесостепной зоне, в зоне хвойно-широколиственных лесов и частично в таежной зоне; сосновые леса на свежих и влажных песках и супесях при равнинном рельефе в лесостепной зоне и в зоне хвойно-широколиственных лесов; пойменные леса на суглинистых почвах при значительной облесенности склонов водосборов в зоне хвойно-широколиственных лесов.

IV класс – леса низкой степени проявления водоохранной и особенно защитной функции. В этот класс включены крупные массивы, расположенные в таежной зоне.

Указанная классификация разработана для равнинных лесов европейской части РФ. Поскольку горные леса имеют большое водоохранно-защитное значение, все они, за исключением лесов на пологих склонах, как считает А.В. Побединский (1979), должны быть отнесены к I и II классам по классификации И.В. Тюрина.

Классификация горных темнохвойных лесов Урала В.Н. Данилика (1977), кроме зон, подзон и рельефа, учитывает лесные формации, категории лесных площадей, структуру древостоев (состав, возраст, полноту). Участки леса подразделяются на 6 классов. Фрагмент

Электронный архив УГЛТУ

этой классификации (от большего значения к меньшему) следующий:

класс I – высокополнотные елово-пихтовые спелые древостои и сомкнутые темнохвойные молодняки;

класс II – темнохвойно-лиственные среднеполнотные приспевающие, спелые и перестойные насаждения;

класс III – лиственные спелые насаждения;

класс IV – темнохвойно-лиственные молодняки;

класс V – лиственные молодняки;

класс VI – сплошные необлесившиеся вырубки.

Классификация водоохранно-защитных функций лесов Н.А. Воронкова (1988) вобрала в себя идеи И.В. Тюрина и В.Н. Данилика. Согласно этой классификации в зависимости от местоположения (пойменные и водораздельные площади), элементов водосборов (песчаные гривы и косы, заболоченные понижения поймы, крутые склоны вдоль гидрографической сети, ровные места и др.), механического состава почв (песчаные, супесчаные, суглинистые, глинистые) лесные насаждения получают преобладающий вид гидрологических функций – берегозащитный, пескоукрепительный, почвозащитный, грунтоосушительный и др. В пределах каждого вида функции высшую оценку (пять баллов) получает то лесное насаждение, которое наиболее полно выполняет эту функцию. Структура насаждений учитывается через рекомендуемые хозяйственные мероприятия. Учтено семь следующих типов насаждений: ельники и пихтарники, сосняки, лиственничники, лиственные насаждения, простые хвойно-лиственные насаждения, кустарники, сложные хвойно-лиственные насаждения. Для примера один вариант классификации Н.А. Воронкова следующий. В рамках водораздельного местоположения на покатых и пологих склонах элементарных водосборов с глинистыми и суглинистыми почвами основной вид гидрологических функций насаждения водоохраный (увеличение стока воды) и водорегулирующий. Насаждения по этому виду гидрологических функций получили баллы: 4 – лиственничники и лиственные насаждения; 3 – сосняки, хвойно-лиственные насаждения и кустарники; 2 – ельники, пихтарники и

сложные хвойно-лиственные насаждения (вряд ли можно согласиться с автором этой классификации, если кустарники имеют больший балл, чем ельники, пихтарники и сложные насаждения).

8.13. Хозяйственные мероприятия по повышению водоохранно-защитных функций леса

В водоохранно-защитных лесах очень важно вести хозяйство на сохранение и усиление этих функций. Необходимо влиять на отдельные статьи расхода водного баланса: снижать перехватывающую роль полога древостоев, сокращать поверхностный сток и усиливать подземный, уменьшать интенсивность транспирационных расходов и физического испарения. Сдвиг водного баланса в сторону усиления водоохранно-защитных функций имеет важное значение. Среди мероприятий по сохранению и усилению водоохранно-защитных функций леса следующие (Ткаченко, 1932; Рутковский, 1948; Мотовилов, 1949; Молчанов, 1966, 1978; Рахманов, 1971, 1984; Рубцов, 1972; Побединский, 1975, 1979, 1989; Мелехов, 1977; Ханбеков, 1978, 1987; Николаенко, 1980; Тарасенко, 1981; Клинцов, 1986 а, б; Воронков, 1988, 1990, 1992; Щерба, Катков, 1989; Коваль и др., 1990; Водорегулирующая роль..., 1990; Протопопов и др., 1991; Казанкин, 1993).

1. Сохранение оптимальной (или водоохранной) лесистости территорий, дифференцированной по географическим регионам, в зависимости от природы лесов, их целевого назначения и от других факторов. В определенных случаях, особенно в малолесных регионах (лесостепная и степная зоны, в частности), лесистость необходимо повышать, вовлекая преимущественно не используемые в хозяйственном обороте земли.

2. Упорядочение всей системы запретных полос по берегам рек и других водоемов, доведение их ширины до нормативных показателей; выделение их там, где они пока не выделены.

3. Создание лесных насаждений вдоль овражно-балочных систем, по элементам гидрографической сети и в других местах, требу-

ющих особой защиты, где лесных насаждений нет.

4. Выделение водопоглотительных полос, особенно внизу склонов, где сверху расположены безлесные участки.

5. Улучшение охраны водных источников, в том числе малых рек и озер, от истощения и загрязнения путем дополнительного выделения запретных лесных полос по их берегам, где они еще не выделены, а также санитарных зон охраны источников бытового и лечебного водоснабжения.

6. Повсеместное признание первичной единицей ведения лесного хозяйства элементарного водосбора, что соответствует рекомендациям I Мирового лесного конгресса (Мехико, 1985 г.).

7. Недопущение сокращения лесистости элементарных водосборов в таежной зоне ниже 50-60%; где лесистость меньше, там должны быть запрещены сплошные рубки.

8. Организация особой системы хозяйства в лесах, имеющих специальный водоохраный статус.

9. Предотвращение смены коренных лесных насаждений на производные, которые хуже выполняют водоохранно-защитные функции, и тем более на травянистые фитоценозы.

10. Сохранение колковых лесов в лесостепной зоне, которые выполняют средостабилизирующую и агролесомелиоративную функции. Для усиления этих функций следует формировать колки с ажурно продуваемой конструкцией и конфигурацией, соответствующими искусственно создаваемым полезащитным полосам.

11. Регулирование состава и густоты древостоев в сторону оптимизации водного баланса, в частности транспирации, и формирование сложных древостоев (по составу, возрастной структуре, вертикальной сомкнутости). Во влагодефицитных условиях следует формировать насаждения, сберегающие влагу, в переувлажненных (на севере) – иссушающие. В избыточно увлажненных местах с недостатком тепла для этого могут использоваться ель, береза, ольха, осина, тополь, древовидные ивы.

12. Активное облесение вышедших из-под леса вырубок или га-

рей. Появление естественным или искусственным путем лесной растительности обеспечивает накопление снега, снижает промерзание почв, уменьшает их плотность, усиливает инфильтрацию воды. При искусственном лесовосстановлении эффективнее использовать саженцы.

13. Упорядочение, по крайней мере на Урале, режима рубок спелых и перестойных насаждений. В частности, необходимо запретить концентрированные рубки (для них уже нет полигонов), увеличить долю рубок постепенными и выборочными способами до 20-25% от общего объема, запретить сплошные рубки на склонах крутизной более 5°, размеры лесосек таких рубок снизить до 15-20 га в таежных условиях и еще до меньших размеров – на Южном Урале.

14. Дифференциация применения агрегатной техники на лесозаготовках. Ее нельзя допускать для работы в горных условиях и в летнее время на участках со слабоустойчивыми и переувлажненными почвами.

15. Сохранение лесных насаждений на закарстованных территориях для защиты карстовых воронок от заиления.

16. Осуществление вспашки почвы под лесные культуры только поперек склонов (по горизонталям) для предотвращения эрозии почвы.

17. Проведение всех мероприятий в лесу в соответствии с научно обоснованными нормами и правилами.

Контрольные вопросы

1. Виды влаги.
2. Виды осадков: перечень, механизм появления, краткая характеристика.
3. Роль различных видов осадков в лесу.
4. Значение влаги для жизни леса.
5. Шкала отношения древесных пород к влаге.
6. В чем заключается положительная роль снега в лесу?
7. Какой вред лесу наносят твердые осадки?

Электронный архив УГЛТУ

8. Понятие о водном балансе участков леса.
9. Из каких расходных статей складывается водный баланс, их долевое участие?
10. Основные мероприятия для оптимизации водного баланса участков леса.
11. Понятие о трансгрессивной роли леса.
12. Какая связь лесистости территории и стока рек?
13. Характеристика взаимоотношения леса и грунтовых вод.
14. Понятие о водоохранной и водорегулирующей ролях леса.
15. В чем разница снегонакопления и снеготаяния в лесу и на открытых местах?
16. Краткая характеристика водоохранно-защитной роли леса по классификации И.В. Тюрина.
17. Какими хозяйственными мероприятиями можно повысить водоохранно-защитную роль лесов?

9. ЛЕС И АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

9.1. Компоненты атмосферного воздуха и их значение в жизни леса

Атмосфера – газообразная оболочка Земли. В околоземном пространстве она насыщена, кроме естественных компонентов, компонентами вторичного происхождения. Наибольшая доля (78% состава атмосферы) принадлежит азоту (N). Однако азот атмосферы большого значения для леса не имеет, поскольку растения напрямую его почти не усваивают. Концентрация азота довольно стабильна и поддерживается на одном и том же уровне. Второе место по концентрации принадлежит кислороду (O₂) – около 21%. Кислород нужен для дыхания растений, животных, микроорганизмов. Снижение или повышение концентрации O₂ от нормы ухудшает фотосинтез. В силу активного использования кислорода лесом и другими типами растительности, а также на различные промышленные нужды его концентрация в атмосфере флюктуирует по географическим регионам, на локальных территориях, непосредственно в лесу. В настоящее время признано, например, что на Тюменском Севере в атмосфере лишь 18% O₂, что ухудшает условия для проживания людей. Обычно для жизни леса кислорода достаточно. Однако в почве его иногда бывает мало, что отрицательно отражается на корневых системах растений и их жизнедеятельности. При отсутствии кислорода дыхание растений прекращается.

Важнейшим компонентом атмосферы для жизнедеятельности леса является углекислый газ (CO₂). Согласно А.В. Веретенникову (1990), концентрация углекислого газа в результате сокращения лесов и соответственно снижения объема фотосинтеза стала увеличиваться

с конца XVIII в. Затем все большую роль в накоплении в атмосфере CO_2 стало играть сжигание ископаемого органического топлива – угля, газа, нефти, торфа. В 1860 г. в атмосфере Земли содержалось 0,0295% CO_2 , к 1974 г. концентрация его возросла до 0,032%. Далее наблюдается тенденция к увеличению этого газа, и к 2025 г. его концентрация может достичь величин 0,053-0,074%.

Наличие в атмосфере высокой концентрации CO_2 вызывает «парниковый» эффект, т.е. усиление теплового режима подстилающей поверхности Земли. Естественно, увеличение концентрации CO_2 «парниковый» эффект ускорит. Однако в создании теплового экрана участвуют также метан, закись и окись азота и другие газы, которые образуются в основном за счет жизнедеятельности бактерий в анаэробных условиях (в условиях переувлажненных и заболоченных почв).

Зеленые растения используют CO_2 на фотосинтез. Концентрация его в атмосфере весьма изменчива. В частности, зимой концентрация больше, летом – меньше, а ночью выше, чем днем. Повышение концентрации CO_2 до некоторого предела интенсифицирует фотосинтез растений, а затем он падает. На этой закономерности построена подкормка растений в теплицах и оранжереях повышенными концентрациями (достигающими 6-8%) CO_2 . Повышение концентрации CO_2 в 10 раз по сравнению с естественным фоном вызывает увеличение фотосинтеза растений в 8-10 раз (Полевой, 1989).

Около 1% в атмосфере занимают инертные газы (аргон, ксенон, неон, криптон, гелий). Считается, что инертные газы в жизнедеятельности леса не участвуют. Однако это объясняется, видимо, тем, что еще не вскрыта их роль на современном уровне знаний.

В незначительных количествах в атмосфере присутствует озон (O_3), который является энергичным окислителем, ускоряя гниение и разложение органического вещества.

В атмосфере почти всегда присутствует водяной пар, который играет заметную непосредственную роль в жизни леса. Его концентрация зависит от многих причин и весьма изменчива.

Все большую концентрацию в атмосфере приобретает пыль. Глобальный уровень ее с начала XX в. возрос на 20%, а в крупных городах – в десятки раз (Атрохин, Власюк, 1980). Пыль образуют как неорганические, так и органические компоненты, преобладает неорганическая часть – 2/3-3/4 от общего количества (Основы..., 1964). Происхождение пыли космическое, вулканическое, морское, растительное, возникает она от лесных пожаров, дефляции почв, выбрасывается промышленными предприятиями, поднимается с дорог и т.п. Пыль снижает приток света и тепла к подстилающей поверхности Земли и ухудшает жизнедеятельность леса. В значительных концентрациях она может непосредственно приносить вред растениям, оседая на хвое и листьях. Пыль забивает устьица и покрывает поверхность хвои и листьев, в связи с чем снижается фотосинтез. Накапливаясь в почве, пыль ухудшает ее плодородие.

В лесу в результате метаболических процессов растения, главным образом древесные и кустарниковые, выделяют в атмосферу летучие органические вещества – фитонциды (растительные выделения), которые представляют собою постоянно действующий экологический фактор (Матвеев, 1994).

В атмосфере постоянно присутствуют поллютанты (аэрозоли, газы), выбрасываемые в больших количествах промышленностью (аэропромвыбросы). Число поллютантов в аэропромвыбросах превышает 100 тыс., большинство из них высоко токсично и на лес действует отрицательно.

9.2. Влияние леса на состав воздуха

Лес оказывает воздействие на все компоненты атмосферного воздуха. Углекислый газ CO_2 формируется в основном за счет разложения лесной подстилки, дыхания растений и живых организмов, от пожаров и других источников. По данным американских ученых, в насаждениях черного тополя выделяется CO_2 : за счет дыхания корней – 35, разложения корней – 42, разложения лесной подстилки – 21%.

И лишь 2% объема CO_2 выделяется из других источников (дыхание живых организмов, например). А вот данные об источниках CO_2 , поглощаемого 40-летним сосняком летом в условиях Ярославской области (Молчанов, 1990): приход из атмосферы – 12,5%, вынос из почвы – 45,5, ночное дыхание хвои сосны – 9 и дыхание стволов – 33%. Поскольку CO_2 тяжелее воздуха, он концентрируется у поверхности почвы (в основном на высоте 0,1–0,2 м), создавая благоприятные условия для нижних ярусов растительности. Избыток CO_2 компенсирует недостаток света. Под влиянием турбулентности воздуха и ветра CO_2 поднимается в кроны деревьев. В силу того, что не всегда достаточное количество CO_2 поднимается в кроны, и в связи с поглощением его на фотосинтез в кронах концентрация CO_2 всегда ниже, чем у поверхности почвы. Иногда наблюдается даже его недостаток.

Концентрация CO_2 в лесном воздухе в течение суток зависит от активности фотосинтеза. В ночные часы концентрация CO_2 выше (до 2 и более раз), поскольку фотосинтез не идет, а разложение органического вещества продолжается, поэтому концентрация газа максимальная, в дневные часы она уменьшается. Исследованиями К.И. Кобак (1965) и К.И. Кобак и В.А. Алексеева (1965) установлено, что насаждения одинаковые по составу, возрасту, полноте, почвенно-грунтовым условиям имеют близкие показатели концентрации CO_2 как у почвы, так и в кронах. Насаждения, отличающиеся почвенно-грунтовыми условиями или хотя бы одним таксационным признаком, имеют различный углекислотный режим. Даже незначительная примесь березы в сосновых или еловых древостоях приводит к активизации почвенной биоты по разложению органического вещества и повышению концентрации CO_2 в припочвенном воздухе. В высокополнотных древостоях концентрация CO_2 выше, чем в низкополнотных, а в высокобонитетных насаждениях почти вдвое выше, чем в низкобонитетных.

Изменение концентрации O_2 лесом проявляется меньше, чем концентрации CO_2 . Надземные органы растений не испытывают недостатка в O_2 . Корневые же системы обходятся меньшим количеством O_2 .

Это происходит в силу активного потребления O_2 в корнеобитаемом слое всей почвенной биотой и затрудненности проникновения его в глубь почвы из-за высокой ее плотности или влажности. В почве O_2 почти всегда не хватает. Большой недостаток O_2 в почве приводит к падению продуктивности лесных насаждений. Поскольку O_2 образуется при фотосинтезе, то в лесу, особенно в древесном пологе, его концентрация повышена по отношению к фоновому уровню, хотя колебания концентрации в целом небольшие.

На азот непосредственно лес влияние оказывает как путем поглощения его из атмосферы клубеньковыми бактериями, азотобактером, сине-зелеными водорослями, так и возвратом в атмосферу за счет разложения органического вещества, в основном лесной подстилки; поступает также азот в атмосферу при сжигании органического вещества промышленностью. Чем выше продуктивность леса и активнее в нем процессы разложения лесной подстилки, тем большее влияние лес оказывает на динамику азота. Азот поступает также в атмосферу в результате сгорания органического вещества при лесных пожарах.

Влияние леса на пыль проявляется в основном в том, что она адсорбируется всеми ярусами растительности и органами растений. Затем в результате влияния ветра и осадков, а также вместе с лесным опадом пыль приносится в почву. При больших концентрациях пыли происходит ухудшение плодородия почвы. Концентрация пыли в лесу всегда меньше, чем на открытом месте. Лесные насаждения в год в расчете на 1 га улавливают от 30 до 70 т пыли.

Как было указано выше, в процессе жизнедеятельности растения выделяют в атмосферу фитонциды. В.А. Крючков (1989) установил, что индивидуальных и групповых органических соединений фитонциды содержат более 85. Это терпеноиды, кумарины, амины, этилен, альдегиды, пенициллины, углеводы и др. Они обладают репеллентным, аттрактарным, антикоагулирующим, гормональным, антимуtagenным, антимикробным и другими действиями. По данным этого же автора (1989, 1992), лесные насаждения Урала за год продуцируют от 105 до 805 кг/га

летучих фитонцидов. В среднем сосняки дают 370-450, ельники – 320-415, березняки – 190-220, осинники – 170-190 кг/га. Близкие к этим показатели установлены ранее для спелых насаждений в условиях Восточной Сибири (Протопопов, 1975), кг/га: кедровники – 400-500, сосняки 400-450, березняки – 200-220. Различные органические вещества (аминокислоты, органические кислоты, углеводы и др.) выделяются также и корневыми системами растений, создавая некие «фитонцидные поля» в почве.

Фитонциды в лесу, убивая микрофлору воздуха, делают его стерильно чистым и здоровым. По данным В.А. Крючкова, стафилококки, протейная и синегнойная палочки убиваются в сосняках на 75-91%, ельниках – 79, березняках – 62, осинниках – на 40%. Помощью фитонцидов древесные растения защищают себя от вредных насекомых и болезней. Существуют как бы две «линии обороны» (Крючков, 1989): первая – летучие фитонциды, вторая – фитонциды, закрепленные в растениях.

9.3. Соотношение CO_2 и O_2 в формировании древесины

Важнейшее влияние на состав атмосферного воздуха в отношении CO_2 и O_2 оказывает лес в связи с формированием древесины. Однако породы-лесообразователи эту функцию осуществляют с различными уровнями участия газов, что видно из следующих данных (по литературным материалам), где сделан расчет на 1 м^3 древесины, кг

	Поглощение CO_2	Выделение O_2
Сосна	750	540
Ель	700	500
Дуб	1150	830
Береза	1000	725
Осина	800	575

Из приведенных данных видно, что более активно поглощают CO_2 и выделяют O_2 лиственные породы. Особенно активен в этом отношении дуб.

Исследованиями В.В. Протопопова (1977) установлено, что 1 га елово-лиственного насаждения в условиях тайги Сибири в возрасте 20-40 лет ежегодно поглощает 13,0-17,5 тыс. т CO_2 и выделяет 10,0-13,0 тыс.т O_2 .

9.4. Лес и аэропромвыбросы

Большие площади лесов постоянно находятся под воздействием аэропромвыбросов (поллютантов) – газов, пыли, золы, дыма. Среди них доминируют: сернистый газ (SO_2), сернистый ангидрид (SO_3), сероводород (H_2S), фтористый водород (HF), хлористый водород (HCl), аммиак (NH_3), хлор, окислы азота, тяжелые металлы (ртуть, цинк, хром и др.) и т.п. Наиболее высокие концентрации аэропромвыбросов наблюдаются в странах Европы, где 20% лесов уже деградировали; эти леса находятся в различных стадиях дигрессии (Писаренко, 1989; Писаренко, Мерзленко, 1990). По данным Н.П. Поликарпова и др. (1986), в 1983 г. на территории ФРГ леса, гибнущие под влиянием аэропромвыбросов, составили 34% от лесопокрытой площади. Причем пихтовые леса повреждены на 76% площади, сосновые – 43, буквые, дубовые, лиственничные леса – на 15-26%. По данным А.И. Писаренко и М.Д. Мерзленко (1990), доля лесов в состоянии дигрессии под влиянием аэропромвыбросов от лесопокрытой площади в Голландии достигает около 50%, Швейцарии и Швеции – около 30%.

Большие массы аэропромвыбросов из европейских стран заносятся в западную часть Российской Федерации. С учетом собственных аэропромвыбросов на территории Европейско-Уральского региона поражённая площадь лесов ежегодно возрастает на 9 млн га (Страхов, 1993). На Урале уже практически нет территорий, которые не были бы подвергнуты воздействию аэропромвыбросов. Особенно тяжелая ситуация складывается вокруг гг. Екатеринбурга, Нижнего Тагила, Полевского, Красноуральска, Березников, Губахи и др. Не луч-

ше складывается ситуация в Башкортостане (Чурагулов, 1999). Если плотность аэропромвыбросов на 1 км² в Северном экономическом районе Российской Федерации составляет 1,7 т, Поволжском – 3,2, Северо-Западном – 4, Прибалтийском – 7,1, Центральном – 8,4, то в Уральском она достигает 12,2 т (Страхов, 1993). На Урале, таким образом, под влиянием аэропромвыбросов сформировались наихудшие экологические условия. Наиболее агрессивны к растениям газы. Согласно данным В.С. Николаевского (2002), загрязнение атмосферы на Земле аэропромвыбросами удваивается каждые 10–13 лет.

Лес выполняет огромную очистительную роль от аэропромвыбросов. Это происходит как в виде их механической фильтрации, так и биологической аккумуляции. Как считает В.С. Николаевский (1987, 2002 и др.), растения Земли, в основном леса, поглощают из атмосферы 50% вредных газов.

Аэропромвыбросы воздействуют на лес как непосредственно контактируя с растениями, так и опосредованно через почву, влияя на нее негативно. Аэропромвыбросы проникают в ассимиляционный аппарат, что вызывает разрушение мезофилла, хлоропластов, хлорофилла, снижение фотосинтеза, ухудшение водного режима растений, негативные изменения анатомо-морфологических признаков хвои и листьев. Хвоя у сосны вместо 5-7 лет в условиях промвыбросов живет до 2 лет, у ели соответственно эти показатели 8-10 и 2-3 года. Подвергаются разрушению и листья у лиственных пород.

В результате длительного воздействия аэропромвыбросов на лесные насаждения в них у растений поражаются отдельные органы, а затем целые растения. Это ведет к сокращению числа компонентов в насаждениях, уменьшается видовое насыщение в них, приостанавливается лесовозобновление, снижается фотосинтез деревьев, сокращаются или замедляются их приросты и укорачивается период жизни. Имеются доказательства того, что появляется непредсказуемый мутагенез растений (Кулагин, 1980а; Бабушкина, Луганский, 1990; Бабушкина и др., 1992). На ослабленные деревья активно нападают вредители и болезни. По мере углубления дигрессии коренные древо-стои разрушаются и формируются ослабленные вторичные насажде-

ния или техногенные (промышленные, индустриальные) пустыни (Б.П. Колесников, Ю.З. Кулагин, В.С. Николаевский).

Различные виды растений, в том числе и древесные, имеют неодинаковую устойчивость к аэропромвыбросам, в первую очередь к газам, что надо учитывать в лесохозяйственной практике. Н.П. Красинский подразделил газоустойчивость растений на три вида: биологическую – способность растений быстро восстанавливать поврежденные органы; морфологическую – формирование растениями защитных приспособлений; физиологическую – противостояние вредному воздействию. Ю.З. Кулагин (1974) предлагает следующую классификацию устойчивости растений к аэропромвыбросам: 1) анатомическую, 2) физиологическую, 3) биохимическую, 4) габитуальную, 5) феноритмическую, 6) анабиотическую, 7) регенерационную, 8) популяционную и 9) ценотическую.

Согласно В.С. Николаевскому (1979, 1987, 2002 и др.), газоустойчивые виды растений менее активно фотосинтезируют, у них более ксероморфное строение хвои и листьев и они мельче, уменьшаются размеры клеток и устьиц, увеличивается число устьиц на 1 мм², утолщается кутикула. Кроме того, у хвои и листьев снижается скорость газообмена за счет меньшей вентилируемости губчатой паренхимы (чем она меньше, тем газоустойчивее растение), повышаются содержание воды и водоудерживающая способность, понижается концентрация клеточного сока. Эти признаки позволяют вести целенаправленный подбор ассортимента древесных пород для выращивания в условиях аэропромвыбросов.

Многими исследователями установлено (Ионин, Колташева, 1962; Николаевский, 1967, 1979, 1987; Мамаев и др., 1967; Кулагин, 1974, 1980 а, б, 1985 и др; Гудериан, 1979; Мелехов, 1980; Влияние загрязнений..., 1981; Луганский и др., 1983, 1984, 1995; Вайчис и др., 1988; Писаренко, 1989; Луганский, Калинин, 1990; Прокопьев, 1990; Бабушкина и др., 1990; Писаренко, Мерзленко, 1990; Мамаев, Махнев, 1990; Пастернак, Ворон, 1991; Махнев и др., 2001; Цветков В.,

Цветков И., 2003; и др.), что степень устойчивости растений и лесов к аэропромвыбросам зависит от многих причин.

Главная причина – *поллютанты*, выбрасываемые в атмосферу промышленными предприятиями. Они весьма разнообразны по набору. Однако даже если наборы близки, то доминанты у них будут разные, и соответственно поллютанты будут проявлять себя неодинаково. Поэтому при ведении хозяйства в лесу следует ориентироваться на самый агрессивный доминирующий поллютант.

В каждом *географическом регионе* леса, произрастая в неодинаковых климатических условиях, имеют различную устойчивость к аэропромвыбросам. Согласно расчетам В. С. Николаевского (1993), сделанным по определению устойчивости леса к сере (окислам серы), критическими показателями, после которых у древесных растений наступают внешне заметные нарушения (например некрозы), оказались по регионам, кг/га в год: тундра – 7,5; северная подзона тайги (хвойные леса) – 9,8; средняя подзона тайги (хвойные леса) – 15,0; хвойно-широколиственная зона (хвойные леса) – 16,0; Беларусь (сосняки) – 23,2; горные леса Карпат (сосняки) – 33,4. Из приведенных данных видно, что чем хуже климатические условия, тем ниже критический порог устойчивости у леса по отношению к сере.

Рельеф также создает неодинаковую нагрузку аэропромвыбросов на леса. В понижениях территорий аэропромвыбросы концентрируются в больших объемах, а на холмистой местности в худших условиях находятся ветроударные склоны и их верхние части.

Важное значение имеет *расстояние от источников выбросов*: чем дальше расположена территория от них, тем в меньшей степени проявляют себя аэропромвыбросы, вплоть до прекращения воздействия.

Дополнительную негативную нагрузку на прилегающие территории оказывают *преобладающие ветры*, которые переносят аэропромвыбросы на значительно большие расстояния, чем ветры, дующие в иных направлениях.

Степень устойчивости лесов к аэропромвыбросам в определенной мере находится также в зависимости от *лесорастительных усло-*

вий местообитания (экотопов) лесных насаждений. Большой устойчивостью характеризуются лесные насаждения, произрастающие на плодородных дренированных почвах или на переувлажненных почвах с проточным режимом увлажнения. Лесные насаждения в условиях непроточного увлажнения к аэропромвыбросам имеют низкую устойчивость.

Лесные формации обладают различной устойчивостью к аэропромвыбросам. В.С. Николаевский (1993) по устойчивости к сере (окислам серы) установил критические пороги (кг/га в год) в разных географических регионах, которые для хвойных лесов составили 15,0-23,2, для лиственных – 48-57. Лиственные леса по устойчивости к аэропромвыбросам превосходят хвойные в 2,5-3 раза.

Более устойчивы *смешанные сложные насаждения* при высокой густоте древостоев, с подлеском, хорошо развитым травяно-кустарничковым покровом, с ненарушенной микросредой. Молодняки и средневозрастные древостои более устойчивы, чем старшевозрастные.

Древесные породы значительно отличаются между собой по устойчивости к аэропромвыбросам, причем устойчивость носит избирательный характер, т. е. некоторые породы устойчивы к одним поллютантам, другие же – к иным. Есть породы и достаточно универсальные. Более устойчивы лиственные породы по сравнению с хвойными и интродуценты по сравнению с аборигенами.

У древесных пород характерны *критические периоды* по отношению к поллютантам, в частности, они проявляются в начале вегетации, стадии цветения, в связи с наступлением неблагоприятных условий в течение вегетационного периода (засухи, заморозки).

Основными мероприятиями на промышленных предприятиях по предотвращению негативного влияния аэропромвыбросов должны быть технические и технологические. Это создание и внедрение в производство безотходных технологий, устройство уловителей, фильтров и др. Если даже аэропромвыбросы прекратятся, то еще десятки лет будет проявляться их негативное последствие. Однако пока выбросы продолжают, в лесах, подверженных их воздействию, необ-

ходимо вести «индустриальное лесоводство» (Ю.З. Кулагин, Б.П. Колесников), т.е. применять специфическую систему мероприятий, направленных на защиту лесов, сохранение и повышение их устойчивости и продуктивности. К настоящему времени уже разработаны некоторые мероприятия, которые позволяют добиваться реализации целей защиты леса от аэропромвыбросов.

Основное значение приобретает определение ассортимента древесных пород для выращивания в лесных насаждениях. Кроме аборигенных пород-лесообразователей, для лесовыращивания перспективны интродуценты как в создании промышленных насаждений и плантаций, так и для улучшения ландшафтов. Ассортимент определяется прежде всего с учетом географической зоны. Если привлекаются интродуценты, то можно использовать только те, которые способны произрастать в данном географическом регионе. Далее учитывается спектр поллютантов, выбрасываемых промышленностью. Как правило, доминирует сернистый газ (75% от объема всех выбросов). Однако некоторые поллютанты, будучи в небольших дозах, определяют возможности для произрастания тех или иных видов древесных растений (например, газообразный фтор или пылевидные тяжелые металлы).

Территории, пораженные поллютантами, подразделяются на зоны по интенсивности их воздействия. Рекомендуются выделять 3-5 зон. Уральские ученые (М.И. Гальперин, Ю.З. Кулагин, С.А. Мамаев и др.) считают достаточным выделение трех зон: сильного воздействия поллютантов, среднего и слабого. Обычно на Урале зона сильного воздействия поллютантов занимает территорию от источников выброса до 2-5 км, среднего – 5-12 и слабого – до 20-30 км. В районе действия Норильского горно-металлургического комбината, например, наиболее активная дигрессия лесных насаждений от поллютантов распространяется до 150 км в юго-восточном направлении и до 80 – в северо-восточном, а ранняя дефолиация у ели проявляется даже на расстоянии до 250 км (Ившин, 1993).

В каждой зоне воздействия поллютантов необходимо выделение различных лесорастительных условий по лесопригодности. Чем менее

Электронный архив УГЛТУ

лесопригодны лесорастительные условия для лесных насаждений, тем более высокие предъявляются требования к ассортименту пород и тем выше должно быть лесохозяйственное воздействие на участки. Более лесопригодны заветренные склоны в своих нижних частях. Учитываются почвенно-грунтовые условия. Необходимо выращивать насаждения из пород, по своим экологическим и биологическим особенностям наиболее соответствующих конкретным местоположениям. С учетом природных условий в зависимости от набора поллютантов для различных регионов, в том числе для Урала, разработаны шкалы ассортиментов древесных и кустарниковых пород с целью использования в условиях аэропромвыбросов. Такая шкала (табл. 10) разработана Уральским научно-исследовательским институтом Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова для Урала (Ионин, Колташева, 1962).

Таблица 10

Рекомендуемый ассортимент пород для использования в условиях аэропромвыбросов на Урале

Поллютанты	Ассортимент
Фтор, сернистый газ, окись углерода	Тополь бальзамический, клен ясенелистный, боярышник сибирский, бузина красная, лох узколистный и лох серебристый, кизильник блестящий, сирени обыкновенная и мохнатая, крушина слабительная, ирга колосцветная, дёрен сибирский, роза морщинистая
Фенол, аммиак	Березы повислая и пушистая, клен ясенелистный, тополь бальзамический, боярышник сибирский, яблоня сибирская, жимолость татарская, лох узколистный, сирени обыкновенная и мохнатая, облепиха, дёрен сибирский
Сернистый газ, серный ангидрид, окись углерода	Яблони культурная (местные сорта) и сибирская, тополь бальзамический, осина, клен ясенелистный, клен остролистный, береза повислая, боярышник сибирский, кизильник блестящий, черемуха обыкновенная, лох узколистный, облепиха, смородина черная, сирени обыкновенная и мохнатая, роза морщинистая
Окись углерода, окислы железа, также пыль, содержащая кремний	Тополь бальзамический, лиственница Сукачева, яблоня сибирская, боярышник сибирский, клен ясенелистный, липа мелколистная, береза повислая, вяз обыкновенный, крушина ломкая, бузина красная, ирга канадская, калина обыкновенная, роза морщинистая, сирени обыкновенная

	новенная и мохнатая, дёрен сибирский, кизильник черноплодный, лох узколистный
--	---

Контрольные вопросы

1. Компоненты атмосферного воздуха в лесу и их долевое участие.
2. В чем заключается роль отдельных компонентов воздуха в жизни леса?
3. Какой формулой описывается фотосинтез?
4. Долевое участие углекислого газа и кислорода в формировании 1 м³ древесины.
5. Что такое фитонциды и их количественные показатели в различных по составу лесных насаждениях.
6. Что такое аэропромвыбросы (поллютанты) и их отдельные представители?
7. Какое непосредственное влияние на растения оказывают аэропромвыбросы?
8. От каких причин зависит степень устойчивости лесных насаждений к аэропромвыбросам?
9. Какие древесные породы более устойчивы к аэропромвыбросам, какие менее устойчивы?
10. Какие зоны на подверженных воздействию аэропромвыбросов территориях выделяются и в чем их смысл?
11. Что такое техногенные (индустриальные) пустыни?
12. На какие расстояния от источников аэропромвыбросов на Урале отстоят различные зоны загрязнения?

10. ЛЕС И ВЕТЕР

Ветер – это движение воздуха. В силу большого влияния ветра на лес этот вопрос рассматривается отдельно от проблемы лес и атмосферный воздух. Ветер в лесу играет как положительную, так и отрицательную роль.

10.1. Положительное влияние ветра на лес

Положительное влияние ветра на лес проявляется только до определенной пороговой интенсивности, превысив которую ветер приносит лесу вред. Положительная роль ветра в лесу проявляется в следующих направлениях:

- раскачивании деревьев, что поддерживает почву в рыхлом состоянии и сохраняет ее оптимальные водно-физические свойства;
- развитию и укреплении корневых систем деревьев;
- приносе новых порций влаги и углекислого газа;
- активизации транспирации, что усиливает фотосинтез растений;
- формировании крон и стволов;
- охлаждении в жаркую погоду хвои и листьев;
- улучшении световой обстановки в насаждениях путем деформации крон и перемещения солнечных бликов;
- переносе пыльцы, что активизирует переопыление древесных растений (сосна, ель, пихта, кедр, дуб, бук, ольха и др.) и разнос семян, способствующий лесовозобновлению (береза, осина, сосна, ель, тополя, ивы и др.);
- усилении физического испарения почвы (в условиях переувлажнения);

- усилении проникновения осадков внутрь насаждения;
- снижении возможности проявления поздних весенних и ранних осенних заморозков путем перемешивания теплых и холодных масс воздуха.

10.2. Отрицательное влияние ветра на лес

Достаточно сильный ветер приносит лесу вред. Он вызывает превышение пределов оптимальных уровней в физическом испарении, иссушая почву, особенно в засушливые периоды, транспирации растений, что ведет к увяданию их, расстройству процессов метаболизма, торможению роста. Своими исследованиями А.А. Молчанов (Основы..., 1964) установил, что при скорости ветра 0,5 км/ч дефицит влаги у молодых растений сосны не превышал 4,5%, при скорости 15 км/ч он был 12,5%, 38 – 18 и при 60 км/ч повышался до 20%. Соответственно этим показателям прирост сухого вещества в расчете на одно молодое дерево сосны за периоды наблюдений составил 23, 19 и 9 г. Ветер переносит на большие расстояния аэропромвыбросы, расширяя и усиливая дигрессионные процессы в лесу; формирует сбежистые стволы, вызывает прикорневые наплывы, разрывает корневые системы деревьев, способствует охлестыванию лиственными породами (березой, например) деревьев хвойных пород, произрастающих под пологом; переносит снег и песок, вызывая коррозию коры у стволов деревьев. Дуя в одном направлении, ветер формирует у деревьев эксцентрические стволы, флагообразную крону, деформирует корневые системы, что особенно наблюдается вблизи морей, в горах.

Для Урала влияние ветра в горах на лес хорошо исследовано и показано П.Л. Горчаковским и С.Г. Шиятовым (1985). Как считают авторы, эксцентричность на поперечном срезе ствола образуется за счет задержки тока пластических веществ по лубу и неравномерного развития камбия под влиянием напряжений, возникающих в стволах. У деревьев стволы имеют более широкие годовичные кольца с заветренной стороны, а эксцентричность резче выражена у основания

стволов. В сторону преобладающих ветров формируется «флаг» кроны, туда же сильнее развиваются и корневые системы, что объясняется постоянным разрывом корней со стороны ветра. Флагообразность крон вызывается постоянным отмиранием почек и побегов в связи с иссушающим действием ветров.

Огромный вред лесу приносит ветер, вываливая с корнями (*ветровал*) или переламывая (*бурелом, или ветролом*) деревья. Наиболее разрушительны штормовые ветры и их порывы. Вываливаются как отдельные деревья, обычно крупные, высших классов роста по Крафту, так и целые лесные массивы. Известны случаи массовых ветровалов. По данным Г.Н. Романова (1988), в 1964 г. в Румынии повалило и сломало 10,5 млн м³ древесины, в Швеции в 1969 г. – 29, в ФРГ в 1972 г. – 16, в Польше в 1981-1983 гг. – 15 млн м³. В Латвии в 1967 и 1969 гг. было повалено и поломано 20 млн м³, что соответствует 130 тыс. га леса (Белов, 1976). Скорость ветра составляла 20–45 м/с, или 72-162 км/ч. В 1975 г. на севере Пермской области шквальный ветер вывалил 20 млн. м³ древесины на площади 260 тыс. га (Рожков, Козак, 1989). На Среднем Урале массивные ветровалы наблюдались (Турков, 1979) в 1799, 1859, 1892 гг. Скорости ветра достигали 35-40 м/с (126-144 км/ч). Ветры меньших скоростей (20-24 м/с, или 72-86 км/ч) на Среднем Урале повторяются каждые 5-10 лет, также вызывая ветровал и бурелом, по крайней мере, в темнохвойных лесах.

Критическая скорость ветра для леса, согласно С.В. Белову (1976), 25-27 м/с, или 90-97 км/ч. Исследования на Урале А.Г. Шавнина и В.А. Шавнина (1990) показали, что критической скоростью ветра для ельников II класса бонитета является 25 м/с, или 90 км/ч.

На устойчивость деревьев в лесу против ветровала влияют многие факторы. По данным И.С. Мелехова (1980), С.В. Белова (1976), Н.А. Коновалова и др. (1977), В.Г. Туркова (1979), А.А. Рожкова, В.Т. Козака (1989), А.В. Пугачевского (1990) и др. среди них следующие.

Сезон года. Во-первых, по сезонам года ветры имеют различную силу и направленность, чаще всего ветровалы возникают осенью. Во-

вторых, решающее значение имеет состояние почвы – мерзлая она или нет. На промерзшей почве ветровал практически исключается.

Почвенно-гидрологические условия. От глубины и плодородия почв зависит развитие корневых систем деревьев. Чем глубже и плодороднее почва, тем более мощные развиваются корневые системы. Кроме того, имеет значение уровень залегания грунтовых вод: чем он выше, тем вероятнее ветровал. Механический состав почвы и ее влажность также влияют на ветровал. Деревья ели на суглинистых почвах наряду с поверхностной корневой системой имеют мощную с повышенной парусностью крону, что усиливает ветровальность деревьев. Увеличение влажности почвы ослабляет устойчивость деревьев, особенно вредно увеличение влажности за счет осадков перед сильным ветром.

Древесная порода. Каждая древесная порода в силу своих биологических и экологических особенностей, а также в зависимости от почвенно-гидрологических условий развивает характерную для себя корневую систему деревьев. Чем более развитая и глубокая корневая система дерева, тем оно обладает большей ветроустойчивостью.

Возраст и фитопатологическое состояние деревьев. Молодые деревья устойчивее к ветру, чем старые, которые имеют более крупные размеры и иногда поражены корневыми гнилями. Это характерно для ели, часто пораженной корневой губкой или настоящим опенком (Романов, 1988). Кроме того, повышается ветровальность деревьев, у которых корневые системы поражены пожаром или ослаблены в результате неурегулированных рубок, пастьбы скота и по другим причинам.

Густота древостоев. Деревья, выросшие на свободе или в негустом древостое, сформированы с большей ветроустойчивостью, это же характерно и для опушек. Деревья, выросшие в густых древостоях, имеют слабую ветроустойчивость и особенно подвержены ветровалу при выставлении их на простор, например, в результате сплошных рубок, верховых пожаров, когда остающаяся стена леса может полностью быть вывалена ветром.

Состав древостоев. Смешанные древостои более устойчивы к ветру, чем чистые. Для хвойных пород в целях повышения ветроустойчивости их деревьев иногда полезна некоторая примесь лиственных пород.

Ветровал обычно сопровождается и буреломом, от которого страдают деревья, подверженные стволовым гнилям. Наиболее характерно это для ели, пихты, осины, липы. Перелом происходит, как правило, на середине ствола или у основания кроны. При сильных ветрах ветровальные деревья преобладают над буреломными. В частности, в Ленинградской области в одном из случаев ветровальные и буреломные деревья были в соотношении у хвойных пород как 3:1, у лиственных (береза и осина) – 3:2 (Белов, 1976).

На уровне стихийных бедствий сильные ветры проявляют себя во время пожаров. Усиливаясь при пожарах, они часто в хвойном лесу низовой пожар переводят в верховой. В результате гибнут огромные площади лесов.

10.3. Влияние леса на ветер

В отношении ветра лес проявляет себя мощным трансформатором. Общая схема влияния леса на ветер такова (Молчанов, 1961; Основы..., 1964; Протопопов, 1975; Белов, 1976; Мелехов, 1980; Молчанов, Губарева, 1980; Алексеев, 1982; и др.): при подходе воздушной массы к лесу она раздваивается – часть воздушного потока, ускоряясь, устремляется вверх до 1 км и более, другая часть, продолжая движение, проникает в лес. Раздвоение воздушной массы на два потока начинается перед лесом на расстоянии 60-100 м, а иногда и до 10-12 высот древостоев (Белов, 1976). Поток, который устремляется в лес, за 10-30 м до стены леса начинает уплотняться и терять скорость и в лесу уже на расстоянии 120-150 м не превышает 6-7% от первоначальной скорости открытого пространства, а на расстоянии до 250 м его скорость ничтожна. Но абсолютного штиля в лесу не бывает. В любых условиях наблюдается движение воздуха, по крайней мере,

турбулентного типа. Чем выше и гуще древостой и более наполнено насаждение фитомассой, тем активнее проявляется на ветер его влияние. Это хорошо видно по данным табл. 11 (Основы..., 1964). Особенно активно на торможение скорости ветра в лесу влияет еловый элемент древостоя. По данным В.В. Протопопова (1975), кедровые леса в Западных Саянах с повышенным количеством надземной фитомассы уменьшают скорость ветра внутри себя в 5-7 раз, а аналогичные насаждения с меньшим количеством фитомассы – только в 3-5 раз. Над пологом леса на высоте до 10 м скорость ветра быстро падает. Чем более шероховатый полог, тем более высокими темпами падает скорость ветра. Полог елового леса более шероховатый в верхней части по сравнению с сосновыми насаждениями, поэтому над еловым лесом скорость ветра падает быстрее. За пределами леса в заветренной стороне на расстоянии до 10 высот древостоев воздушные массы с небольшими скоростями опускаются к земле и их скорость восстанавливается вновь в пределах до 100-кратной высоты древостоев.

Таблица 11

Скорость ветра в 200 м в глубине леса от опушки, % от скорости на открытом месте

Состав, возраст, сомкнутость полога древостоя	Скорость ветра на открытом месте, м/с						
	1,2	2,2	2,7	3,5	5,2	6,2	7,0
10С, 150 лет, , второй ярус еловый	0	2	4	8	15	17	19
10С, 65 лет, 0,9	8	10	12	17	28	39	46
10С, 65 лет 0,4	12	18	20	29	44	61	—

10.4. Меры борьбы с отрицательным влиянием ветра на лес

Основная профилактическая мера борьбы с отрицательным влиянием ветра на лес – это ведение лесного хозяйства на высоком техническом уровне при соблюдении и выполнении всех научно обоснованных правил и нормативов.

Электронный архив УГЛТУ

Повышение ветроустойчивости древостоев достигается регулярным, с молодости, разреживанием их. Это обеспечивает активное развитие корневых систем деревьев, и они приобретают высокую ветроустойчивость. При этом необходимо формировать смешанный состав и вертикальную сомкнутость древостоев и многокомпонентность насаждений. Особенно тщательно необходимо формировать ветроупорные опушки, представляющие собой полосы лесных насаждений по границам с безлесными пространствами и предназначенные для смягчения вредного действия ветра на защищаемые участки леса. То же требуется по границам с субальпийским поясом в горах. Для борьбы с отрицательным воздействием ветра на молодые растения древесных и кустарниковых пород в питомниках их окаймляют ветрозащитными полосами. Создаются эти полосы и на сельскохозяйственных полях для борьбы с ветром. Г.Н. Романов (1988) рекомендует формировать в лесу так называемые «ребра» – ветроупорные полосы шириной 30 м через 150-200 м друг от друга поперек преобладающим ветрам. Их можно создавать как специальными рубками, так и при искусственном лесовосстановлении.

Особенно тщательно необходимо соблюдать все нормативы при проведении рубок спелых и перестойных насаждений. Участки вырубемого леса – лесосеки располагают длинной стороной поперек преобладающим ветрам, а прирезку следующей лесосеки к предыдущей производят в сторону преобладающих ветров. В этом случае остающиеся насаждения после сплошных рубок не могут быть разрушены ветром. В связи с этим нельзя выставлять на простор под действие ветра насаждение, не защищенное ветроустойчивой полосой леса. Рубки выборочные назначаются только в ветроустойчивых насаждениях с интенсивностями разреживаний, не влекущих за собой ветровала.

Контрольные вопросы

1. В чем проявляется положительное влияние ветра на лес?

Электронный архив УГЛТУ

2. В чем проявляется отрицательное влияние ветра на лес?
3. Что такое ветровал и ветролом?
4. Древесные породы таежной зоны, деревья которых наиболее и наименее устойчивы против ветровала и бурелома.
5. Факторы, влияющие на степень устойчивости деревьев различных пород к ветровалу.
6. Виды влияния леса на ветер.
7. Что такое ветроупорные опушки и в каких условиях они необходимы?
8. Какие древостои наиболее устойчивы к ветру: смешанные или чистые, разновозрастные или одновозрастные, сложные или простые?
9. Что такое ветровые «ребра» и какая их роль в лесу?
10. На какое расстояние в сторону открытого пространства лес проявляет свое сдерживающее влияние на ветер?

11. ЛЕС И РЕЛЬЕФ

В общей геоморфологии (Леонтьев, Рычагов, 1979) рельеф подразделяется на следующие формы:

- мегаформы – горные системы Альп, Большого Кавказа и т. п.;
- макроформы – отдельные хребты, впадины какой-либо горной страны;
- мезоформы – овраги, балки, барханные цепи, увалы и т. п.;
- микроформы – карстовые воронки, эрозионные рытвины, береговые валы;
- наноформы – мелкие неровности – кочки, сурчины, рябь на песке и т. п.

В лесоведении применительно к лесу предусматриваются три вида рельефа: макрорельеф, мезорельеф и микрорельеф. В соответствии с их экологической масштабностью каждый вид рельефа оказывает соответствующее воздействие на лес.

11.1. Макрорельеф

Макрорельеф – это крупные формы рельефа, характеризующиеся изменениями относительных высот более 100 м с уклонами поверхности более 5°. К макрорельефу относятся все горные страны и их системы. В равнинных условиях макрорельеф характеризует общее расчленение территорий, в частности, в степи и лесостепи к нему относится балочный рельеф (Алехин, 1950).

Макрорельеф (горные страны) формирует вертикальную поясность растительности и формации лесов. Вертикальный пояс – это (Гулисашвили, 1956) часть склона в определенных рамках высот, характеризующаяся одинаковыми почвенно-климатическими условия-

ми, одной и той же растительностью и фауной. Вертикальную поясность обуславливает высота над уровнем моря. С поднятием в горы от подножий к вершинам ухудшаются климатические условия. В частности, снижается количество тепла, ухудшается температурный режим воздуха и почвы, сокращается вегетационный период, уменьшается давление воздуха, возрастает доля прямых солнечных лучей и др. При поднятии в горы ухудшаются также почвенные условия.

В каждой горной стране поясность как бы повторяет широтную зональную и подзольную дифференциацию Земли, однако пояса и зоны (подзоны) не тождественны, хотя и имеют некоторое сходство. Чем южнее расположена горная страна и чем она выше, тем в ней представлено большее число поясов, богаче лесная растительность и дальше в горы заходит верхняя граница леса. В связи с ухудшением при поднятии в горы климатических условий леса приобретают редкостойность и низкую продуктивность.

Большим набором вертикальных поясов отличается Кавказ. По данным Лесной энциклопедии (1985), Л.Б. Махатадзе (1989), Л.П. Смоляка и др. (1990) и др., там на южных склонах поясность имеет следующую структуру: до 500-600 м расположены субтропические леса из дубов, граба, тиса, самшита, каштана, ильмовых, до 1000-1100 м – каштановые леса из каштана съедобного; до 1500-1600 м – буковые высокопродуктивные леса в основном из бука восточного с примесью липы кавказской, клена остролистного и др.; до 2000-2100 м – елово-пихтовые леса из пихты кавказской, ели восточной, бука восточного и др.; до 2200-2300 м – субальпийские редкостойные леса. Верхняя граница леса в среднем лежит на высоте 2300-2500 м (Гулисашвили, 1956; Синицын и др., 1979). Ее образуют клен высокогорный, береза повислая, ель восточная, бук восточный и сосна кавказская.

В Горном Алтае выделяется три вертикальных пояса (Парамонов, 1994): степной, лесной и высокогорный. Нижняя граница лесного пояса расположена на высоте 300-350 м. Затем идут подпояса лесного пояса: черневой (350-800 м), чернево-таежный (800-1500 м) и субальпийский (1500-1800 м). В составе лесного пояса ель сибирская, лист-

венница сибирская, кедр сибирский, сосна обыкновенная, пихта сибирская. В черневом подпоясе в составе леса преобладает пихта сибирская. Верхняя граница леса лежит на высоте 2200-2300 м, ее образуют лиственница сибирская, кедр сибирский, ель сибирская.

На Урале поясность представлена (Горчаковский, 1975; Горчаковский, Шиятов, 1985 и др.) снизу вверх горно-степным, горно-лесостепным, горно-лесным, подгольцовым поясами и поясами горно-тундровых и холодных гольцовых пустынь. Наибольшее число поясов представлено на Южном Урале, что объясняется общей приподнятостью гор над уровнем моря. Горная степь встречается на восточном макросклоне в южной части Южного Урала и поднимается в среднем до 600 м над уровнем моря (хр. Ирндык). Горная лесостепь здесь выражена фрагментарно на северных и западных склонах выше горного степного пояса. Обширные участки горной лесостепи находятся у подножия западного макросклона, получающего больше осадков. В центральной части Южного Урала на низких уровнях западного склона до высоты 600-700 м произрастают широколиственные леса из липы мелколистной и дуба черешчатого, сменяющиеся выше темнохвойной тайгой с примесью широколиственных пород. Предгорья восточного склона заняты лесостепью с березовыми колками, которая выше сменяется сосново-лиственничными лесами и производными от них березняками. Верхняя граница горно-лесного пояса представлена на Южном Урале пихтово-сосновыми редкостойными паркового типа лесами, а в подгольцовом поясе встречаются березовые криволесья.

На Среднем Урале ввиду отсутствия высоких горных массивов поясность выражена не резко. На Северном и Приполярном Урале горно-лесной пояс представлен темнохвойной тайгой из ели сибирской, пихты сибирской и кедра сибирского. На восточном макросклоне преобладают сосняки с примесью лиственницы Сукачева. Низкорослые леса подгольцового пояса, находящиеся в пределах 500-800 м над уровнем моря, здесь довольно разнообразны – встречаются лиственничные, еловые и кедровые редколесья и березовые криволесья.

Верхняя граница леса в горах Северного Урала проходит на вы-

соте 500-600 м, Среднего – 600-750 и Южного – 850-1200 м. На Урале верхняя граница леса чаще на больших поднятиях лимитируется не климатическими условиями, а отсутствием почв в связи с распространением каменных россыпей и гольцов. Верхнюю границу леса на Урале образуют ель сибирская, береза повислая и др.

Кроме вертикальной поясности, макрорельеф определяет произрастание лесных формаций. Это хорошо видно на Урале. На западном макросклоне Урала преобладают темнохвойные леса, на восточном – сосновые. Это объясняется тем, что западный макросклон обеспечен большим количеством осадков (600-800 мм), чем восточный (350-550), на который распространяется барьерный эффект хребтовой части.

11.2. Мезорельеф

В горных странах мезорельеф проявляется в крутизне и экспозиции склонов. На равнинах к мезорельефу относятся различного рода западины, овраги, речные террасы, водоразделы, их склоновые участки и др.

В мезорельефе важное значение имеет экспозиция склонов, которая резко проявляется при движении с севера на юг. В северном полушарии южные склоны сильнее прогреваются, больше получают света, на них на 2-3 недели раньше сходит снежный покров. Однако с них активнее идет испарение, и они в меньшей мере обеспечены влагой. Северные склоны более холодные и влажные. В.З. Гулисашвили (1956) для условий Кавказа приводит следующие данные освещенности склонов различной экспозиции (табл. 12). Надо иметь в виду, что параллельно со светом по аналогичной закономерности поступает и тепло.

Таблица 12

Относительная сила света на склонах различных экспозиций
в горах Кавказа

Экспозиция	Относительная сила света	
	при безоблачной погоде	при облачной погоде
Северная	1,00	1,00

Западная	1,19	1,23
Восточная	1,25	1,17
Южная	3,12	1,33

В зависимости от специфики природных условий горных стран мезорельеф формирует то тип растительности, то лесные формации, то типы леса. В горах Тянь-Шаня южные склоны заняты часто травянистой растительностью, северные – лесной, в частности, лесными насаждениями из ели тянь-шаньской. В Восточной Сибири на южных склонах произрастают сосновые леса, на северных – лиственничные. На Кавказе на южных склонах произрастают дубовые леса, на северных – буковые. На Урале экспозиция и часть склона формируют тип леса, в частности, на Среднем Урале на склонах северных и северо-восточных экспозиций формируются среднепродуктивные сосняки с доминированием в живом напочвенном покрове черники, а на южных склонах – сосняки с брусникой. Ниже по склонам формируются сосняки и ельники более высокой продуктивности. В лесотундре на северных склонах представлены фрагменты тундры, на южных склонах произрастает лес.

11.3. Микрорельеф

Микрорельеф представляет собой понижения или повышения поверхности почвы в пределах 1 м. Сюда относятся микрозападинки, кочки, разрушенные валежники и пни, углубления от вывернутых деревьев, холмики, образованные землеройными животными. Микрорельеф оказывает большое влияние на формирование молодого поколения леса (лесовозобновление). В более южных широтах с недостатком влаги молодые растения древесных пород приурочены в основном к микропонижениям, где создаются лучшие условия увлажнения. В тайге в местоположениях, характеризующихся недостатком влаги (сосняки с брусникой, например), молодые растения древесных пород приурочены к ровным элементам рельефа и микропонижениям. В переувлажненных условиях молодые растения древесных пород разме-

Электронный архив УГЛТУ

щаются в основном по микроповышениям (до 80-90% растений, Мелехов, 1980). На них создаются лучшие условия аэрации почвы, почва лучше прогревается и улучшен режим ее влажности. Кроме того, на микроповышениях в условиях влажных суглинистых и глинистых почв не наблюдается выжимание морозом молодых растений (Мелехов, 1980). Ель, будучи породой, у которой молодые растения в сильной степени подвержены отрицательному воздействию высоких и низких температур, предпочтительнее появляется в местах с защитными микроусловиями: между упавшими стволами и валежинами, между пней и корневых лап.

Созданием микрорельефа искусственным путем можно усиливать процесс заселения площадей молодыми растениями древесных пород (путем создания микроповышений в переувлажненных условиях, например).

Контрольные вопросы

1. Какие виды рельефа приняты в лесоведении?
2. Что такое макрорельеф?
3. Что такое мезорельеф?
4. Что такое микрорельеф?
5. Понятие о вертикальной поясности лесов.
6. Поясная дифференциация лесов Кавказа.
7. Особенности вертикальной поясности на Урале.
8. Чем объясняется абсолютное преобладание темнохвойных лесов на западном макросклоне Урала и сосновых – на восточном?
9. В чем проявляется мезорельеф по отношению к лесу в горных условиях?
10. Роль микрорельефа в процессах естественного лесовозобновления.
11. Каким мероприятием в лесу можно усилить появление молодого поколения древесных пород в увлажненных местоположениях?

12. ЛЕС И ПОЧВА

12.1. Значение почвы для жизни леса

Почва в жизни леса представляет собой важнейшую группу экологических факторов. Ее роль многообразна, а именно:

- субстрат для жизнедеятельности растений и механическая опора;
- среда обитания животных, микрофауны и микрофлоры;
- местилище питательных веществ и их источник;
- хранитель спор и семян;
- буфер по отношению к вредным веществам и возможному сдвигу уровня кислотности;
- резервуар и источник влаги;
- стабилизатор теплового, воздушного и влажностного режимов.

12.2. Влияние почвы на лес

12.2.1. Роль плодородия почвы

В пределах того или иного географического региона, т.е. на фоне определенных климатических факторов, почва оказывает на лес мощное влияние, формируя состав, морфологическую структуру древостоев и насаждений, обеспечивая их производительность и продуктивность, а также качество древесины. Непосредственно все эти результаты воздействия почвы определяются прежде всего ее плодородием. Плодородие почвы – это способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать корне-

вые системы растений достаточным количеством воздуха и тепла для нормальной жизнедеятельности. Плодородие почв складывается из многих факторов: мощности, механического состава, содержания органического вещества, режима влажности, температурного режима, плотности и аэрации, уровня кислотности, химического состава, структуры, уровня грунтовых вод, биологической активности, поглощательной способности. Чем ближе к оптимуму каждый из факторов, тем выше плодородие почвы и тем производительнее, продуктивнее и выше по качеству лесные насаждения.

Важное значение для леса имеет мощность почвы. В равнинных условиях почвы, как правило, глубокие, в горах же они мелкие, особенно на Урале. Здесь на вершинах увалов формируются очень мелкие почвы, глубина которых лежит в пределах 15-30 см, это почвы элювиального типа (по С.В. Зонну, Основы..., 1964). Для них характерны поступление веществ и энергии только из атмосферы и отсутствие доступных грунтовых вод. Класс бонитета лесных насаждений на таких почвах низкий, не выше IV-V. Ниже по склонам и у их подножия располагаются более глубокие почвы. Их глубина 30-70 см. Это почвы (по С.В. Зонну) транзитного типа (аккумулятивно-элювиального), для которых характерны поступление влаги, веществ и энергии из вышележающих участков за счет поверхностного и внутрисочвенного стоков, а также дополнительная аккумуляция веществ из грунтовых вод. Класс бонитета насаждений, произрастающих на таких почвах, II-III. Еще ниже лежат участки с почвами надводно-подводного типа. Чаще они занимают отрицательные формы рельефа, поэтому периодически затопляются водами. Для этих почв характерно периодическое обогащение их растворимыми и твердыми веществами с поверхности, выщелачивание подвижных элементов питания, поступление избыточных количеств растворимых минеральных и органических соединений, часто для растений вредных.

Увеличение мощности почвы, а следовательно, и ее плодородия обуславливает не только повышение класса бонитета насаждений, но и обогащение видового состава всех ярусов растительности, усложнение компонентной и морфологической структур насаждений, раз-

витие животных, мезофауны, грибов, микроорганизмов; мощность почвы влияет и на качество древесины. На почвах элювиального и отчасти транзитного типов формируется древесина мелкослойная, прочная (кондовая). На почвах отчасти транзитного и надводно-подводного типов формируется древесина мягкая (мяндовая).

12.2.2. Зависимость развития корневых систем деревьев различных древесных пород от почвы

Мощность, строение и распределение по почвенному профилю корневых систем древесных растений имеет важное значение как для жизни отдельных деревьев, так и для лесных насаждений в целом, а также в связи с ёмкостью проявления лесом экологических функций. Корневые системы обеспечивают ветроустойчивость деревьев, содействуют содержанию почв в рыхлом состоянии, снабжают деревья влагой и питательными веществами, выполняют почвозащитную, пескоукрепительную, берегоукрепительную и другие виды защитной роли леса. Чем более мощные корневые системы у деревьев, тем выше производительность и продуктивность древостоев и насаждений и тем сильнее проявляются экологические функции леса. Развитие корневых систем деревьев зависит как от биологических и экологических свойств древесных пород, так и от мощности и других признаков и свойств почв, а также в определенной степени и от почвенной материнской породы.

У деревьев наблюдаются следующие типы корневых систем: поверхностный, когда абсолютно преобладают горизонтально ориентированные корни 1-го порядка; стержневой – имеется главный корень, идущий по вертикали; якорный – характеризуется вертикальными корнями, отходящими от горизонтальных корней 1-го порядка. На глубоких, достаточно рыхлых, хорошо прогреваемых почвах у деревьев всех древесных пород формируются в той или иной степени глубокие, мощно развитые корневые системы (2-го и 3-го типов). На почвах мелких, подстилаемых плотными материнскими породами, переувлажненных, холодных, тем более мерзлотных, корневые систе-

мы деревьев большого развития не получают и формируются по 1-му типу. Однако различные древесные породы в силу своих биологических и экологических особенностей в одних и тех же почвенно-гидрологических условиях обуславливают формирование у деревьев неодинаковых корневых систем. П.С. Погребняк (1963) по особенностям формирования корневых систем деревьями подразделил древесные породы на следующие группы: глубокоукореняющиеся – дуб, лиственница, липа, тополь; переходные – бук, береза, осина, сосна, пихта, кедр сибирский; поверхностно-укореняющиеся – ель, ясень, клен полевой. Такое подразделение достаточно условно, поскольку все древесные породы в зависимости от конкретных почвенно-гидрологических условий обладают в той или иной мере пластичностью корневых систем.

Сосна на глубоких высокотрофных легкого механического состава почвах (супесь, легкий суглинок) формирует мощную корневую систему стержневого типа (этот тип еще иногда называют «редькой»). Такой же тип формируется и на глубоких песках в условиях питания влагой за счет грунтовых вод. На Среднем Урале, где значительное пространство имеют почвы неглубокие (30-60 см) и они подстилаются плотными горными породами, сосна развивает якорные корневые системы, что обусловлено формированием вертикальных корней, проникающих в расселины горных пород. Это иногда наблюдается при выходе горных пород на дневную поверхность (Коновалов и др., 1979). На глубоких песках, где питание влагой идет за счет перехвата осадков, у деревьев сосны развиваются поверхностные корневые системы. Такой же тип формируется и на почвах переувлажненных, болотных. Причиной этому является слабая прогреваемость почв, избыток органических кислот и недостаток кислорода. А.А. Молчанов (1970 а) показал, что при количестве кислорода в почве в объеме 15% от нормального обеспечения резко сокращается образование новых корней, при снижении кислорода до 10% новое образование корней прекращается, что ведет почти к полной приостановке роста деревьев. Поверхностная корневая система деревьев сосны формируется также и на почвах, где на небольшой глубине располагается плотный суглинок, на мелких почвах, под-

стилаемых известняком, и др. (Мелехов, 1980). В силу высокой пластичности корневых систем у деревьев сосны они активно развиваются в случае осушения переувлажненных почв.

Ель – порода с менее пластичной корневой системой деревьев по сравнению с сосной. Ее деревья чаще формируют поверхностную корневую систему. М.И. Калинин (1986), изучая 10–75-летние деревья ели обыкновенной в Карпатах на мелких почвах, показал, что корневые системы исключительно поверхностны. Доля горизонтально ориентированных корней, которые расположены в слое почвы 30 см и лишь иногда проникают на глубину 60–80 см, составила 99,2–99,9% от общей их массы. В этих же условиях у пихты белой и бука лесного корневые системы деревьев лежат в слое 50 см, а отдельные вертикальные корни проникают до глубины 90–110 см. Мелкие корневые системы у деревьев ели формируются также и на подзолистых почвах с ярко выраженным подзолистым горизонтом, расположенным на небольших глубинах; в горной части Урала, где почвы очень мелкие и подстилаются плотными горными породами; на переувлажненных торфянистых почвах и в других аналогичных условиях. Однако деревья ели формируют стержневые и якорные корни. В частности, это наблюдается на выщелоченных черноземах при рыхлости и структурности почв и слабой выраженности аллювиального горизонта (Основы..., 1964).

Деревья лиственницы, как правило, формируют глубокие корневые системы. Однако на мерзлотных и карбонатных почвах корни ее деревьев распространяются на небольшие глубины. На мерзлотных почвах у деревьев лиственницы 90,2–99,1% корней от общей массы сосредоточено в верхнем 40-сантиметровом слое (Алексеев, 1982).

Деревья кедра сибирского на плодородных глубоких почвах развивают мощную корневую систему с наличием стержневого корня, на горных мелких и переувлажненных почвах формируются мощные поверхностные корневые системы.

Дуб, будучи приуроченным в основном к глубоким рыхлым почвам, развивает мощную корневую систему со стержневым корнем. В Воронежской области глубина проникновения корней дуба достигает 5–6 м

(Основы..., 1964). Однако на почвах с плотными и слабо проницаемыми горизонтами дуб формирует поверхностную корневую систему. Это характерно и для пойм рек с близким залеганием грунтовых вод и солонцов.

Береза (повислая и пушистая) в основном приурочена к плодородным почвам, поэтому ее деревья развивают достаточно мощную корневую систему. Осина, как и береза, также произрастает на плодородных почвах. У ее деревьев развивается мощная поверхностная корневая система, однако корни очень длинные (до 20 м).

У кедра, ели, лиственницы, дуба и некоторых других древесных пород деревья способны образовывать придаточные (воздушные) корни. В таежных условиях на переувлажненных почвах, где получает мощное развитие моховой покров, ухудшающий воздушный режим корневых систем, деревья выбрасывают выше уровня мохового покрова дополнительные корни. После нового перекрытия доступа воздуха к почве мхом вновь выбрасываются воздушные корни и т.д. Исследованиями Г.Е. Комина (1978) на Среднем Урале установлено, что деревья кедра сибирского имеют по многу ярусов корневых систем, а число лет, охватывающее придаточные корни, может достигать 60 и более. Деревья дуба вынуждены выбрасывать придаточные корни по причине накопления у их стволов аллювия, приносимого повторяющимся затоплением. Эту способность дуб сохраняет до 120 лет (Шиманюк, 1964).

12.2.3. Значение механического состава почвы

По отношению к лесным насаждениям механический состав почвы является косвенным экологическим фактором, оказывая непосредственное воздействие на плодородие почвы. Прямое влияние на рост и производительность древостоев ели, дуба, березы, лиственницы и других пород механический состав оказывает лишь на каменистых почвах, развитых на кристаллических породах, и на песках. Сосна даже и на таких почвах по росту и производительности напрямую от механического состава почвы не зависит (Основы..., 1964).

Для плодородия почвы важно соотношение глинистых частиц и более крупных фракций (табл. 13). Увеличение доли глины в почве

Электронный архив УГЛТУ

ведет к улучшению плодородия почв, однако до определенного предела, когда вступают в действие такие факторы, как плотность почвы, аэрация и др. (Климачев, 1983; Рябинин, 1985; Костин и др., 1991; Мерзленко, 1991; и др.). Эта закономерность хорошо прослеживается по росту древостоя ели (табл. 14). На песчаной почве ель формирует низкопроизводительные древостои, оптимальные же условия для ее роста складываются на суглинках и более близких к ним типах механического состава почв. Предельная доля глинистых частиц, после увеличения которой резко снижается производительность древостоев, в условиях южной подзоны тайги европейской части Российской Федерации составляет для сосны 25, ели – 35% (Рябинин, 1985; Костин и др., 1991).

Таблица 13

Соотношение фракций в почвах различного механического состава, % (Белов, 1976)

Почва по механическому составу	Фракции размером 3,00 - 0,01 мм	Фракции размером менее 0,01 мм (глина)
Песчаная	100 - 90	0,0 - 10
Супесчаная	89,9 - 80	10,1 - 20
Легкосуглинистая	79,9 - 70	20,1 - 30
Среднесуглинистая	69,1 - 55	30,1 - 45
Тяжелосуглинистая	54,9 - 40	45,1 - 60
Глинистая	39,9 - 20	60,1 - 80

Таблица 14

Зависимость высоты елового древостоя в подзоне средней тайги Карелии от доли глинистых частиц в почве (Костин и др., 1991)

Почва по механическому составу	Доля глинистых частиц в почве, %	Относительная высота древостоя в 50 лет
--------------------------------	----------------------------------	---

Электронный архив УГЛТУ

Песок	5	0,68
Супесь	15	0,95
Суглинок:		
легкий	25	0,99
средний	35	0,99
тяжелый	45	0,98
Глина:		
легкая и средняя	65	0,95
тяжелая	85	0,90

На основе изучения 150-летнего опыта создания и выращивания искусственных насаждений сосны и ели в зоне смешанных лесов европейской части Российской Федерации М.Д. Мерзленко (1991) установил коэффициент экологического соответствия этих пород (Кэс) типам почв (табл. 15). Из данных видно, что по мере уменьшения в почвах глинистых частиц производительность древостоев обеих пород падает, но наиболее быстро она падает у ели. По горным кедровникам Урала Н.А. Коновалов и др. (1977) приводят следующие данные. В почве кедровника V класса бонитета глины содержится 51,1%, IV класса – 53,1%. В ельниках горной части южной подзоны тайги Среднего Урала связь производительности древостоев с долей физической глины в почвах видна из данных табл. 16.

Таблица 15

Экологическое соответствие 80-летних искусственных насаждений сосны и ели почвам разного механического состава и плодородия (по Мерзленко, 1991)

Почва	Класс бонитета		Запас стволовой древесины, м ³ /га		Кэс	
	Сосна	Ель	Сосна	Ель	Сосна	Ель
Дерново-подзолистая суглинистая на суглинистых и глинистых почвообразующих породах	I а	I	520	520	1,00	1,00
Дерново-подзолистая с наличием карбонатов в почвообразующей породе	I	I	470	420	0,90	0,81

Электронный архив УГЛТУ

Дерново-подзолистая легко-суглинистая на древнеаллювиальных и флювиогляциальных	I	II	435	360	0,84	0,69
Супесчаная на супесчаных и песчаных почвообразующих породах	I	III	380	260	0,73	0,50

Естественно, каждой древесной породе соответствует та или иная почва, в условиях которой формируются наибольшие запасы, что надо учитывать при ведении лесного хозяйства.

Таблица 16

Запасы древесины ельников в зависимости от доли глины в почве
(Фирсова и др., 1990 б)

Часть склона	Запас стволовой древесины, м ³ /га	Доля глины, %
Вершина	99,8	36,1 - 55,8
Верхняя треть	111,7	57,8 - 72,7
Средняя часть	106,1	56,5 - 69,5
Подножие	142,1	65,9 - 78,8

В Предуралье на так называемых «еловых» почвах – хорошо дренированных суглинках, мелких супесях и песках, подстилаемых суглинками и глинами, – сосна искусственного происхождения накапливает древесины к 80 годам на 1 га 700-800 м³, тогда как ель имеет запас на 20-25% ниже, а крупномерных сортиментов – в 1,5-2 раза меньше (Прокопьев, 1983). В аналогичных лесорастительных условиях Тюменского Севера установлено (Кирсанов и др., 1983), что сосняки III класса бонитета по сравнению с ельниками имеют к возрасту спелости диаметр на 60%, а запас на 80% больше.

По совокупности признаков и свойств на Урале выделены (Фирсова, 1986) группы почв «сосновых», «еловых» и «березовых» лесов, которые в наибольшей степени соответствуют каждой из этих лесных формаций, что надо учитывать при лесовыращивании. Наилучшими почвами по механическому составу для сосны являются супесчаные глубокие дренированные, для ели – суглинистые глубокие дрениро-

ванные, для кедра – супесчаные и суглинистые свежие, для дуба – темно-серые и серые суглинки, богатые гумусированные супеси.

12.2.4. Влияние на лес водно-физических свойств почвы

Из физических свойств почвы наиболее влияют на лес плотность, аэрация, влажность и температура.

12.2.4.1. Плотность

Плотность почвы в значительной мере обуславливает ее аэрацию, скважность, фильтрационную способность, влагоемкость и др. На лесные насаждения влияние плотности проявляется косвенно, однако при достижении ею предельных величин отрицательное влияние на рост растений приобретает непосредственный характер.

Сбалансированное в экосистемном отношении лесное насаждение само поддерживает на необходимом уровне плотность почвы. Это достигается за счет раскачивающего действия деревьев, разрыхляющей роли корневых систем, жизнедеятельности почвенной биоты. В естественном состоянии плотность почв варьирует по географическим регионам, типам почв, в зависимости от глубины их профиля и механического состава, структуры лесного насаждения и других причин; наблюдается годовая и сезонная динамика плотности почв. На Урале горно-лесные почвы имеют естественную плотность в пределах 0,9-1,4 г/см³. По данным В.С. Шумакова (1970), плотность почв снижается при смене сосновых насаждений на производные лиственные, а увеличивается под воздействием злаковых трав, наименьшая она под зелеными мхами; средние величины плотности почвы наблюдаются под черникой.

Увеличение плотности почвы ухудшает ее плодородие и при плотности 1,5-1,6 г/см³ влага становится для растений недоступной (Шумаков, 1970). Критической плотностью, при которой древесные растения прекращают рост, признается (Калинин, 1983; и др.) 1,6-1,8 г/см³.

В сильной мере уплотняется почва при сплошных рубках, особенно в результате применения тяжелых агрегатных машин, что вызывает сокращение прироста молодого поколения леса до 20% (Спирidonов, 1974; Исаев, 1977). Общая глубина уплотнения почв под влиянием агрегатных машин достигает 50-60 см (Побединский, 1989; Писаренко, 1989; Аникеева и др., 1990;). В горных условиях Урала (Побединский, 1981) в результате работы агрегатных машин почва уплотняется настолько, что коэффициент поверхностного стока увеличивается в 100 раз, а по данным В. Н. Данилика и др. (1991) – в сотни и даже тысячи раз. В условиях северо-запада Российской Федерации (Аникеева и др., 1990; Серый и др., 1991) 6-кратный проход агрегатной машины уплотняет подзолистую почву песчаного механического состава на глубину 15-20 см с 1,2 до 1,74 г/см³, а суглинистого – с 1,43 до 1,83.

Под воздействием рекреационных нагрузок и пастьбы скота также происходит уплотнение почвы, что вызывает дигрессию лесных насаждений.

12.2.4.2. Аэрация

Аэрация почвы – это процесс газообмена с атмосферой. В почве находятся макрогазы и микрогазы (Почвоведение, 1988). Их состав, концентрация и скорость обмена зависят от многих факторов, главным из которых является плотность почвы. Макрогазы – азот, кислород, углекислый газ. Азота в почвенном воздухе столько, сколько его в атмосфере. Количество кислорода составляет от десятых долей до 21%. Оптимальная концентрация углекислого газа в почве составляет 0,3-3%, хотя его доля колеблется от 0,05 до 10-12% (и даже иногда до 15-20%). Микрогазы в почве представлены водородом, сероводородом, аммиаком, терпенами, спиртами, эфирами и многими другими. Образуются они в основном за счет метаболизма почв.

Основным газом для жизнедеятельности растений, животных и микроорганизмов является кислород. Он нужен для дыхания, для

окисления органических остатков. Увеличение плотности почвы снижает воздухообмен с атмосферой, что ведет к ослаблению жизнедеятельности компонентов лесных насаждений, в частности дыхания растений. При ухудшении аэрации почвы снижается корневое давление, вызывая у растений недостаток влаги и питательных элементов.

На Урале наиболее активная аэрация отмечается в горных условиях у хрящеватых и каменистых почв, она несколько снижается, но остается достаточно высокой у почв песчаного и супесчаного механического состава с низким залеганием грунтовых вод. Затруднена аэрация в почвах суглинистого и особенно глинистого механического состава в связи с их естественной низкой порозностью. Худшие условия для аэрации создаются в переувлажненных почвах с застойным увлажнением, в частности на болотах. Здесь в силу недостатка кислорода или его полного отсутствия древесные растения вынуждены выбрасывать придаточные (воздушные) корни. Осушение переувлажненных почв ведет к улучшению снабжения почвы кислородом.

По данным Н.А. Коновалова и др. (1979), ель, пихта, осина, лиственница Сукачева, береза повислая, все тополя требовательны к аэрации почвы, а сосна, кедр сибирский, береза пушистая, лиственница даурская недостаток кислорода переносят легче.

12.2.4.3. Температура

Жизнь леса наиболее активно протекает в определенных температурных границах почвы, дифференцированных в зависимости от географических регионов, древесных пород, этапов их онтогенеза, почвенно-грунтовых условий, сезона года, времени суток и т.п. Опасны крайне высокие и крайне низкие температуры. Однако следует иметь в виду, что к «ударным» крайним температурам наиболее отзывчивы верхние горизонты почвы, поскольку с глубиной температурный режим почв достаточно стабилен. Кроме того, крайние температуры главным образом отражаются на появлении и росте молодого поколения леса, поскольку жизнедеятельность молодых древесных

растений связана с подстилкой и верхним горизонтом почвы. Чем мельче почва и более поверхностная корневая система древесных растений, тем в большей мере отрицательно проявляют себя экстремальные уровни температуры почвы. Почвы легкого механического состава прогреваются быстрее и на большую глубину, чем почвы тяжелого состава.

Тесная зависимость жизни леса и температуры почвы наблюдается на мерзлотных почвах. Чем на большую глубину оттаивает почва, тем выше производительность древостоев. При оттаивании почвы на глубину 1 м и более древостои лиственницы даурской в условиях Якутии растут по II классу бонитета, при оттаивании на глубину около метра – по III классу, на 60-70 см – только по IV классу. Многолетняя мерзлота ограничивает возможность произрастания древесных пород. Даже такая холодостойкая порода, как сосна обыкновенная, на многолетнемерзлотных почвах не растет.

В регионах с недостатком тепла важное значение приобретает разреживание древостоев, позволяющее регулировать его приток к почве.

12.2.4.4. Влажность

Основную долю влаги лес получает из почвы, в ней содержатся все основные элементы питания растений. Безусловно, каждая древесная порода формирует наиболее продуктивные насаждения в оптимальных для себя условиях увлажнения. Наиболее благоприятный уровень увлажнения почвы для большинства древесных пород составляет 60-80% от полной полевой влагоемкости (Нестерович, Дерюгина, 1972). Уровень увлажнения почвы выше или ниже этого в той или иной мере отрицательно отражается на процессах жизнедеятельности лесных насаждений.

Согласно трактовке С.В. Зонна (Основы..., 1964), по запасам влаги почвы подразделяются на три группы: оптимального, избыточного и недостаточного увлажнения. Избыточное увлажнение подраз-

деляется на застойное, проточное и периодическое. Наиболее вредно для древесных пород застойное увлажнение. Во-первых, оно ведет к недостатку кислорода в почве, во-вторых, при этом в почве формируются и концентрируются токсические соединения (закись железа, органические кислоты и др.), что ведет к ослаблению корневого давления древесных растений, ухудшению снабжения растений водой и питательными элементами, падению процессов роста. В наибольшей степени застойное увлажнение переносит сосна, хотя в этих условиях снижаются прирост ее деревьев и производительность древостоев. Другие породы застойное увлажнение переносят еще хуже или совсем в таких условиях не растут. При высоких концентрациях токсических соединений вода растениям становится недоступной и может наступить их физиологическое иссушение.

Проточное избыточное увлажнение многими древесными породами переносится удовлетворительно, а некоторые из них – ель, сосна, береза – даже повышают производительность (Основы..., 1964). Дуб, липа, осина, ясень проточное увлажнение хотя и переносят, но снижают на 1-2 класса бонитета производительность древостоев. Лиственница и пихта при избытке влаги быстро гибнут.

Временное затопление, которое наблюдается за счет паводковых вод по долинам рек, по понижениям в равнинных условиях, переносят многие породы. Различные виды тополей и ив переносят длительное затопление; дуб, ясень, клены переносят не более 10-15-дневное затопление; хвойные породы на затопление реагируют отрицательно (Основы..., 1964).

На общую обводненность почв влияет уровень залегания грунтовых вод и его динамика под влиянием различных факторов. Повышение уровня грунтовых вод увеличивает обводненность почв, снижение – уменьшает. Внезапные перепады уровней грунтовых вод отрицательно отражаются на жизни леса. Падение уровня грунтовых вод в условиях переувлажнения может привести к разрушению древостоев, повышение – к заболачиванию территории. Для различных по

составу древесных пород насаждений требуется неодинаковый уровень залегания грунтовых вод.

Недостаток влаги в почве также вреден. Это вызывает снижение процессов метаболизма растений, роста, устойчивости их к различным неблагоприятным факторам.

12.2.5. Влияние кислотности почвы на лес

Почвенная кислотность в некотором роде является обобщающим экологическим фактором, поскольку она регулирует пищевой режим растений, определяющий их рост и развитие. Кроме того, кислотность в сильной мере определяет развитие микроорганизмов почвы. Кислая реакция среды подавляет жизнедеятельность важнейших групп микроорганизмов, преобразующих органическое вещество в доступные для растений формы.

Согласно А.П. Шенникову (1950), почвы нейтральные имеют рН 7, кислые – ниже 7, щелочные – выше 7. Обычная амплитуда рН лесных почв 3 - 8, однако в природе иногда встречаются почвы с реакцией среды, выходящей за обычные пределы. Встречаются почвы с реакцией до рН 11. Такие почвы отмечены в условиях магnezитовых запылений на Южном Урале.

Уровень кислотности почв исключительно изменчив и зависит от многих причин. Прежде всего он изменяется по лесорастительным зонам и подзонам. По данным А.Ф. Иванова (1970), в европейской части Российской Федерации рН (водной вытяжки) под еловыми лесами в северной подзоне тайги находится в пределах 4,5-5,0, в зоне смешанных лесов – 5,0-5,7 и в зоне широколиственных лесов – 6,0-7,0, т.е. с продвижением с севера на юг кислотность почв снижается. Классы бонитета древостоев ели соответственно повышаются с V до I.

Подобная закономерность наблюдается и по сосновым лесам. Если в карельской тайге рН водной вытяжки лежит в пределах до 3,8, то в зоне смешанных лесов этот показатель значительно выше – 5,5-6,7. Соответственно классы бонитета у сосновых древостоев изменяются с

Электронный архив УГЛТУ

V до II (однако производительность древостоев, характеризуемая классами бонитета, зависит от многих других причин и не в первую очередь от уровня кислотности почвы).

На Урале наиболее кислая почва подзолистая, меньшей кислотностью характеризуется дерново-подзолистая и далее идут серая лесная и черноземная почвы, а диапазон рН водной вытяжки лежит в пределах 3-8.

Древесные породы по-разному относятся к кислотности почвы, что видно из табл. 17 (Иванов, 1970). Однако при этом следует иметь в виду несколько обстоятельств. Во-первых, показатели получены для условий Белоруссии. В условиях Урала они были бы ниже, поскольку в тайге кислотность почв в целом выше. Во-вторых, оценка отношения древесных пород к рН произведена у молодых растений (до 20 лет). У старшевозрастных деревьев требовательность к реакции среды почвы несколько ниже. В-третьих, исследования выполнены в вегетационных условиях и в лесных культурах, а не в естественных насаждениях.

Таблица 17

Интервалы рН, соответствующие успешному росту древесных пород
(по Иванову, 1970)

Порода	рН водной вытяжки		
	минимальная	оптимальная	максимальная
Пихта сибирская	4,5	4,5 - 5,6	7,0
Ель обыкновенная	5,0	5,2 - 6,6	6,8
Лиственница сибирская	5,0	5,7 - 6,2	7,0
Сосна обыкновенная	5,0	5,0 - 6,2	7,5
Липа мелколистная	5,5	5,7 - 8	7,7
Береза повислая	5,5	5,8 - 7,5	8,5
Клен остролистный	5,5	6,2 - 6,7	7,5
Дуб черешчатый	5,5	6,2 - 7,2	8,3
Береза пушистая	5,5	7,0 - 7,6	8,0

Из табл. 17 видно, что общий диапазон рН для приведенного ассортимента древесных пород (минимум – максимум) лежит в преде-

лах 3,5 ед. (4,5 - 8,0), а по оптимальному показателю – 3,1 (4,7-7,7). На Урале общий диапазон рН больше – 5,0 ед. (3,0-8,0), что свидетельствует о более высокой пластичности произрастающих древесных пород к фактору кислотности почвы. По отношению древесных пород к кислотности почвы они подразделяются на три группы:

- *оксифильные породы* – произрастают на кислых почвах, рН менее 6,7 – ель обыкновенная и сибирская, сосна обыкновенная и др.;
- *нейтрофильные породы* – предпочитают почвы нейтральные с рН от 6,7 до 7 – лиственницы сибирская и Сукачева и др.;
- *базифильные породы* – переносят щелочную реакцию почвы, рН более 7 – липа мелколистная, береза повислая, дуб черешчатый.

Обобщенно можно отметить, что высокопродуктивные темнохвойные насаждения тяготеют к кислым и слабокислым почвам, светлохвойные и лиственные насаждения – к слабокислым и нейтральным; насаждения дуба черешчатого тяготеют к почвам нейтральным и слабощелочным (Иванов, 1970; Основы..., 1964; Поликарпов и др., 1986; Почвоведение, 1988; и др.).

При лесовыращивании необходимо стремиться к обеспечению соответствия выращиваемых пород уровню фактической кислотности почв с целью формирования наиболее продуктивных насаждений.

12.2.6. Минеральное питание древесных пород

12.2.6.1. Роль минеральных элементов

Нормальная жизнедеятельность растений может происходить только при возможности получения из почвы элементов минерального питания в доступной форме. Поглощаются элементы питания в виде растворимых солей – анионов и катионов – и поступают в клетки различных тканей и органов для метаболизма. Роль различных элементов неодинакова. Некоторые из них используются растениями ограниченно, другие же имеют более универсальное значение. Роль многих веществ не выявлена. Минеральные вещества в зависимости

от накапливаемого в растениях количества подразделяются на макроэлементы (доля их к сухому веществу растений достигает больших величин) и микроэлементы (менее 0,001%). Схематично роль отдельных минеральных элементов в жизни растений следующая (Полевой, 1989; другие литературные источники).

Макроэлементы:

- *азот* (N) – главный элемент, создает основу жизни – белок, а также входит в состав аминокислот; мало азота – подавляется фотосинтез, много – формируется мягкая древесина у деревьев древесных пород;

- *фосфор* (P) – нужен для дыхания и фотосинтеза растений, ведет к ускорению развития растений, входит в состав белков;

- *калий* (K) – повышает засухоустойчивость, морозостойкость растений, устойчивость к бактериальным и грибковым заболеваниям, в основном обеспечивает корневое давление, чем улучшает передвижение в растениях питательных элементов и воды; большая роль калия проявляется в ростовых процессах;

- *сера* (S) – входит в состав важнейших аминокислот, стабилизирует молекулу белка и поддерживает уровень окислительно-восстановительного потенциала клетки; недостаток серы ведет к торможению фотосинтеза и синтеза аминокислот и белков;

- *кальций* (Ca) – влияет на проницаемость мембран, деление клеток, участвует в синтезе хлорофилла, транспортировке и мобилизации углеводов и белков; особо важен для лиственницы и березы;

- *магний* (Mg) – необходим для фотосинтеза, дыхания, синтеза нуклеиновых кислот, белков и других соединений, построения хлорофилла; недостаток магния ведет к развитию хлороза листьев и хвои;

- *железо* (Fe) – способствует фотосинтезу и дыханию, участвует в фиксации азота из воздуха клубеньковыми бактериями, катализирует начальные этапы синтеза хлорофилла, при недостатке железа падает фотосинтез и дыхание, появляется хлороз.

Микроэлементы:

- *марганец* (Mn) – нужен для роста клеток, участвует в обеспечении фотосинтеза; особенно необходим для плодово-ягодных растений;

- *медь* (Cu) – способствует повышению засухо-, морозо- и жароустойчивости, стимулирует дыхание; особо необходим для плодово-ягодных растений;

- *цинк* (Zn) – оказывает активное влияние на обмен веществ, способствует усвоению углекислого газа при фотосинтезе, активизирует формирование ауксинов; особенно важен для ряда видов тополя, грецкого ореха;

- *кобальт* (Co) – необходим для жизнедеятельности азотфиксирующих бактерий;

- *бор* (B) – ускоряет рост и развитие растений, способствует поглощению из почвы растениями питательных элементов, повышает содержание хлорофилла, увеличивает количество цветков и плодов у растений;

- *молибден* (Mo) – способствует поглощению азота из воздуха бобовыми растениями.

В лесовыращивании основное значение имеют три макроэлемента: азот, фосфор и калий. Именно их часто в лесных почвах и не хватает.

12.2.6.2. Потребность и требовательность древесных пород

Растения поглощают весь набор элементов таблицы Д.И. Менделеева, в том числе 20-23 – в значительных количествах. На современном уровне знаний (Полевой, 1989) установлено, что для растений обязательны 19 элементов, которые не могут быть заменены, это углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера, калий, кальций, магний, железо, марганец, медь, цинк, молибден, бор, хлор, натрий, кремний, кобальт. Усредненно (Полевой, 1989) основную долю от сухой массы

Электронный архив УГЛТУ

у травянистых растений составляют углерод – 45% и кислород – 42%, на долю зольных элементов приходится до 5%.

В связи с поглощением минеральных элементов растениями различают их потребность и требовательность. Потребность растений в минеральных элементах – это способность растений извлекать из почвы любые вещества. Требовательность же – способность растений извлекать из почвы нужные вещества в необходимых количествах для нормальной жизнедеятельности. По количеству и набору минеральных элементов в растениях можно косвенно судить о плодородии почв и требовательности растений к почвам.

О соотношении потребности и требовательности древесных пород к минеральным элементам М.Е. Ткаченко (1952) сформулировал следующие положения.

1. В золе древесных растений имеются и не нужные для их существования элементы.

2. Некоторые зольные элементы откладываются в избытке в мертвых тканях.

3. На высоко- и низкотрофных почвах количества зольных элементов, извлекаемых одной и той же древесной породой, оказываются иногда одинаковыми.

4. На почвах, образованных на разных материнских горных породах, количество одного и того же элемента в золе деревьев часто оказывается близким.

5. При близких или равных запасах древесины двух насаждений извлеченные из почвы количества зольных элементов могут быть различны.

6. Приуроченность некоторых древесных пород в природе к почвам с сильно выраженным преобладанием питательных солей некоторых элементов не находится в параллельной связи с содержанием этих же элементов в золе деревьев.

12.2.6.3. Азот: формы и источники

От уровня доступного азота в почве в основном зависит продуктивность лесных насаждений. Потребляется азот растениями в виде ионов NH_4^+ и NO_3^- . В почвенном растворе преобладают катионы NH_4^+ , поскольку они менее подвижны и слабее вымываются из почвы осадками, хорошо адсорбируются. Ионы NO_3^- плохо закрепляются в почве, легко вымываются из нее, поэтому их меньше.

Основной источник ионов азота в лесной почве – органическое вещество подстилки и гумуса. Органическое вещество в процессе жизнедеятельности микроорганизмов превращается из недоступных форм азота в доступные – NH_4^+ и NO_3^- . Первоначально органическое вещество в процессе аммонификации микроорганизмами – аммонификаторами трансформируется до аммиака – NH_4^+ . Для этого, кроме микроорганизмов, нужны достаточно благоприятные тепловой, влажностный и воздушный режимы почвы, однако ниже оптимальных уровней. Далее при более благоприятных условиях среды другой группой микроорганизмов (нитрификаторами) часть аммиака в результате нитрификации окисляется до азотистой кислоты и еще одной группой – до азотной кислоты, до нитратов и нитритов. Если аммонификация может протекать в несколько закисленной среде и при преобладании анаэробных процессов, нитрификация протекает при нейтральной почвенной среде с небольшими отклонениями в ту или иную сторону, при хорошей аэрации и в теплой почве. При температуре почвы ниже $+5^\circ\text{C}$ процесс нитрификации прекращается. В таежных условиях азотное питание может быть либо аммиачное (перевлажненные почвы), либо смешанное нитратно-аммиачное. Преобладает смешанный тип азотного питания.

В органическом веществе подстилки азота зафиксировано огромное количество. Его доля от абсолютно сухого вещества составляет от 0,7-0,8 (Горбачев, Попова, 1988) до 3,5% (Коновалов и др., 1979). Однако в почве азота в доступных формах не всегда достаточно. В подзолистых почвах таежной зоны Карелии валовое содержание азота 4,7-6,6 т/га, а в минеральных доступных формах его менее 2%:

0,8-1,3 – аммиачного и 0,04-0,13% - нитратного (Федорец, Морозов, 1990; Федорец, 1993).

Источниками азота, кроме его запасов в органическом веществе, являются следующие (Основы..., 1964; Коновалов и др., 1979; Почвоведение, 1988; Полевой, 1989; Фирсова и др., 1990 а,б; Федорец, 1993):

- до 25 кг/га – за счет азотфиксирующих свободно живущих бактерий (азотфиксаторы, или азотобактер), которые усваивают азот из атмосферы и переводят его в органические соединения; этот азот после отмирания бактерий поступает в почву; фиксируется азот и сине-зелеными водорослями;

- 7-10 кг/га – за счет усвоения атмосферного азота клубеньковыми бактериями, которые, внедряясь в корни некоторых бобовых растений (раakitника, дрока, акации желтой, ольхи серой, лоха, облепихи), образуют клубеньки; этот азот фиксируется только в симбиозе с растениями, используется ими, а затем после их отмирания поступает в почву с корневыми и другими остатками;

- до 6-15 кг/га азота поступает в почву с осадками и электрическими разрядами (в основном в форме аммиака).

Некоторые травянистые растения в своих органах могут накапливать за вегетационный период огромные количества азота. По данным В.В. Полевого (1989), 1 га люпина может накопить 150 кг азота, клевера – 250-300, люцерны – 500-600 кг. Посевы таких растений (например в питомниках) могут принести большую пользу.

Расходуется азот прежде всего на процессы жизнедеятельности деревьев, слагающих древостой. Расход азота зависит от породы, возраста древостоев, класса бонитета и др. (табл. 18).

Таблица 18

Потребление азота древостоями различных пород
на Урале за год (Коновалов и др., 1979)

Порода	Возраст, лет	Класс бонитета	Потребляемый азот, кг/га
Сосна	45	I	56,8
	95	I	13,0

Электронный архив УГЛТУ

Ель	50	II	39,9
	93	II	27,6
Береза	25	I	160,0
	62	I	42,0
Осина	25	I	107,0
	50	I	85,0
Дуб	48	I	75,0
	130	I	68,0
Липа	40	II	78,0
	74	II	87,0

Значительно больше азота потребляют лиственные породы по сравнению с хвойными и в молодом возрасте по сравнению со старшевозрастными древостоями. Это положение хорошо иллюстрируется данными А.А. Молчанова и В.А. Губаревой (1980) по дубняку в условиях зоны смешанных лесов. В 10 лет потребление азота составляет 12,56 кг/га в год; в 40 – 31,01; 60 – 28,71; 80 – 19,75; 120 – 16,66; 160 – 5,43; 200 – 3,50. Максимальное количество азота потребляется древостоями 40-60-летнего возраста, т.е. в период их интенсивного роста.

Количество потребляемого азота уменьшается от лучших лесорастительных условий к худшим. Это относится как к географическим регионам, так и в пределах регионов по конкретным местообитаниям. Хвойные насаждения в лучших лесорастительных условиях Белоруссии потребляют азота 48,4-104,1 кг/га (Асютин, 1990), т.е. в 2-3 больше, чем на Урале. Уровень потребления азота сосновыми древостоями одного возраста (V класс), но в различных лесорастительных условиях (на различных почвах) на Южном Урале виден из следующих данных (Абатуров, 1966; Коновалов и др., 1979):

Потребление азота, кг/га

Мелкая, суховатая	24,5
Средней мощности, свежая	34,3
Глубокая, слабо влажная	48,5

Основная доля потребленного азота (54-58%) у сосны и ели сосредоточена в хвое, 20-24% – в стволах и 9-12% – в ветвях и корнях

(Асютин, 1990). Чем больше древесная порода потребляет азота, тем выше его доля в листьях и хвое деревьев. По данным В.П. Фирсовой и др. (1990а), на Среднем Урале в листьях липы от абсолютно сухого вещества содержится азота 3,3 % и осины – 2,3 %, тогда как в хвое пихты и ели – соответственно 1,7 и 1,4 %.

Кроме древесных растений, азот потребляется растениями других ярусов, а также утрачивается за счет вымывания из почвы, улетучивания в виде газов и путем денитрификации (разрушения нитратов до молекулярного азота за счет бактерий-денитрификаторов, который также улетучивается в атмосферу). Из лесных почв вымывается и улетучивается в виде газа немного азота – до 1 кг/га (Основы..., 1964; Федорец, 1993), а за счет денитрификации его утрачивается до 15-30 кг/га (Полевой, 1989).

В лесовыращивании очень важно обеспечивать эффективное использование азота насаждениями.

12.2.6.4. Зольные элементы

Зольные элементы – это те минеральные элементы, которые остаются в золе после сжигания органического вещества, т. е. практически это все, кроме углерода, водорода, кислорода и азота, улетучивающихся в виде газов. Для образования органического вещества древесными породами из почвы выносятся довольно большое количество зольных элементов. Широколиственные леса по сравнению с хвойными потребляют зольных элементов в 2-4 раза больше (Почвоведение, 1988). Основная доля их, как и азота, сосредоточена в листьях и хвое, затем идут по накоплению крупные, средние, мелкие ветви; в стволах зольных элементов накапливается меньше всего. Разница между накоплением в листьях и хвое по отношению к стволам зольных элементов достигает 40-60 раз.

Доля золы по отношению к органическому веществу деревьев в абсолютно сухом состоянии составляет максимально 5%, иногда достигая 7,0% (Белов, 1976; Молчанов, 1978; Фирсова и др., 1978; Смо-

ляк и др., 1990). В соответствии с интенсивностью накопления различными фракциями фитомассы деревьев зольных элементов их доли такие (Белов, 1976), %: у сосны в древесине без коры – 0,30; в ветвях и корнях – 0,94, хвое – 3,10; у дуба эти показатели соответственно составляют 0,62; 2,34 и 6,0 (в листьях). Другие породы – ель, лиственница, пихта, береза, осина – занимают промежуточное положение. На Южном Урале, как показали исследования В.П. Фирсовой и др. (1978), зольность хвои сосны 2,26%, ели – 4,17; у ели показатель почти в два раза выше, чем у сосны, т.е. ель для своего произрастания в большей степени нуждается в зольных элементах. Таким образом, хвойные породы зольных элементов потребляют меньше, чем лиственные породы, особенно широколиственные.

Естественно, чем больше в почве зольных элементов, тем плодороднее почва. Важнейшую роль из зольных элементов для древесных пород играют фосфор и калий.

Фосфор усваивается растениями в виде окисла PO_4 или окиси P_2O_5 . В расчете на P_2O_5 хорошо обеспеченные фосфором почвы имеют более 15-30 мг на 100 г почвы, минимальный уровень – 8 мг. Однако Н.П. Поликарпов и др. (1986) считают, что для наибольшей продуктивности лесных насаждений в таежной зоне Сибири достаточно лишь 5-20 мг P_2O_5 на 100 г почвы. Источниками фосфора являются материнская порода, которая выделяет фосфор при разрушении, и органическое вещество почвы, главным образом лесная подстилка, а также корни растений, погибшие мезофауна, микрофауна, микрофлора. Лесные почвы чаще всего не обеспечены в достаточном количестве доступным фосфором, что ведет к торможению роста растений, задерживанию созревания семян и плодов.

Древесные растения различных пород фосфор потребляют в неодинаковых количествах, в основном до 10 кг /га в год. Естественно, эта величина варьирует в зависимости от географического положения региона, почвенно-гидрологических условий и других факторов. Фосфор потребляется в 5-10 раз активнее, чем азот. По данным В.П. Фирсовой и других (1990а), на Урале в возрасте спелости древостоев

на 1 га в хвое сосны содержится фосфора 1,26 кг, ели – 15,46 и в листьях березы – 3,08 кг. Отсюда видно, что в большей мере в фосфоре нуждается ель.

Калий усваивается растениями в виде катионов K_2O (окись калия). Обеспеченными калием считаются те почвы, в которых содержится K_2O на 100 г более 20 мг (согласно Поликарпову и др., 1986 – 10-30 мг). Наиболее богатые калием почвы суглинистые, глинистые, образованные на лёссе, бедные почвы – песчаные. Недостаток калия в почве и недополучение его растениями ведет к ослаблению фотосинтеза, устойчивости к различным экстремальным факторам, пожелтению хвои и листьев.

Источниками калия, как и фосфора, служат материнская порода, лесная подстилка и органическое вещество почвы.

Древесные породы калия потребляют значительно больше, чем фосфора. Приблизительно в одинаковых лесорастительных условиях различные по возрасту древостои в европейской части Российской Федерации калия потребляют (Основы..., 1964), кг/га в год: сосняки – 5-20, ельники – 8-38, липняки – 30-50, осинники – 42-90, березняки – 32-125, дубняки – 17-26. Максимальное потребление калия у деревьев наблюдается в возрасте 25-30 лет. Из древесных пород наименьшее количество калия потребляют сосна и ель, наибольшее – осина и береза. А.А. Молчанов и В.А. Губарева (1980) приводят иные данные потребления калия дубняками. Согласно этим авторам, дубняки различного возраста в условиях зоны смешанных лесов европейской части Российской Федерации потребляют калия от 35,9 кг/га в год в 10-летнем возрасте до 97,2 в 60-летнем возрасте.

Как и другие зольные элементы, калий в различных фракциях фитомассы аккумулируется в неодинаковых количествах. По данным А.А. Молчанова (1978), в листьях широколиственных пород (дуб, ясень, липа, ильм, клен остролистный, клен полевой, лещина) калия содержится по отношению к абсолютно сухому весу 0,84-1,80%, в мелких ветвях – 0,37-0,56, в крупных ветвях – 0,11-0,57, в стволах – 0,02-0,42%. Из изученных пород максимальное количество аккумули-

руют лещина и липа, наименьшее – дуб. На Среднем Урале в хвое сосны спелого возраста II-III классов бонитета содержится калия 0,20-0,31%, что значительно меньше, чем в листьях у широколиственных пород. В 52-летнем сосняке II класса бонитета в Эстонии в лучших по сравнению со Средним Уралом экологических условиях (Тулус, Тамм, 1990) этот показатель равен 0,40%.

Древесные растения поглощают многие другие зольные элементы. Их ряды по количеству в хвое сосны и ели на Южном Урале соответственно (от большего показателя к меньшему) составляют (Фирсова и др., 1978): Ca>K>Mg>Si>P>Al>Fe и Ca>K>Si>Mg>P>Al>Fe. Эти ряды свидетельствуют о том, что схемы потребления элементов питания у сосны и ели близки.

По данным Ю.Д. Абатурова (1966), в хвое сосны на Южном Урале доли основных элементов питания по отношению к золе (100%) составили, %: CaO – 31,4; K₂O – 19,5; MgO – 10,0; SiO₂ – 8,4; P₂O₅ – 6,1; Fe₂O₃ – 2,6; Al₂O₃ – 2,3.

12.2.7. Отношение древесных пород к плодородию почв.

Шкала отношения

Плодородие почв, как известно, складывается из многих факторов, часть из которых, наиболее важных (мощность почвы, механический состав, водно-физические свойства и др.), рассмотрена. Древесные породы к плодородию почв предъявляют различные требования в зависимости от географического положения региона, видовой принадлежности, возраста деревьев и др. В частности, при недостатке тепла и влаги нужен более высокий уровень минерального питания. Более высокое требование к плодородию почвы древесные породы предъявляют в молодом и среднем возрастах.

По отношению древесных пород к плодородию почв, главным образом к их трофности (азоту и зольным элементам), различают породы требовательные, малотребовательные и среднетребовательные. *Требовательная* к почве древесная порода – это порода, способная

хорошо расти только на плодородных почвах. *Малотребовательная* к почве древесная порода – порода, способная расти на низкоплодородных почвах. Такая порода будет, безусловно, расти и на плодородных почвах.

Поскольку древесные породы отличаются между собой по потребности и требовательности к минеральному питанию, по этому свойству составлены соответствующие шкалы. Г.Ф. Морозов дал такие ряды древесных пород (в сторону убывания):

по потребности – акация белая, ильм, ясень, бук, дуб, ольха черная, ель, береза, лиственница, сосна обыкновенная, сосна Веймутова;

по требовательности – ильм, ясень, клен, бук, граб, дуб, ольха черная, липа, осина, сосна Веймутова, лиственница, береза, акация белая, сосна обыкновенная.

Из этих рядов видно, что некоторые древесные породы значительно меняют места, например, акация белая, сосна Веймутова. Составленная шкала древесных пород по требовательности их к минеральному питанию для европейской части Российской Федерации имеет следующий вид (Мелехов, 1980):

малотребовательные породы (олиготрофы) – сосна обыкновенная, березы повислая и пушистая, акация белая;

среднетребовательные породы (мезотрофы) – ель, лиственница, кедр сибирский, осина, ольха черная, береза пушистая, рябина;

высокотребовательные породы (мегатрофы) – дуб, липа, пихта, клены, ясень, ильм.

Хвойные аборигены тайги по требовательности к минеральному питанию располагаются в следующий ряд от меньшей требовательности к большей (Поликарпов и др., 1986): сосна обыкновенная, лиственница даурская, лиственница сибирская, кедр сибирский, ель сибирская, пихта сибирская.

Некоторые породы особо предпочитают почвы с избытком в них азота и зольных элементов, дольше могут выносить экстремальные отклонения по рН. По отношению к азоту *нитрофильными* древесными породами являются берест, тополя, некоторые виды древо-

видных ив. По отношению к кальцию породы-*кальциефилы* – лиственница, пихта, берест, лещина. Более высокоую щелочную реакцию почвы переносят *галофиты* – тамарикс, саксаул черный, белая акация, берест, береза киргизская, некоторые виды тополей, ива белая, лох узколистый и др. Способны переносить более высокий уровень щелочной реакции некоторые внутривидовые формы (экотипы) березы повислой, дуба черешчатого, сосны обыкновенной. Породы, устойчивые к повышенным уровням кислотности почвы – *ацидифилы*, – ель, сосна обыкновенная, кедр сибирский, пихта, береза, осина, рябина и др.

12.3. Влияние леса на почву

12.3.1. Формы влияния леса на почву

Влияние леса на почву многообразное и глубокое. По формам его можно подразделить на 4 группы.

Биофизическое влияние – регулирование температурного режима почвы, влияние на промерзание почвы, особенно большая роль в этом принадлежит лесной подстилке.

Механическое влияние – поддержание почвы в рыхлом состоянии за счет раскачивания деревьев, разрушение материнской породы корневыми системами, давление на почву.

Химическое влияние – выделение в почву корневыми системами органических соединений, обогащение почвы элементами питания (в основном за счет разложения подстилки), влияние на химический состав жидких осадков, формирование уровня кислотности.

Биотическое влияние происходит за счет воздействия животных, микрофлоры и микрофауны (путем минерализации органического вещества, рыхления почвы, обогащения ее отмершей биомассой, фиксацией азота из атмосферы).

Первые две группы форм влияния рассмотрены в предыдущих разделах, четвертой группе посвящен 13-й раздел. Здесь же обратимся

к вопросу об изменении лесом химического состава осадков и влиянии их на химический состав почвы и роли подстилки в обогащении почвы питательными элементами.

12.3.2. Изменение лесом химического состава жидких осадков

Жидкие осадки, формируясь в атмосфере и проходя через нее, обогащаются химическими веществами. Затем, проникая через лесные насаждения, они вымывают водорастворимые химические вещества из крон деревьев и кустарников и, более насыщенные, частью стекают по стволам деревьев. Присовокупив химические вещества, вымытые из коры стволов деревьев, осадки поступают в почву, принося в нее дополнительные ресурсы элементов питания древостоям и другим ярусам растительности. Поскольку осадки, стекающие со стволов, проникают в почву тут же, то преимущественно обогащаются элементами питания приствольные круги. У самого ствола концентрация веществ выше, а далее от ствола она ослабевает. По данным Э.Ф. Ведровой (1980), в приствольные круги поступает химических элементов в 2-4 раза больше, чем вне их.

Виды химических веществ, их концентрация и реакция среды в осадках зависят от состава, полноты, структуры древостоев и насаждений. Важное значение также имеет расположение ветвей к стволу, насыщенность полога древостоев фитомассой, строение и трещиноватость коры и др. При увеличении количества осадков процесс вымывания химических веществ усиливается, при уменьшении снижается. Естественно, на количество веществ в осадках большое влияние оказывает насыщенность ими воздуха атмосферы. Исследования роли леса в насыщении жидких осадков химическими веществами и значения этих веществ в обогащении почвы выполнены во многих регионах страны: в Карелии – Н.Г. Федорцом и Р.М. Морозовой (1990); на северо-западе Российской Федерации – Н.В. Лукиной и др. (2006); в смешанных лесах европейкой части России – С.В. Зонном (Основы..., 1964); степном Заволжье – Н.М. Матвеевым (1994); на Урале –

В.П. Фирсовой и др. (1990а), в Сибири – В.В. Протопоповым (1975), Э.Ф. Ведровой (1980).

Установлено, что общее количество химических веществ в осадках, поступивших под полог лесных насаждений, в 3-20 раз больше, чем в осадках открытых участков. По данным Э.Ф. Ведровой (1980), с жидкими осадками в почву поступают азот, фосфор, кремний, кальций, магний, алюминий, железо, натрий, калий и в меньших количествах другие вещества. Количество химических веществ, вносимых осадками в почву, весьма варьирует в зависимости от многих факторов. По данным В. В. Копыткова (1989), в лесах Швеции под полог с осадками поступает в год 2,6 кг/га азота, 4,3 – калия, 7,6 – кальция, 1,4 – магния и 0,4 – фосфора. В Сибири (Западные Саяны), согласно данным В.В. Протопопова (1975), под полог различных темнохвойных насаждений с жидкими осадками поступает, кг/га: кальция – 3-12; магния – 1-4; калия – 3-12; азота – 1-5,6; фосфора – 2.

По данным С.В. Зонна (Основы..., 1964), общая концентрация химических веществ в осадках повышается при увеличении видового разнообразия лесных насаждений и в лиственных насаждениях по сравнению с хвойными. Однако отдельные породы по-разному формируют состав веществ. В насаждениях с повышением доли березы и пихты наблюдается увеличение в осадках кальция и уменьшается количество калия, в ельниках и кедровниках это соотношение обратное (Протопопов, 1975).

Под влиянием лесных насаждений сдвигается показатель кислотности осадков. Большая часть пород подкисляет жидкие осадки, некоторые подщелачивают. По данным Э.Ф. Ведровой (1980), в лесах Сибири показатель рН жидких осадков по сравнению с открытым местом снижается с 6,2-6,8 до 4,1-4,6 (водная вытяжка). С.В. Зонн (Основы..., 1964) приводит такие данные по изменению рН осадков (Московская область): на открытом месте рН 5,7-6,1, а под кронами сосны – 4,7-5,3; липы – 5,4-5,9, рябины – 5,3-5,9. По данным В.П. Фирсовой и др. (1990б), полученным на Среднем Урале, ель подкисляет осадки на одну единицу, пихта – на 0,6-0,9, а береза и липа – на

0,3-0,5 и осина – на 0,7, наоборот, подщелачивают. На подкисляющую роль осадков ели, пихты, сосны, кедра сибирского указали также Лукина и др. (2006).

В целом по стволам деревьев стекает небольшое количество осадков. По данным С.Ф. Федорова (1977), на территории европейской части Российской Федерации от общего количества осадков по стволам деревьев сосны и ели всего стекает 1%, березы и осины – 4%. В условиях Подмосковья Н.А. Воронков (1951) установил, что за вегетационный период по стволам березы стекает 3,55% осадков, осины – 1,3 и ели – 0,2%. В условиях Западных Саян (Протопопов, 1975) в год наблюдений за август-сентябрь по стволам кедра и пихты стекло всего лишь 0,09% от общего количества осадков открытого места. Д. Китредж (1951) же для условий США показал, что сток воды по стволам достигает 16%.

Дополнительное поступление минеральных веществ с осадками в почву повышает ее трофность и положительно влияет на почвообразовательный процесс.

12.3.3. Роль лесного опада и лесной подстилки в обеспечении почвы элементами питания

Лесная подстилка формируется за счет лесного опада, а количество опада зависит от многих факторов. Прежде всего отмечается роль лесорастительного региона и лесной формации, что наглядно иллюстрируется данными табл. 19, полученными на территории европейской части Российской Федерации (Молчанов, 1973).

Таблица 19

Количество лесного опада в спелых насаждениях

Лесорастительный регион	Лесная формация	Опад (в абсолютно сухом состоянии), т/га в год
Тундра	Сосняки	0,7 - 1,0
	Ельники	1,2 - 1,5
Северная подзона тайги	Сосняки	1,6 - 3,5

Электронный архив УГЛТУ

	Ельники	2,2 - 3,8
Средняя подзона тайги	Сосняки и ельники	2,5 - 4,0
Зона смешанных лесов	Сосняки	2,8 - 4,3
	Ельники	3,2 - 7,0
Лесостепь	Дубравы	3,5 - 5,1

Масса опада увеличивается при продвижении с севера на юг. В зоне смешанных лесов по отношению к лесотундре в сосняках и ельниках его в 2,6-4,7 раза больше. Поскольку ель по сравнению с сосной характеризуется более активными процессами метаболизма, в ельниках количество опада по отношению к соснякам в отдельных регионах превышает 1,7 раза. Наибольшее количество опада характерно для высокопродуктивных дубрав как в силу их более южного расположения, так и высокой метаболической активности дуба. Согласно В.В. Протопопову (1975), также в условиях европейской части Российской Федерации еловые насаждения на территории северной подзоны тайги формируют в год опада в количестве до 2, средней подзоны – до 3 и южной – более 3 т/га.

Примесь лиственных пород в составе хвойных древостоев и усложнение структуры насаждений вызывает увеличение лесного опада. Так, на Среднем Урале (Фирсова и др., 1990а,б) количество опада в ельниках с примесью березы увеличивается по сравнению с чистыми ельниками в 1,1-1,3 раза. В ельнике с подлеском из бузины в условиях Подмосковья (Коновалов и др., 1979) опада в 1,3 раза больше, чем в аналогичном ельнике, но простой структуры. Лиственные насаждения опада дают больше, чем хвойные. В Подмосковье, по данным И.А. Банниковой (1967), в сосняках опад оставляет 1,3-2,1 т/га, дубняках – 2,3-3,1 и осинниках – 3,1-4,9. Наибольшее количество опада приходится на возраст древостоев 40-60 лет, т.е. на период их максимального роста.

Увеличение опада вызывает улучшение почвенно-гидрологических условий местообитания лесных насаждений. На Южном Урале количество опада в сосняке IV класса бонитета на суховатых почвах и

Электронный архив УГЛТУ

повышенных местоположениях в абсолютно сухом состоянии составляет (Абатуров, 1966) 2,3 т/га, в сосняках III класса бонитета, приуроченных к средним частям склонов, – 3,4 т/га.

Листоной опад на Среднем Урале в основном (90-96%) поступает осенью, а хвоя опадает в течение всего года: в теплый период – 19-40%, в холодный – 60-80% (Фирсова и др., 1990 а,б). В сосняках Приангарья (Леса Среднего Приангарья, 1977) 50% опада поступает зимой и весной (октябрь-май), 20 – летом (июнь-август) и 30% – в сентябре.

В лесном опаде содержится большое количество азота и зольных элементов, которое также варьирует в зависимости от многих факторов (табл. 20).

Таблица 20

Запасы азота и зольных элементов в лесном опаде

Регион	Лесная формация	Количество, кг/га	Авторы данных
Архангельская область	Осинники	166	А.Д. Вакуров, А.Ф. Полякова (1969)
Южная Карелия	Сосняки	54-108	С.С. Зябченко (1984)
Белоруссия	Хвойные насаждения	120-200	П.Ф. Асютин (1990)
Подмосковье	Сосняки	68	И.А. Банникова (1967)
	Осинники	211	И.А. Банникова (1967)
Средний Урал	Ельники (смешанные древостой)	70-95	В.П. Фирсова и др., (1990 б)
Западные Саяны	Кедровники	67-121	В. В. Протопопов (1975)

Приводимые данные позволяют констатировать, что с улучшением экологических условий в географическом аспекте (сравнить данные по Белоруссии и Подмосковью с данными по Среднему Уралу или Западным Саянам) в опаде больше элементов питания. То же наблюдается, если сравнить осинники Архангельской области и Подмосковья. Лиственные насаждения элементов питания в опаде содержат больше, чем хвойные (сравнить осинники и сосняки Подмосковья). Примесь лиственных пород к хвойным ведет к увеличению эле-

ментов питания в опаде. Это показано данными С.С. Зябченко (1984), согласно которым в сосняках Южной Карелии при доле листовых пород 20% количество элементов питания в опаде 54 кг/га, при 40% – 66 и при 60% оно достигает 108 кг/га.

В лесных насаждениях с более плодородными почвами количество элементов питания в опаде выше по сравнению с менее плодородными почвами. Исследованиями на Среднем Урале (Луганская, Луганский, 1978) установлено, что в более продуктивном сосняке II класса бонитета по сравнению с сосняком IV класса бонитета в опаде зольных элементов содержится в 1,5 раза, а азота на 10% больше.

Формирование лесной подстилки и ее запасы зависят от количества опада и скорости разложения подстилки. Естественно, чем быстрее разлагается подстилка, тем ее запасы меньше. В подстилке сосредоточено большое количество азота и зольных элементов, что можно видеть на примере по Среднему Уралу. Согласно данным Р.П. Исаевой и др. (1990), запасы лесной подстилки в сосняках и ельниках различного возраста и в различных почвенно-гидрологических условиях в абсолютно сухом состоянии варьируют от 23 до 63 т/га. Если принять, что азот в этой массе составляет 2%, то его общее количество достигнет 460-1260 кг/га, а зольные элементы из расчета 3% составят 690-1890 кг/га. Сравнив годовое потребление насаждениями, например, азота 50 кг/га и 120 кг/га зольных элементов, видим, что запасы их в подстилке перекрывают годовую потребность соответственно в 9-25 и 5-15 раз.

В лесотундре и северной подзоне тайги, где процессы разложения подстилки замедлены, накапливаются большие ее запасы, достигающие мощности до 50 см (Седых, 1990). На юг от северной подзоны по мере увеличения количества тепла возрастают темпы разложения подстилки, и ее запасы в зоне смешанных лесов значительно меньше. В тропиках подстилка вообще не накапливается, а период ее полного разложения в таежной зоне в различных условиях длится от 3 до 8 лет (Молчанов, 1973).

Скорость разложения подстилки и долю участия в ней опада характеризует подстильно-опадочный коэффициент, т. е. отношение всей подстилки к опаду на момент исследования. Чем медленнее идет разложение подстилки, тем коэффициент больше. Поскольку в тропиках подстилка не накапливается, а присутствует только опад, следовательно, подстильно-опадочный коэффициент будет равен 1 (отношение опада к самому себе). В северных широтах, где накапливаются большие запасы подстилки, коэффициент будет наибольший. Л.К. Поздняков для лиственничников Якутии приводит коэффициенты от 4 до 10.

Если принять максимальный показатель запаса лесной подстилки для Среднего Урала 63 т/га (Исаева и др., 1990), а количество опада 4 т/га, то подстильно-опадочный коэффициент составит 16. Диапазон коэффициентов от 1 (в тропиках) до 16 можно подразделить на 3 группы: 1-5 – подстилка разлагается быстро, 6-11 – подстилка характеризуется средней скоростью разложения и 12 и более – подстилка разлагается медленно.

12.3.4. Типы лесных подстилок

В умеренных широтах подстилка состоит из трех подгоризонтов: A_{01} – собственно опад, не разложившийся, свежий; A_{02} – слой разложения, в нем происходит мобилизация связанного азота и A_{03} – гумусифицированный слой (труха), в котором формируется гумус, где остаточные продукты минерализуются до CO_2 , NH_3 , H_2O и др. В южных широтах, где разложение подстилки идет быстро, среднего слоя нет, там представлен опад и гумус (Основы..., 1964). Кроме структурных особенностей, различные подстилки имеют неодинаковые скорости разложения, мощность, запасы, сложение, количества азота и зольных элементов, количество и качество гумуса, биологическую активность, влагоемкость и влажность, тепловой режим. Чем благоприятнее экологические условия среды и состояние подстилок, тем активнее идут в них процессы разложения органического вещества.

Электронный архив УГЛТУ

Например, недостаток тепла или влаги ведет к замедлению разложения подстилок, избыток влаги также задерживает их разложение.

В зависимости от различий лесных насаждений, связанных с макро- и мезорельефом, почвенно-гидрологическими условиями, составом и структурой древостоев и насаждений, Н.Н. Степанов (Коновалов и др., 1979) выделил следующие типы лесных подстилок: мертвопокровный, моховой, кисличный, широколиственный и сфагновый. Мертвопокровная подстилка формируется в сосняках на низкотрофных песчаных почвах, практически без живого напочвенного покрова, присутствуют лишь лишайники. Толщина их небольшая (1-2 см). Похожая подстилка может сформироваться в густых ельниках, в основном за счет хвои ели, поскольку живого напочвенного покрова там почти нет. Сфагновая подстилка характерна для лесных насаждений с застойным увлажнением, где в живом напочвенном покрове большое развитие имеют сфагнум, кукушкин лен и другие мхи. Мощность их 3-5 см и более. Остальные подстилки, выделенные Н.Н. Степановым, имеют среднюю мощность, в значительной мере формируются за счет многовидового живого напочвенного покрова. Если мертвопокровная и сфагновая подстилки разлагаются медленно, то для остальных типов характерны более быстрое разложение и рыхлое строение. С.П. Кошельков (Основы..., 1964) выделил слабогумусную, гумусную, сухоторфянистую и торфяную группы подстилок, а С.В. Зонн (Основы..., 1964) предложил следующую их классификацию (табл. 21).

Таблица 21

Группировка лесных подстилок в зависимости от наличия в них фульватных (Сф) и гуминовых (Сг) кислот

Группа подстилок	Колебания Сг : Сф	Гумусонакопление в горизонте А почв	Действие на минеральную часть почв
Фульватная	Менее 0,2	Почти отсутствует	Наиболее агрессивное
Гуматно-фульватная	0,2-0,5	Слабое	Агрессивное
Фульватно-гуматная	0,5-0,7	Среднее	Слабоагрессивное

Гуматная	Более 0,7	Интенсивное	Аккумулятивное
----------	-----------	-------------	----------------

Согласно С.В. Зонну, под агрессивным действием понимается разрушающее воздействие фульвокислот на минеральную часть почвы, а под аккумулятивным – накопление гумусовых веществ, сопровождаемое преобразованием минеральной части при относительно слабом перемещении по профилю илистой фракции. Фульватные подстилки характерны для лесотундровых и северотаежных лесов, гуматно-фульватные – для южно-таежных лесов, фульватно-гуматные – хвойно-широколиственных лесов, а гуматные подстилки формируются в лесах лесостепной и степной зон.

В практике современного лесоведения принята следующая классификация лесных подстилок, которая была предложена еще в 70-х годах XIX в. датским ученым Мюллером. Выделяется три группы подстилок по формам гумуса: мор (роогумус), модер и мулль.

Подстилка *мор* характеризуется грубым гумусом мощностью более 5 см, слабым разложением. Она в виде войлока, легко отделяемого от минерального слоя почвы. Биологическая активность подстилки низкая, червей, как правило, в ней нет, аэрация слабая, преобладает процесс аммонификации. Реакция среды у подстилки кислая (рН 3,5-4,5), преобладают фульвокислоты. В подстилке четко различаются три подгоризонта.

Подстилка *мулль* имеет небольшую мощность (1-2 см), хорошо и быстро разлагается, рыхлая, с хорошей аэрацией. Биологическая активность подстилки высокая, она насыщена живыми организмами, в азотном обмене преобладают процессы нитрификации, в гумусе доминируют гуминовые кислоты. Реакция среды слабокислая или нейтральная (рН 5,5-7). Подгоризонты дифференцированы слабо, иногда видны два из них – A_{01} и A_{03} .

Подстилка *модер* – средняя подстилка, занимает промежуточное положение по всем показателям между подстилками мор и мулль. Фульвокислоты и гуминовые кислоты в ней представлены приблизи-

тельно поровну, реакция среды рН 4-5. Тип азотного обмена аммонийно-нитратный.

Подстилка мулль характерна для более южных широт, а подстилка мор – для широт с недостатком тепла, в насаждениях на низкотрофных подзолистых почвах. Обычно такую подстилку формируют чистые насаждения со слаборазвитым живым напочвенным покровом или без него. Из хвойных пород в чистых насаждениях ель всегда формирует подстилку мор, чистые сосняки, пихтарники, кедровники также могут сформировать такую же подстилку. Однако даже небольшая примесь других пород в хвойных древостоях ведет к формированию подстилки модер или даже мулль. В таежных условиях такую примесь повсеместно создает береза. Опад из листьев березы и хвои хвойных пород образует рыхлую подстилку. Даже смешение между собой хвойных пород ведет к формированию рыхлых подстилок. Это происходит из-за того, что хвоя различна по размерам, конфигурации и при опадении не укладывается плотным слоем. Лиственные породы в основном формируют рыхлые, мягкие подстилки. Это происходит потому, что насаждения чаще сложные, с мощным живым напочвенным покровом, да и лесной опад структурно более разнообразный, не создающий плотных подстилок. Однако чистые осинники и дубняки также формируют плотную войлочную подстилку. У этих пород листья при опадении ложатся плотно, образуя подстилку мор или модер.

Породы, способствующие ускорению разложения лесной подстилки, – береза, липа, лиственница, рябина, иногда дуб, лещина, ольха. Замедляют процесс разложения подстилки ель, пихта, осина, из живого напочвенного покрова – сфагнум, кукушкин лен.

На состав, структуру и скорость разложения лесных подстилок влияет возраст древостоев. В хвойных молодняках в силу преобладания в опаде хвои, тонкой корки и др. мелких фракций формируются грубые подстилки, в старшевозрастных древостоях, где в опаде принимают большое участие ветви, шишки, – более мягкие подстилки.

12.3.5. Малый и большой биологические круговороты азота и зольных элементов

Малый биологический круговорот (МБК) азота и зольных элементов (минеральных элементов, элементов питания, химических элементов) осуществляется между почвой и растительными компонентами лесных насаждений. Он включает следующие звенья (этапы): поглощение элементов питания растениями; синтез новых органических соединений и фиксацию их в органах растений; возврат элементов с опадом и отпадом деревьев, кустарников, живого напочвенного покрова, включая отпад в почве (отмирание корней растений, живых организмов, микрофлоры и микрофауны), и жидкими осадками; временную фиксацию элементов в лесной подстилке; разложение органического вещества подстилок до минеральных элементов и новое их поглощение. МБК осуществляется ежегодно. Из него выключается та часть минеральных элементов, которая закрепляется в растениях для постоянной консервации, пока растение живет, например, в стволах деревьев.

Емкость МБК – величина весьма изменчивая, она зависит от многих факторов. Чем лучше природные лесорастительные условия, тем емкость МБК выше. В южных лесорастительных регионах он будет выше, чем, например, в средней и северной подзонах тайги и тем более в лесотундре. На плодородной почве с высокопродуктивными насаждениями, многовидовыми и сложными по структуре древостоями МБК больше, чем на низкоплодородных почвах с низкопродуктивными насаждениями. Разница по емкости МБК крайних в экологическом ряду лесных насаждений может достигать 2-3 раз (Смолянинов, 1989). Он в более продуктивных буковых насаждениях в Карпатах по сравнению с еловыми в 1,5 раза больше (Одинак и др., 1990).

В различных географических регионах, лесорастительных условиях, отличных между собой древостоях по возрасту, составу, структуре и другим признакам насаждения поглощают из почвы неодинаковое количество минеральных элементов. Разница в показателях ва-

рьюет в больших пределах: от 20 кг/га в сосняках Мурманской области (Зябченко, 1984) и 219 в ельниках Архангельской области (Вакуров, Поляков, 1982) до 1200-2300 кг/га в искусственных 62–70-летних сосняках лесостепи Западной Сибири (Габеев, 1988). Фиксируется в насаждениях элементов от этого количества 10-20%. Следовательно, с опадом и отпадом возвращается 80-90% поглощенных минеральных элементов (Абатуров, 1966; Белов, 1976; Казимиров и др., 1977; Зябченко, 1984; Федорец, 1993; и др.).

Соотношение поглощения и возврата минеральных элементов связано и с возрастом древостоев. В различные возрастные этапы это соотношение неодинаково. А.С. Аткин и Л.И. Аткина (1990) условно онтогенез древостоев по этому признаку разделили на три периода:

- первый период – период формирования древостоев, приводящий к обеднению почв, когда потребление минеральных элементов преобладает над их возвратом;
- второй период – период спелости или стабильности древостоев, когда возврат минеральных элементов равен их потреблению;
- третий период – период распада древостоев, когда возврат минеральных элементов больше потребления; в этот период восстанавливается плодородие почв.

Согласно данным А.А. Молчанова и В.А. Губаревой (1980), потребление минеральных элементов в лесных насаждениях в 10 лет минимальное, к 60 годам достигает кульминации (когда завершается максимальный прирост органической массы), а затем далее вновь снижается. В условиях Карелии, как отмечает Г.Н. Федорец (1993), в сосняках 45-летнего возраста закрепляется в фитомассе древостоя 10% поглощенных из почвы минеральных элементов, а в 160-летнем – лишь 1%.

Большую роль в МБК вносит живой напочвенный покров. Чем он более развит по мощности и видовому разнообразию, тем его вклад в МБК выше. В условиях Приангарья (Структура и динамика..., 1994) в ельниках и сосняках доля живого напочвенного покрова в МБК 13-15%, а в березняках и осинниках достигает 50%. Большой

доле участия в МБК живого напочвенного покрова способствует его высокий уровень зольности.

Большое количество минеральных элементов выносятся из леса при различных рубках. Значительная разница в извлекаемых количествах минеральных элементов наблюдается при вывозе или только стволовой древесины, или всей фитомассы деревьев. При вывозе только стволовой древесины ущерб лесу в отношении минерального питания относительно небольшой. В этом случае наиболее насыщенные минеральными элементами хвоя, листья, ветви остаются на местах рубок. Если вывозится вся фитомасса древостоя, что в настоящее время практикуется и поощряется, то потенциал плодородия вырубленного участка леса подрывается в большей мере и надолго. В Карелии при сплошной рубке 100-летних сосняков при исходном запасе в древостоях 709 кг/га минеральных элементов в варианте вывозки только стволовой древесины отторгнуто из насаждения 382 кг/га (54%), осталось 327 кг/га (46%), а при вывозе всей фитомассы древостоев эти показатели соответственно составили 465 (66%) и 244 кг/га (34%) (Казимиров и др., 1977). На приблизительно такие же количества отторгаемых минеральных элементов из леса в порядке сплошных рубок указывают и другие авторы (Рожков, Козак, 1989; Ямковой, 1990; и др.). Однако в условиях Приангарья (Структура и динамика..., 1994) при вывозке только стволовой древесины отторгается из экосистемы лишь 35-40% минеральных элементов. Отчуждается много минеральных элементов и при рубках ухода. Чем чаще и интенсивнее они проводятся, тем вынос элементов больше. По данным А.С. Аткина (Структура и динамика..., 1994), даже при рубках ухода в сосняках Приангарья за счет отстающих в росте деревьев интенсивностью 18-20% с фитомассой отчуждается в 3-5 раз больше минеральных элементов, чем их возвращается с опадом. По данным того же автора, при изъятии при сплошных рубках всей фитомассы древостоев в условиях Сибири производительность последующего поколения лесных насаждений снижается на 20%.

Для восстановления исходного плодородия почв после сплошных рубок еловых насаждений с вывозом всей фитомассы, например на Урале (Дедков и др., 1987), необходимо более 40 лет.

Сумма всех объемов МБК за период онтогенеза древостоя до его естественного распада представляет собой большой биологический круговорот (ББК). Сюда входят все минеральные элементы, прошедшие по МБК, как возвращавшиеся в почву с опадом и отпадом, так и элементы, законсервированные в древостоях к моменту окончательного учета. По данным Н.И. Казиминова и др. (1977), в сосняке в Карелии IV класса бонитета ББК составлял 12,4 т/га, а в сосняке III класса бонитета – 17,8 т/га, т. е. в более продуктивном насаждении ББК по общему объему элементов в 1,4 раза, а по азоту даже в 1,6 раза больше, чем в менее продуктивном. Естественно, где емче МБК, там будет больше и ББК.

12.4. Роль леса в почвообразовании

Влияние леса на почву глубокое и многогранное, что, безусловно, проявляется в почвообразовательном процессе.

Выше было показано, что за счет роста корней, которые проникают все глубже, деревья разрушают материнскую породу, увеличивая мощность почв. Также за счет механического воздействия корневых систем деревьев и других ярусов растительности происходит разрушение крупных частиц почвы, за счет чего постоянно накапливается мелкозем. Путем постоянного раскачивания деревьев почва пребывает в рыхлом состоянии.

В почву за счет дыхания корневых систем всех растений, из которых оно наиболее мощное у деревьев, выделяется CO_2 , что ведет к подкислению среды. Выделяются и другие вещества и соединения, которые участвуют в почвообразовательном процессе, как способствуя разрушению крупных частиц почвы, так и обогащая ее питательными элементами и влияя на почвенные процессы. Отмирающие корни растительности способствуют накоплению органического ве-

щества в почве, а мощные корни деревьев, отмирая, оставляют каналы, которые обеспечивают улучшение аэрации почвы и инфильтрацию воды в нижние ее горизонты. Поскольку почва насыщена живыми организмами, они в своей жизнедеятельности рыхлят, измельчают ее, при отмирании увеличивают в ней количество органического вещества. Большое влияние на почву лес оказывает через лесную подстилку. Подстилка проявляет себя как непосредственно за счет биофизического воздействия, регулируя температуру почвы и влияя на режим влажности, что ведет к изменению в питательном, солевом, воздушном и других режимах, так и путем обогащения почвы органическим веществом, что обуславливает гумусообразование. Очень важна скорость разложения лесной подстилки: чем она быстрее, тем активнее протекает почвообразовательный процесс.

В зоне тайги А.В. Веретенников (1985) выделяет три основных типа почвообразовательного процесса: подзолистый, дерновый и болотный. Подзолистый процесс характерен для хвойных лесов, особенно темнохвойных. Он формируется под воздействием промывного типа увлажнения, чему способствует лес, в насаждениях создаются большие запасы лесных подстилок, поскольку органическое вещество разрушается замедленно, малый биологический круговорот заторможен, азотный обмен в основном аммонийный или нитратно-аммонийный, биологическая активность почв снижена, формируется мощный подзолистый горизонт почвы, реакция среды кислая. Болотный тип почвообразования протекает в лесных насаждениях с высоким переувлажнением, что особенно усугубляется за счет слабопроточного и тем более застойного увлажнения. Здесь почвы холодные, аэрация их плохая, подстилка формируется мощной, разлагается она очень слабо, биологическая активность почв крайне низкая. Дерновый процесс протекает в лучших лесорастительных условиях как по географии местоположения регионов, так и по почвенно-гидрологическим условиям. Почвы рыхлые, подстилка разрушается быстрее, биологическая активность почв высокая, реакция среды ближе к нейтральной. Обычно здесь произрастают лиственные или

смешанные насаждения. Большое развитие получают нижние ярусы растительности, особенно живой напочвенный покров за счет широколистных видов.

На зональные и почвенно-гидрологические особенности в почвообразовательном процессе оказывают влияние древесные породы, которые складывают древостой. Одни древесные породы активно формируют благоприятный микроклимат, усиливая почвообразовательный процесс в лучшую сторону, другие влияют на среду менее активно или влияют в неблагоприятном направлении. Кроме того, под теми или иными древесными породами, как известно, накапливаются различные по структуре и скорости разложения подстилки, что напрямую влияет на направление и активность почвообразовательного процесса. Непосредственно породы оказывают влияние на реакцию среды почв.

Условно древесные и кустарниковые породы можно подразделить на почвоулучшающие и почвоухудшающие.

Почвоулучшающая древесная порода та, которая в процессе произрастания в насаждении оказывает на почву, следовательно, и на почвообразовательный процесс положительное влияние. Некоторые породы – береза, ильмовые, липа, граб, бук, ольха, лещина, рябина, лиственница, иногда пихта – преимущественно формируют быстро-разлагающуюся подстилку мullь и мягкий гумус. Часть пород – береза, лиственница, дуб, белая акация – непосредственно улучшают структуру почвы. Некоторые древесные и кустарниковые породы в симбиозе с клубеньковыми бактериями (ольха серая, раkitник, дрок, акация желтая, лох, облепиха) обогащают почву азотом. По данным С.С. Зябченко (1990), примесь березы к сосне в условиях Карелии увеличивает зольность подстилки с 17,5 до 26%, количество азота – с 1,1 до 1,5%, снижает кислотность почвы (водная вытяжка) с 4,5 до 5,1. Р.П. Исаева и др. (1990) показали, что в одинаковых условиях в 40 лет чистые лесные культуры сосны имеют запас подстилки 33-42 т/га (в абсолютно сухом состоянии), а в смешении 5С5Б – только 26 т/га. Береза в данном случае способствует ускорению разложения подстилки.

Почвоухудшающая порода – та, которая создает подстилку мор, грубый гумус, что ускоряет процесс подзолообразования. Классической породой в таежных условиях в этом отношении является ель, реже сосна, иногда осина и пихта. Ель, например, в сравнении с букком накапливает в почве алюминия в 3 раза больше, что непосредственно ведет к повышению кислотности почвы (Одинак и др., 1990). При лесовыращивании в целях улучшения почвообразовательного процесса необходимо породы смешивать. К сосне и ели полезна примесь березы, лиственницы, липы.

Многие ученые оспаривают целесообразность подразделения древесных и кустарниковых пород на почвоулучшающие и почвоухудшающие. Во-первых, это подразделение условно и, во-вторых, каждая порода в различных условиях проявляет себя по-разному.

12.5. Хозяйственные мероприятия по усилению МБК и почвообразовательного процесса

На основании литературных источников (Основы..., 1964; Иванов, 1970; Молчанов, 1973; Коновалов и др., 1979; Алексеев, 1982; Матюк, 1983; Дедков и др., 1987; Почвоведение, 1988; Копытков, 1989; Смольянинов, 1989; Асютин, 1990; Федорец, 1993) и собственных исследований авторов предлагаются следующие основные мероприятия по усилению МБК питательных элементов и почвообразовательного процесса.

1. На почвах с высоким показателем рН (щелочная реакция почвы) необходимы внесение гипса для вытеснения нужным элементом (кальцием) вредного элемента, например натрия, в дозе 3-10 т/га, глубокая вспашка (на глубину 45-50 см) для перемешивания гипса с почвенными горизонтами и снегозадержание или полив для вымывания ненужных веществ. Возможно применение растворов кислот (соляной, серной и др.) для полива почвы, внесение кислых минеральных удобрений или кислого торфа.

2. Внесение в кислые почвы известковых материалов с целью устранения вредной для растений излишней кислотности, обогащения почв кальцием, улучшения их физических свойств и структуры. С этой же целью можно использовать перепревший торф.

3. Внесение минеральных удобрений на почвах, слабо обеспеченных основными элементами питания (NPK), для усиления приростов древесины, повышения устойчивости лесных насаждений против аэропромвыбросов, повышения смолопродуктивности и плодоношения деревьев и др. Наиболее распространенные дозы – в пределах 50-400 кг/га (иногда 600 кг) каждого элемента по действующему веществу.

4. При лесовыращивании в различных лесорастительных условиях использовать древесные породы, в наибольшей степени соответствующие этим условиям. Примешивать к главным породам почвоулучшающие породы. Например, в сосняках, ельниках, кедровниках допускать примесь березы, лиственницы, липы, ольхи, дуба, рябины и др., формировать подлесочные породы.

5. При избытке увлажнения эффективно применение осушительной мелиорации, при недостатке – орошения.

6. Проводить разреживание древостоев с целью оптимизации условий среды, обуславливающей активизацию почвенной биоты и разложения подстилки.

7. Для ускорения разложения подстилки, особенно грубогумусной, и улучшения водно-физических свойств почв целесообразно перемешивание подстилки. Даже в ельниках это мероприятие переводит ель из почвоухудшающей породы в почвоулучшающую.

8. «Прививка» почвы путем внесения образцов почвы с присутствием в ней нитрифицирующих бактерий и микоризы.

9. Обработка семян древесных пород препаратами, содержащими клубеньковые бактерии и свободноживущие бактерии (например нитрагином).

10. Разбрасывание в лесу после рубки древостоя порубочных остатков для улучшения экологической среды и обогащения почвы азотом и зольными элементами.

11. Умеренная регулируемая пастьба домашнего скота.
12. Легкий обжиг суглинистых и супесчаных почв для накопления в них азота и ускорения разложения подстилки.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет почва по отношению к лесу?
2. Шкала отношения древесных пород к плодородию почвы (примеры).
3. Назовите основные типы корневых систем деревьев.
4. Особенности формирования корневых систем основных древесных видов на различных почвах.
5. Что такое «воздушные» корни, у деревьев каких пород они формируются и в связи с какими факторами?
6. На почвах какого механического состава достигают более высокой производительности древостой сосны, ели, кедра сибирского, лиственницы Сукачева, дуба черешчатого?
7. Назовите оптимальные и критические уровни плотности почвы.
8. В чем причины низкой производительности древостоев в переувлажненных условиях застойного режима влагообеспечения?
9. Классификация древесных пород по отношению к рН (примеры).
10. Потребность и требовательность древесных пород к элементам минерального питания, почвоулучшающие и почвоухудшающие древесные породы – понятия, примеры.
11. Источники азота для леса.
12. Дайте понятия и назовите примеры макроэлементов и микроэлементов в питании древесных пород.
13. Типы лесных подстилок и их краткая характеристика.
14. Связь лесных подстилок с морфологическими особенностями древостоев.
15. Понятия о малом и большом биологических круговоротах (МБК и ББК) элементов питания древесных пород.
16. Основные формы влияния леса на почву.

17. Назовите некоторые хозяйственные мероприятия, направленные на активизацию МБК и почвообразовательного процесса.

13. ЛЕС И БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

13.1. Структура факторов

Кроме растений, которые составляют биотические факторы, структура остальных факторов может быть представлена в следующем виде:

- *крупные животные* – дикие и домашние;
- *мегафауна* – птицы, барсук, лиса, змеи, скорпионы, крупные насекомые;
- *макрофауна* – насекомые, земляные черви, моллюски (улитки, слизни), многохвостки;
- *мезофауна* – мельчайшие насекомые, мелкие черви, дождевые черви;
- *микрофауна* – простейшие (амебы, инфузории), нематоды, клещи, примитивные бескрылые насекомые;
- *микробиота* – грибы, микробы, водоросли (зелёные, сине-зеленые, диатомовые), актиномицеты.

Лесная почва содержит огромное количество живых веществ. Чем почва более плодородная, тем в ней больше сконцентрировано

живого вещества. Насыщенность им почвы возрастает в лесах по направлению с севера на юг. По данным М.И. Калинина (1986), в зависимости от почвенно-гидрологических условий в Карпатах в живой фазе на 1 га в слое почвы 0 - 25 см содержится, кг:

Водорослей	20 – 600
Бактерий	150 – 800 (иногда до 5000-7000)
Грибов и актиномицетов	150 – 800
Животных	100 – 3000

В структуре почвенного живого вещества преобладают беспозвоночные (черви и насекомые), которые по биомассе могут превышать позвоночных животных в 1000 раз (Почвоведение, 1988). В свою очередь, в биомассе беспозвоночных доминируют дождевые черви: от 80% в Карпатах (Калинин, 1986) до 95-98% в дубравах лесостепи европейской части Российской Федерации (Молчанов, 1978).

Количество беспозвоночных животных в почвах дифференцировано по их типам. В европейской части Российской Федерации подзолистые почвы содержат (Почвоведение, 1988) 20-30 кг/га беспозвоночных животных, дерново-подзолистые – 70-120, серые лесные – 900. Зависит их количество в почвах и от породы-лесообразователя. Так, в Подмосковье в дубовом лесу с дерново-подзолистой почвой число дождевых червей на 1 га в слое почвы 0-45 см достигает 2 млн 940 тыс., в еловом лесу на такой же почве их 610 тыс., т.е. почти в 5 раз меньше. Известно, что в дубовом лесу почва более плодородная, чем в еловом.

13.2. Роль биотических факторов

Как многообразны биотические факторы, так многообразна их роль в жизни леса. Эта роль то положительная, то отрицательная.

13.2.1. Роль крупных животных и мегафауны

Из положительной роли важно то, что животные и птицы спо-

собствуют расселению древесных пород, разнося семена. Это происходит как за счет налипания семян на шерсть и перьевой покров, так и в результате поедания, а затем выделения их с экскрементами. Второй путь характерен для семян рябины, черемухи, шиповника, жимолости, черники, брусники и др. Кедровые орехи разносятся кедровкой. Эта птица делает запасы орехов на зиму в различных местах, порой отстоящих друг от друга на несколько километров. Однако она затем съедает не все орехи. Или она запасает орехов настолько больше, что не может их съесть, или она забывает часть мест складирования. Сохранившиеся орехи весной прорастают. Каждая кладка, согласно данным Н.А. Коновалова и др. (1981), содержит по 6-12 орехов, а за один раз кедровка переносит до 70 орехов. Поскольку семена кедровки тяжелые и иным путем в естественных условиях не распространяются, кедровка выполняет важную роль по расселению породы. В частности, благодаря этому кедр настойчиво продвигается на юг от района своего основного произрастания в Западной Сибири, а также поднимается в горы, заселяя большие сплошные вырубki. Сойка наряду с употреблением желудей дуба в пищу также распространяет их, способствуя возобновлению породы.

Важная роль принадлежит птицам в уничтожении вредных насекомых. К таким птицам относятся клесты, дятел, певчие виды, подобную же роль выполняют и муравьи.

Такие животные-грызуны, как рыжая полевка, обыкновенная полевка, мыши и др., рыхлят почву на значительную глубину. А крот, лиса, барсук перемешивают почву, проделывают в ней ходы и устраивают норы, что обеспечивает свободный доступ в глубокие почвенные горизонты воздуха и воды и предотвращается возможный поверхностный сток. Грызуны к тому же улучшают почву, усиливая почвообразовательный процесс. Кроты при рытье ходов и нор образуют на поверхности почвы микроповышения (холмики) – кротовины. На них в лесу в условиях переувлажнения появляется молодое поколение древесных пород, что улучшает лесообразовательный процесс. Этому же способствуют кабаны в дубравах, которые, отыскивая в верхних слоях почвы и подстилке желуди, рыхлят подстилку, пере-

мешивают ее с верхним минеральным горизонтом почвы, что способствует появлению нового поколения дуба, а также ускорению разложения лесной подстилки и увеличению малого биологического круговорота. Лось и зайцы, объедая кору у растений липы, березы, осины, ограничивают их рост, а порой и уничтожают. В отдельных местах это способствует появлению, росту и развитию растений хвойных пород. Бобры уничтожают целые деревья осины, чем также способствуют регулированию состава древостоев лесных насаждений. Важное значение для плодородия почвы в лесу имеют продукты жизнедеятельности животных и их трупы.

Полезная роль некоторых млекопитающих и птиц иногда проявляется в переопылении цветков у растений (Алехин, 1950).

Отрицательная роль животных и птиц также разнообразна. Массовый вред лесу животные и птицы наносят тем, что поедают семена древесных пород. В годы обильных урожаев семена поедаются не все, часть их остается и тем обеспечивается появление нового поколения леса. При низких урожаях семена поедаются полностью. Семена ели употребляют клесты, дятлы, белки, сосны – клесты, дятлы; желуди дуба в основном поедает сойка. Наибольшим спросом у животных и птиц пользуются орехи кедра. В годы хороших урожаев сойка, глухарь, бурундук, медведь поедают 30-80% урожая ореха в кедровниках, а клесты, белка – до 40% семян ели (Цветков, 1999).

При недостатке семян животные и птицы или мигрируют в места с наличием семян древесных пород, или переходят на другую пищу, например, на почки и побеги. Отмечаются такие виды вреда лесу, как разорение гнездовий полезных птиц (сойка), окольцовывание деревьев (дятел), уничтожение муравейников (дятел). Эти виды вреда, конечно, больших масштабов не имеют.

Непосредственно большой вред лесу наносят крупные дикие животные. На Дальнем Востоке (Тимченко, 1986) объедают кору у деревьев изюбри и пятнистые олени, медведи, кабан, чем вызывают их повреждения и заболевания. Олени ломают подрост и подлесок, медведи обламывают вершины деревьев, особенно это касается чер-

ных медведей, когда они взбираются на деревья, в частности, кедра корейского – за орехами, дуба монгольского – за желудями, черемухи Маака – за ягодами. В дубравах лесостепной зоны европейской части Российской Федерации отмечаются (Молчанов, Губарева, 1984) систематические повреждения лосями и пятнистыми оленями побегов у подроста дуба, ясеня, клена остролистного, у растений лесных культур дуба, повреждается и кора молодых деревьев в связи с ее объеданием. Отдельные вырубki с подростом из дуба превращены лосями в пастбища. Как отмечают А. И. Писаренко и др. (1992а), в зоне смешанных лесов европейской части Российской Федерации 10% лесных культур от общей их площади полностью уничтожены лосем. Если лось повреждал только сосну, дуб, осину, то теперь он повреждает и ель, причем при любом возрасте деревьев. Обглоданные деревья обрекаются на гибель. В лесных культурах до 10-15 лет лось поедает у деревьев главный побег, боковые ветви, обламывает вершину.

Особенно следует констатировать отрицательную роль лося в таежной зоне Урала. Отмечаются случаи массового полома лосем молодых деревьев сосны как в лесных культурах, так и в естественных молодняках, в частности, после проведения в них рубок ухода. Путем повреждения деревьев ценных пород лось может изменить состав молодняков: дуба – на липу или клены, сосны – на березу. В лесах Южного Урала большой вред наносят косули, систематически объедая молодые растения сосны.

Крупные животные в лесу постоянно проходят по одним и тем же местам, прокладывая тропы, устраивая лежбища, чем уплотняют или даже разрушают почву. Это приводит у слабопрочных почв, особенно на горных склонах, к линейной и плоскостной эрозии, уменьшению скважности и инфильтрационной способности.

Отрицательная роль в лесу принадлежит бобру. Устроенные ими на мелких водотоках запруды, изменяют режим увлажнения прилегающих участков леса. Часто это проявляется в переувлажнении почв, а то и в подтоплении лесных насаждений, что может приводить к их гибели в связи с вымоканием.

В последние десятилетия в сильной мере увеличилось число мышевидных грызунов в лесу. В таежной зоне Урала это объясняется оставлением порубочных остатков на вырубках, под которыми они не доступны естественным врагам. Мышевидные грызуны объедают кору молодых древесных растений от корневой шейки на высоту до 20 см, а иногда и до 1 м (по снеговому покрову). Они повреждают молодые растения сосны и ели. Особенно большой вред, и это наблюдается повсеместно, наносят мышевидные грызуны молодым посадкам этих пород, иногда полностью уничтожая их на сотнях и тысячах гектаров.

13.2.2. Роль макро- и мезофауны

Большой вред лесу наносят насекомые-вредители леса. При их массовом размножении (шелкопряд, например) уничтожаются леса на миллионах гектаров. Проблема вредных насекомых в лесу рассматривается в учебном курсе «Лесная энтомология».

Многие насекомые, обитающие в лесу, участвуют в опылении цветков растений древесных пород. К таким породам относятся липа, ивы, клены, белая акация и др., часть видов растений вообще без участия насекомых не может переопыляться. Переопыление с помощью насекомых ведет к формированию полнозернистых высококачественных семян, обладающих гетерозиготностью.

Огромная роль в лесу принадлежит беспозвоночным животным (жужелицам, муравьям, клещам, рогохвосткам, червям, в том числе дождевым, и др.). Они разлагают подстилку, рыхлят почву, улучшая ее структуру, аэрацию, инфильтрацию, перемешивают органическое вещество с минеральной частью почв, заносят органическое вещество в более глубокие слои, отмирая, обогащают почву своей массой. Дождевые черви через кишечник пропускают от 50 до 600 т/га в год мелкозема и перерабатывают органическое вещество. От них на 1 га образуется до 25 т экскрементов (Почвоведение, 1988), которые непосредственно обогащают почву питательными элементами. Химический состав экскрементов дождевых червей значительно отличается в

Электронный архив УГЛТУ

лучшую сторону по сравнению с составом почвы, в которой они обитают. Например (Виленский, 1950):

	Почва (бескарбонатный тяжелый суглинок)	Экскременты
pH	6,2	6,8
Емкость поглощения, мг/экв. на 100 г почвы	21,0	25,5
СаО валовой, %	1,95	2,37

Почвенные беспозвоночные выполняют 70-80% всей работы по трансформации и утилизации мертвого вещества почвы (Цветков, 1999). Установлено, что на почве с дождевыми червями сосна на 15-20% растет быстрее, чем на аналогичных почвах без них.

13.2.3. Роль микрофауны и микрофлоры

Основная роль микроорганизмов заключается в переработке мертвого органического вещества. Органическое вещество под влиянием мелких насекомых, грибов, бактерий, актиномицетов, водорослей и других организмов разлагается до полной минерализации, до выделения CO_2 , H_2O , NH_3 (аммиак), простых солей и других минеральных соединений. Именно эти минеральные соединения являются важнейшим источником для жизни растений. Наибольший вклад по разрушению органического вещества среди микроорганизмов принадлежит грибам, в частности базидиальным (Калинин, 1986; Мухин, 1993).

Важную роль в обогащении почвы азотом выполняют свободно живущие бактерии (азотобактер), фиксирующие азот из атмосферы, а затем при отмирании отдающие его почве. Азотобактер активно развивается на почвах, богатых фосфором, хорошо аэрируемых, имеющих реакцию, близкую к нейтральной. Такую же роль выполняют анаэробные бактерии клостридиум, которые менее требовательны к наличию кислорода в почве и реакции среды. В хорошо аэрируемых почвах со средой ближе к нейтральной распространены клубеньковые

бактерии, которые живут в корнях бобовых травянистых растений, ольхи, лоха, облепихи и др. и также фиксируют азот из воздуха, обогащая им почву.

В биоте лесных почв преобладают грибы. Их роль велика, особенно в разложении органического вещества на почвах и в почвах, имеющих кислую среду, где бактерии представлены слабо. Многие из грибов могут вступать в тесные взаимоотношения с древесными растениями, поселяясь на их корневых системах. Они развиваются на поверхности корней и образуют чехол из грибных гифов – микоризу. Микориза бывает экзотрофной, когда гифы расположены непосредственно по верху корней растений, и эндотрофной, когда гифы проникают внутрь корней. Для основных лесных пород-лесообразователей тайги (ель, сосна, лиственница, береза) характерна экзотрофная микориза. При симбиозе гриба и растений гриб через микоризу от растения получает углеродистую пищу, а сам снабжает растение азотистой пищей, фосфором и другими элементами, получаемыми при разложении органических веществ (Почвоведение, 1969). При наличии микоризы древесные растения быстрее и эффективнее усваивают из почвы азот и зольные элементы. Они активизируют рост, увеличивают ассимиляционный аппарат, приобретают устойчивость, приживаемость. Некоторые виды древесных растений не могут успешно произрастать на почвах, лишенных микоризы, или даже вообще на них не растут.

Актиномицеты способны разлагать трудно разлагающуюся клетчатку растений и лигнин, они участвуют в образовании гумуса. Водоросли пополняют почвы органическим веществом, влияют на их физические свойства и химический состав, способствуют развитию в них азотфиксирующих бактерий. Некоторые сине-зеленые водоросли фиксируют из воздуха молекулярный азот, активно пополняя им запасы почв. Большая роль принадлежит водорослям в поддержании стабильности наземных экосистем в условиях загрязнения нефтью и нефтепродуктами, поверхностно-активными веществами, тяжелыми металлами и др. (Кабиров, 1990).

13.3. Регулирование состава и численности диких крупных животных и мегафауны

При соответствии состава и численности дикой фауны пищевым ресурсам в лесу вред лесу будет минимальным или даже не ощутим. Обычно природа сама регулирует дикую фауну путем поддержания биологических цепей. Однако по различным причинам эти цепи нарушаются и некоторые виды фауны получают размножение, выходящее за рамки природного биологического равновесия, чем вносят диссонанс во взаимоотношения леса и дикой фауны.

Лес по своим пищевым ресурсам для дикой фауны неодинаков. Чем благоприятнее природные условия для него и, следовательно, более продуктивен лес, тем большими пищевыми ресурсами он располагает. Соответственно оптимальные нормы нагрузки состава и численности дикой фауны будут различными в зависимости от географического местоположения региона, продуктивности лесов, структуры лесных насаждений. Норма нагрузки дикими животными и птицами лесных угодий – допустимое количество особей на определенной площади лесов без заметного ущерба для них.

По имеющимся усредненным данным, на 1000 га лесов III класса бонитета допустимое число особей следующее: лось – 5, олень – 10, косуля – 40, кабан – 8, заяц-беляк – 55, заяц-русак – 30, серая куропатка – 150, глухарь – 40, тетерев – 100. Естественно, при повышении класса бонитета лесных насаждений нормируемое число особей животных и птиц возрастает, а при ухудшении уменьшается. Это положение хорошо иллюстрируется рекомендациями И.В. Семечкина и др. (1985) по нормированию некоторых животных в кедровых лесах Сибири, где допустимое число особей на 1000 га составляет по классам бонитета:

Класс бонитета	Соболь	Белка	Марал
I	Более 15	Более 250	Более 7
II	8-15	171-250	6-7

Электронный архив УГЛТУ

III	4-7	91-170	4-5
IV	2-3	31-90	2-3
V	1 и менее	30 и менее	2 и менее

В Белоруссии (Саевич, 1988) несколько иной расчет допустимой нагрузки на лес дикой фауны. Учитывается количество корма в сырой массе по различным лесным угожьям в расчете на те или иные виды животных. Угожья подразделяются на очень хорошие (более 400 кг/га корма), хорошие, средние, плохие и очень плохие (0-100 кг/га). На примере лося число особей на 1000 га допускается по качеству угожий:

	Число особей
Очень хорошее	14
Хорошее	11
Среднее	8
Плохое	5
Очень плохое	2

Как считает А.И. Писаренко и др. (1992а), в зоне смешанных лесов европейской части Российской Федерации нагрузка лося на леса не должна в среднем превышать двух особей на 1000 га.

При превышении фактического количества особей животных и птиц по отношению к нормам необходим их отстрел. Правильное регулирование дикой фауны позволяет исключить большой вред лесу и получить дополнительный источник мяса. Количество такого мяса может быть большим. По данным У. Мартинссона (1992), в 1981 г. в странах бореальных лесов – Российской Федерации, Норвегии, Швеции и Финляндии – было отстреляно 318118 особей различных диких животных (43 тыс. т мяса), из которых 90% пришлось на лося. Лучшее всего промысел на диких животных поставлен в Швеции. Из заготовленных 43 тыс. т мяса доля Российской Федерации составила всего 24%, хотя подавляющая часть бореальных лесов сосредоточена именно здесь. Безусловно, в наших бореальных лесах необходимо развивать охотничий промысел.

13.4. Пастьба домашнего скота в лесу

Еще в позапрошлом веке Ф. Арнольд и другие лесоводы отмечали, что наибольший вред лесу наносит неурегулированная пастьба домашнего скота. Разумеется, такой вывод был сделан без учета массовых рубок, которые появились в более позднее время. Однако и сейчас пастьба скота остается большим вредным фактором в лесу. Поскольку пастьба домашнего скота – необходимое мероприятие, надо учитывать ее отрицательные последствия и вести хозяйство в лесу в расчете на уменьшение или исключение ему ущерба. В Государственном лесном фонде (в лесных насаждениях, на вырубках) выделены для пастьбы скота большие площади. Только в Башкортостане на Урале площадь пастбищ составляет 1 млн га (Система рекомендаций..., 1976). Научно обоснованное регулирование пастьбы домашнего скота ущерб лесу сведет к минимуму, а порой может принести даже пользу.

13.4.1. Экологические последствия пастьбы домашнего скота

Отрицательные последствия нерегулируемой и неумеренной пастьбы скота в основном сводятся к следующему:

- разрушению подстилки и нижних ярусов растительности;
- уплотнению почвы, что снижает ее скважность, инфильтрационную способность, темпы роста деревьев;
- увеличению поверхностного стока;
- разбиванию мелких и слабопрочных почв, что ведет к водной и ветровой эрозии;
- образованию при проходах скота углубленных троп, которые на слабопрочных почвах вызывают линейную эрозию, а в переувлажненных условиях они заливаются водой и могут привести к заболачиванию;
- поеданию скотом почек и побегов древесных растений, главным образом весной, уничтожению подроста, обгладыванию коры у растений ценных пород, что ведет к ухудшению лесообразовательно-

Электронный архив УГЛТУ

го процесса;

- усилению развития злаков, в частности, щучки в суховатых условиях и осоки в условиях влажных почв;

- ухудшению условий для жизнедеятельности почвенной биоты и дикой фауны;

- поражению корневых систем деревьев, особенно на мелких почвах;

- активизации отпрысковой способности осины;

- усилению темпов смены ценных хвойных пород на менее ценные мягколиственные породы;

- снижению верхней границы лесов в горах.

Исследованиями В.Н. Данилика и др. (1991) на Урале установлены негативные последствия пастьбы скота (табл. 22). Разброс данных отражает разнообразие лесных насаждений, типов почв, различную степень нагрузки выпасом и др. Данные табл. 22 показывают, что все изученные свойства почв под влиянием выпаса скота ухудшаются. Особенно резко увеличивается поверхностный сток. В Висимском лесхозе это увеличение составило 22 раза, в Староуткинском – 37, а Саткинском мехлесхозе – даже 264 раза. Составленный по многим изучавшимся параметрам комплексный показатель – коэффициент защитности – под влиянием выпаса домашнего скота снизился соответственно в 2; 1,4 и 8 раз.

Таблица 22

Влияние выпаса скота на водно-физические и стокорегулирующие свойства почв (числитель без выпаса, знаменатель – с выпасом)

Показатель	Лесохозяйственное предприятие		
	Староуткинский лесхоз (Свердловская область)	Висимский лесхоз (Свердловская область)	Саткинский мехлесхоз (Челябинская область)
Плотность, г/см ³	<u>0,68 - 1,17</u>	<u>0,74 - 1,28</u>	<u>0,57 - 0,81</u>
	0,82 - 1,20	1,08 - 1,40	0,71 - 0,98
Скважность, %	<u>56,4 - 72,6</u>	<u>48,4 - 70,8</u>	<u>67,3 - 76,8</u>
	55,3 - 66,4	46,9 - 57,1	62,2 - 72,4

Электронный архив УГЛТУ

Водопроницаемость, мм/мин	<u>1,34 - 3,26</u> 0,93 - 2,20	<u>0,07 - 0,13</u> 0	<u>1,36 - 1,64</u> 0,50 - 0,82
Коэффициент поверхностного стока	<u>0,0140</u> 0,5211	<u>0,0040</u> 0,0920	<u>0,0008</u> 0,2110
Коэффициент защитности	<u>1,45</u> 1,01	<u>2,34</u> 1,18	<u>4,05</u> 0,49

Регулируемая и умеренная пастьба домашнего скота иногда приносит пользу. В частности, при легком рыхлении почвы в лесу в результате прохода скота усиливается возобновление. Эта же цель достигается при выпасе свиней в дубовом лесу. Животные разносят семена, чем способствуют лесовозобновительным процессам, поедая почки и побеги мягколиственных пород, способствуют уходу за елью. Прокладываемые скотом тропы препятствуют распространению низового огня при пожарах.

13.4.2. Регулирование пастьбы домашнего скота

При организации пастьбы скота следует руководствоваться соответствующими правилами. Это касается прежде всего мест, где скот пасти нельзя, а именно: на особо ценных участках (заповедники, лесопарки, леса, имеющие научное или историческое значение, памятники природы и т. п.); на площадях лесных культур и естественных молодняков до достижения ими высоты, исключающей возможность повреждения вершин скотом; на лесосеменных плантациях; на участках с проводимыми мероприятиями по содействию естественному лесовозобновлению; на вырубках и других не покрытых лесом площадях, предназначенных под естественное лесовозобновление ценными породами; на площадях с легкоразмываемыми и развеиваемыми ветрами почвами; на крутых склонах. Не следует допускать пастьбы скота с собаками в лесах с организованным охотничьим хозяйством, пастьбу коз на участках, специально не отведенных для этого и не огороженных. Нельзя пасти скот на участках леса в переувлажненных местообитаниях, особенно весной. На таких участках

весной даже нельзя прогонять скот, поскольку после этого остаются углубленные тропы, наполненные водой. Для предотвращения разброды скота при их прогоне устраиваются специальные загородки, следует огораживать и особо ценные участки, куда скот не должен допускаться. Не следует допускать пастьбу скота и на участках леса, богатых пищевыми и лекарственными ресурсами. При отводе пастбищ предпочтение следует отдавать насаждениям из мягколиственных пород, а также хвойным и смешанным насаждениям на участках со значительно развитым и богатым травяным покровом.

В целях недопущения деградации пастбищ и лесных экосистем в целом следует регулировать нагрузку по пастьбе как путем количества и породного состава выпасаемого скота на единицу площади, так и продолжительностью выпаса на одном и том же участке в течение вегетационного сезона и ряда лет. Например, для лошадей надо не менее 3,3 га на одну голову, коров – 2,5, коз – 3,0, овец – 0,5 га. Естественно, это зависит от гомеостаза (устойчивости) лесных экосистем и количества кормовых ресурсов. Оно в различных регионах, зонах, подзонах, лесных насаждениях неодинаково. Исходя из устойчивости пастбищ в экосистемном отношении и фактического их состояния, следует давать «отдых» тем из них, которые того требуют. «Отдых» может быть назначен как в течение вегетационного периода, так и на ряд лет. Следует стремиться к долгосрочной передаче лесных площадей под пастьбу скота, на которых обязательно проведение мероприятий по повышению продуктивности пастбищ (осушение, посев трав, внесение минеральных удобрений и т. п.).

Контрольные вопросы

1. Формы положительного влияния на лес дикой фауны.
2. В чем заключается положительное влияние на почву роющих животных?
3. Формы отрицательного влияния дикой фауны на лес.
4. Что такое нормирование состава и численности животных и

птиц в лесу и примеры норм?

5. Назовите представителей мезофауны и в чем их положительная роль в лесу.

6. В чем заключается положительное значение для лесной почвы микрофауны и макрофлоры?

7. Что такое микориза и какая ее роль в лесу?

8. Экологические последствия неумеренной пастьбы домашнего скота.

9. Назовите примеры положительного влияния пастьбы скота в лесу.

10. Основные мероприятия по регулированию пастьбы скота.

14. ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА

14.1. Понятие о возобновлении леса, его методы и виды

В упрощенном понимании возобновление леса (лесовозобновление) – это процесс формирования нового поколения леса. Безусловно, если этот процесс протекает под пологом насаждений, устойчивых в экосистемном отношении, то происходит простое пополнение подроста новым поколением. Однако в случае сплошной рубки, верхового пожара, сплошного ветровала, уничтожения лесных насаждений вредителями процесс возобновления леса протекает в экстремальных условиях и он не сводится только к появлению нового поколения леса, а обеспечивает восстановление всей исходной экологической системы. Поэтому *возобновление леса* – многофакторный процесс образования нового поколения леса: процесс поселения и приспособления к конкретным условиям существования подроста под пологом взрослого насаждения, на вырубках или гарях; процесс формирования всех компонентов леса, его свойств и признаков. При этом следует

иметь в виду, что возобновление обеспечивается любой породой-лесообразователем, а процесс возобновления леса коренной породой – это *лесовосстановление*. Лесовосстановление предполагает проведение более интенсивных хозяйственных мер по сравнению с лесовозобновлением, поскольку обеспечение возобновления коренных пород часто связано с большими техническими и материальными трудностями. Восстановление леса после полного уничтожения древостоев под влиянием различных причин – это *демутация леса*.

Возобновление леса может осуществляться естественным, искусственным и комбинированным методами. *Естественное возобновление* – процесс не стихийный. В любом случае он управляется активными (различными мерами содействия естественному возобновлению, что будет рассмотрено несколько ниже) и пассивными мерами (применением определенных способов рубок, их параметров, соответствующих технологий лесоразработок и т.п.). *Искусственное возобновление* леса – формирование нового поколения леса путем создания лесных культур посадкой или посевом на площадях, ранее занятых лесом. Поскольку при искусственном возобновлении культивируется целенаправленно ценная древесная порода, то этот процесс следует рассматривать в любом случае как лесовосстановление. Если лесные культуры создаются на землях, не бывших ранее под лесом, то это мероприятие называется *лесоразведением*. Однако в Лесном кодексе (2007) лесоразведение, как хозяйственное мероприятие, предусматривает более широкое применение лесных культур: «для предотвращения водной, ветровой и иной эрозии почв, создания защитных лесов и иных целей, связанных с повышением потенциала лесов». Искусственное лесовосстановление является предметом специального учебного курса «Лесные культуры», поэтому далее не рассматривается. *Комбинированный метод* сочетает в себе оба предыдущих основных метода.

Естественное возобновление леса включает несколько видов. Оно может быть *семенным*, когда новое поколение древесных пород появляется из семян, *вегетативным*, т.е. когда возобновление проте-

кает за счет вегетативных зачатков, и *смешанным*, включающим семенной и вегетативный компоненты. Кроме того, семенное возобновление во времени формирования относительно материнского древостоя может быть предварительным, сопутствующим и последующим. *Предварительное возобновление* леса формируется под пологом насаждения, *сопутствующее* – в недрах материнского насаждения в процессе постепенных и выборочных рубок древостоев и *последующее* – на сплошных вырубках, гарях и ветровальниках.

Естественное возобновление имеет различную продолжительность. Под пологом насаждения оно длится столько, сколько будет существовать насаждение, т. е., по существу, бесконечно, поскольку взамен отмирающего подроста постоянно появляются новые поколения. Сопутствующее возобновление при постепенных рубках длится от начала рубок до их окончания, когда признается, что оно сформировалось. Выборочные рубки предполагают частичную рубку древостоев в отдельные приемы через значительные промежутки времени с постоянным сохранением материнского древостоя. Поэтому выборочные рубки в одном и том же насаждении делятся бесконечно, бесконечно же идет и процесс сопутствующего возобновления. На сплошных вырубках, гарях, ветровальниках период возобновления ограничен. Здесь последующее возобновление длится в течение такого времени, за которое появится естественным путем количество растений пород-лесообразователей нового поколения леса, в том числе и с мерами содействия, способное в данных условиях сформировать молодняк. В заселении площадей, вышедших по различным причинам из-под полога насаждений, принимает участие и предварительное возобновление, а порой возобновление происходит исключительно за его счет. В этом случае последующее возобновление или отсутствует, или принимает незначительное участие. Чем короче период возобновления леса, тем более высокая его лесоводственная и экономическая эффективность.

Возобновление леса составляет одно из звеньев лесообразовательного процесса. Любая рубка леса предполагает обязательное воз-

Электронный архив УГЛТУ

обновление (если площадь не отчуждается для других целей). Поэтому выражение Г.Ф. Морозова «Рубка – синоним возобновления» отражает важнейшую сторону жизни леса. Возобновление леса – многоаспектный процесс: *биологический* – восстанавливает и формирует все компоненты насаждений и связи между ними; *лесоводственный* – формирует древостой, представляющий собой основной объект хозяйственно-лесоводственного воздействия; *экологический* – вновь восстанавливает и формирует многогранные экологические функции лесов; *экономический* – обеспечивает преемственность комплексной продуктивности лесов; *социальный* – сохраняет условия жизни и труда населения, непосредственно связанного с лесом.

Естественное лесовозобновление рассчитано прежде всего на использование природных потенциалов леса. Оно широко используется не только в таежных условиях нашей страны, но и в Канаде, Швеции, Финляндии. Состоявшийся в 1985 г. в Мехико IX Мировой лесной конгресс рекомендовал для таежных условий в качестве основного метода возобновления леса сплошных вырубок естественный. Однако с учетом природных потенциалов леса необходимо правильное сочетание естественного и искусственного методов возобновления.

Научные исследования и расчеты показали, что оптимальными соотношениями методов лесовозобновления сплошных вырубок по лесорастительным подзонам и зонам бывшей территории СССР являются следующие (Концепция..., 1989):

	Доля естественного возобновления, %	Доля искусственно- го возобновления,
Северная и средняя подзоны тайги	70	30
Южная подзона тайги	50	50
Зона смешанных лесов	30	70
Лесостепная зона	5	95
Степная зона	0	100

Для Урала на основе исследований (Луганский и др., 2008) установлены следующие соотношения методов лесовозобновления

Электронный архив УГЛТУ

сплошных вырубок по лесорастительным регионам (табл. 23).

Последние данные свидетельствуют о том, что естественное лесовозобновление в условиях Урала протекает более успешно, чем в среднем на территории бывшего СССР. Наиболее активный этот процесс в северной и средней подзонах тайги. В направлении с запада на восток лучшими лесовозобновительными потенциальными возможностями обладает восточный макросклон Уральских гор и Зауральский пенеппен. В пределах лесорастительных регионов успешность естественного лесовозобновления зависит от конкретных условий произрастания. Наиболее активный процесс характерен для низко- и среднеплодородных сухих и суховатых условий со слабо развитым живым напочвенным покровом, и ослаблен он в условиях высокоплодородных почв с оптимальным режимом увлажнения, где имеет большое развитие живой напочвенный покров.

Таблица 23

Соотношение методов лесовозобновления в лесах Урала, %

Лесорастительная подзона	Метод	
	естественный	искусственный
Тажная зона		
Северная	80	20
Средняя	85	15
Южная	65	35
Хвойно-широколиственных лесов	40	60
Горных южно-таежных и смешанных лесов	40	30
Предлесостепных сосново-березовых лесов	75	25
Лесостепная зона		
—	75	25
Степная зона		
—	0	100
Среднее	75	25

14.2. Этапы (стадии) семенного возобновления леса

В качестве первого этапа естественного семенного возобновле-

ния леса рассматривается *цветение деревьев*. По обилию цветения можно судить об уровне урожайности с учетом, конечно, возможной гибели части цветков. При обильном цветении в благоприятных условиях (без больших заморозков, нападения вредителей, обильных дождей) формируются хорошие урожаи высококачественных семян древесных пород.

Второй этап естественного семенного возобновления – *созревание и разлет семян*. Обычно для обеспечения естественного семенного возобновления семян древесных пород бывает достаточно ежегодно. В редкие годы, когда семян мало и те поедаются представителями фауны, возобновление не происходит. Различные древесные породы продуцируют неодинаковое количество семян. Наиболее высокими урожаями характеризуются береза, осина, тополя, ильмовые, липа и др. Кроме того, урожаи из года в год не остаются одинаковыми, они изменяются, т.е. наблюдается периодичность в плодоношении. Ежегодно обильно дают семена береза, ольха черная, ивы, клены, липа. Через 1-2 года дают обильные урожаи осина, граб, черемуха, рябина, лещина. Такие породы, как лиственница, груша, дают обильные урожаи через 2-3 года, а сосна, ель, кедр, дуб – через 3-6 лет. Эту периодичность следует учитывать как при организации сбора семян, так и при планировании и проведении различного рода мероприятий. На обилие и периодичность плодоношения древесных пород влияют экологические факторы. В более благоприятных климатических и почвенно-гидрологических условиях урожаи формируются чаще и обильнее. На Крайнем Севере, например, хвойные породы дают хорошие урожаи лишь через 10 - 20 лет.

При предварительном и сопутствующем лесовозобновлении разлет семян не имеет значения, поскольку любые семена, даже желуди дуба, достигают нужного места и прорастают. На обезлесенных же площадях (сплошные вырубki, гари, ветровальники) разлет и разнос семян приобретают важное значение. Для успешного последующего лесовозобновления таких площадей необходимо, чтобы налетом семян перекрывались все их части. Семена сосны, ели и лиственницы

разлетаются на 50-70 м (иногда на 100-150 и даже 300 м), орешки липы разносятся по снежному насту на большие расстояния, крылатки кленов и ясеней также на большие расстояния разносятся ветром, у ольхи черной – по воде, на несколько километров разносятся семена березы, осины, тополей. Семена древесных пород и кустарников разносятся также животными и птицами, в частности желуди дуба и орехи кедра. Налет семян происходит при предварительном и сопутствующем возобновлении от любых плодоносящих деревьев. При последующем возобновлении налет семян обеспечивается от стен леса, недорубов, специально оставленных на сплошных вырубках обсеменителей, от тонкомерных деревьев, сохранившихся на вырубках.

Третий этап семенного возобновления – *появление и рост всходов*. Всходы – это растения пород-лесообразователей в возрасте до 2 лет. Этап длится от начала прорастания семян до конца второго года жизни. В первый год молодой организм живет в основном за счет эндосперма семени и запасных веществ семядолей, однако он вполне активно развивает корневые системы. По данным С.Н. Санникова (1976), в условиях гарей Среднего Зауралья на глубоких почвах длина вертикального корня всхода сосны 1-го года достигает 15 см при высоте стволика 5 см и длине боковых корней 5,5 см. В течение 2-го года жизни всходы наращивают корни почти до 40 см, а стволик нарастает на 4,5-5 см, т.е. двулетние всходы уже вполне автотрофные растения, хотя их корневые системы еще не достигают слоя устойчивого увлажнения и не выходят из-под живого напочвенного покрова. На этапе всходов растения очень хрупкие, подвержены отрицательному воздействию многих экологических факторов. Этот этап С.Н. Санников (1976) предлагает называть этапом «неустойчивого самосева».

С третьего года жизни до 5 лет у растений древесных пород начинается активный прирост по высоте, появляется ветвление, а у хвойных пород образуются первые мутовки. Еще большее развитие получают корневые системы. Растения приобретают биолого-экологическую устойчивость, выходят из-под яруса живого напочвенного покрова, резко увеличивают требовательность к свету (Сан-

ников, 1976). Растения 3–5-летнего возраста составляют *самосев* и образуют четвертый этап семенного возобновления. В худших лесорастительных условиях этот этап длится дольше, на севере он составляет 10 лет.

Растения молодого поколения древесных пород, способные сформировать древостой, образуют *подрост*. Возраст подроста 6 (или соответственно 10) лет и более. Он составляет пятый этап семенного возобновления. Этот этап длится до тех пор, пока не будет сформирован молодняк. Обычно в практике лесоводства вся визуально видимая часть молодого поколения древесных пород, включая самосев, объединяется в понятие «подрост».

14.3. Экология естественного семенного возобновления леса под пологом насаждений, на вырубках и гарях

Распространение леса, его состав и продуктивность обусловлены климатическими факторами (макрофакторами) и наличием почв. Бесконечное существование леса обеспечивается постоянно протекающим лесообразовательным процессом, который находится под воздействием как макро-, так и мезо- и микрофакторов. Естественное возобновление леса составляет важнейшее звено лесообразовательного процесса и при наличии необходимых уровней макро- и мезофакторов в основном определяется микрофакторами. Число микрофакторов большое, действуют они, согласно экологическим законам, комплексно и одновременно, лимитирует экосистему тот из них, который находится в минимуме. Микрофакторы естественного семенного возобновления леса следующие: возраст, структура и полнота древостоев; состояние подлеска и живого напочвенного покрова; качество и состояние субстрата; количество и качество опада; состояние и структура подстилки; режимы света, тепла, влаги, аэрации; конкурирующая роль материнских деревьев; биологические и экологические особенности древесных пород и др. При наличии семян микрофакторы проявляют себя в возобновлении, начиная с этапа прорастания семян. Чем моложе растение, тем большее число факторов на них влияет и

тем более глубокое это влияние.

Многими длительными исследованиями (Шенников, 1950; Оскретков, 1957; Соколова, 1967; Карпов, 1969, 1973; Зворыкина, 1969; Полякова, 1969; Рысин, 1970; Татарин, 1972; Луганская, Луганский, 1978; Санников, Санникова, 1985; и др.) установлено, что степень влияния каждого экологического фактора имеет зонально-географическое и лесотипологическое проявление, достигая в отдельных экологических условиях абсолютного доминирования. В подзонах северной и средней тайги таким фактором является тепло, в других лесорастительных подзонах и зонах – свет или влага. В типах леса с высокой трофностью почв такие факторы – биохимическое и механическое влияние лесного опада и подстилки; в сухих сосняках – лишайниковом и брусничном, а также в переувлажненных местоположениях – влага, которой то недостаточно, то много. Регулируя влияние экологических факторов путем различных лесоводственных приемов, можно управлять процессами естественного семенного возобновления.

Наиболее мощное влияние на семенное возобновление под пологом насаждений оказывает древостой. Он проявляет себя по отношению к молодым растениям как непосредственно, перехватывая влагу, тепло, свет, элементы питания, так и опосредованно, создавая условия для формирования нижних ярусов растительности, поскольку древостой является эдификатором. В зависимости от состава древостоев, их структуры и полноты формируется состав, структура и обилие нижних ярусов растительности. Кроме того, древостой в основном определяет мощность и тип подстилки. Лучшие условия для появления и роста самосева и подростка создаются при низких полнотах древостоев. Чем ниже полнота, тем большее количество подростка формируется. В этих условиях достаточно тепла и света. Однако при разреженных древостоях большое развитие получают нижние ярусы растительности, которые, в свою очередь, оказывают непосредственное отрицательное влияние на процесс естественного семенного лесовозобновления. Оптимальной полнотой древостоев для возобновления сосны и лиственницы является 0,4-0,5, дуба – 0,5-0,6, темнохвой-

ных пород (ель, пихта, кедр) – 0,6-0,7. Исследования на Урале (Луганская, Луганский, 1978) показали, что в условиях северной и средней подзон тайги подпологовым возобновлением спелые и перестойные сосняки обеспечены при полноте 0,5 и ниже на 85-90% от их площади, при полноте 0,6-0,7 эта доля снижается до 50-60%, а при полноте 0,8 и более – до 30-40%. В насаждениях сосны с полнотой 0,6-0,7 количество подроста в 2,3-16 раз больше, чем в насаждениях с полнотой 0,8 и выше.

Наличие подроста под пологом древостоев имеет важное значение в старшем возрасте, когда древостои приобретают модальные полноты и находятся в стадии приспевания или спелости, т. е. когда они проходят предрубочную стадию онтогенеза. Сложная вертикальная структура и высокая фитонасыщенность древостоев снижает количество подроста в возобновлении и затрудняет его ход.

Подлесок, не имеющий большого развития, на возобновление заметного влияния или не оказывает, или иногда он выполняет полезную защитную роль против низких температур и прямых солнечных лучей. Эта защита важна для возобновления ели, дуба, растения которых подвержены в большей мере воздействию вредных экологических факторов. При большом развитии подлесок подавляет молодое поколение леса.

Мощным экологическим микрофактором по отношению к процессу возобновления выступает живой напочвенный покров. Как и подлесок, при небольшом развитии он даже способствует возобновлению, при большом развитии – препятствует ему, проявляя большую конкуренцию за свет, влагу, минеральное питание. Отдельные виды (вереск, кипрей, вороний глаз и др.), наоборот, способствуют возобновлению за счет рыхления почвы и улучшения ее химизма, улучшения микроклимата. Злаковые же виды живого напочвенного покрова (вейник, мятлик, щучка, луговик и др.) почву уплотняют, иссушают, создают плотную дернину и отрицательное биохимическое поле по отношению к молодым растениям древесных пород, чем тормозят возобновлению. В зимнее время травяно-кустарничковый покров задерживает снег и его отдельные растения под тяжестью снега при-

давливают всходы и самосев, которые деформируются, ломаются и часто гибнут. Вреден густой и мощный моховой покров, в частности из кукушкина льна, гипновых мхов. Семена древесных пород на мощном моховом покрове зависают и гибнут. Если они и прорастут, то корневые системы всходов не проникнут к минеральному слою почвы и также погибнут. В переувлажненных условиях мхи ухудшают режим аэрации почвы. В условиях лесостепи Зауралья, где не хватает влаги, всходы сосны часто, наоборот, приурочены к подушкам мха, которые конденсируют и сохраняют влагу, необходимую для прорастания семян.

Состояние субстрата также влияет на возобновление. В качестве субстрата могут быть обнаженные минеральные участки почвы, промежутки в дернине, лесная подстилка, лесной опад. В наибольшей мере всходы появляются на обнаженной почве. Здесь создаются лучшие условия для их роста и формирования самосева и подроста. Лесная подстилка, если она небольшая по мощности, или отрицательно не влияет на возобновление, или даже способствует ему. Семя древесных пород, попав на маломощную рыхлую подстилку и воспользовавшись ее влагой, прорастает, и всходы достигают минерального слоя почвы. Если подстилка мощная, она, препятствуя проникновению корней всходов к минеральной части почвы, высыхает и всходы гибнут. Такое явление часто наблюдается на Урале в поздневесеннее и раннелетнее время. Возобновление на подстилке типа мульч протекает успешнее, чем на подстилках типа модер и особенно мор. Оптимальная мощность подстилки, по данным ряда авторов (Воронова и др., 1966; Луганская, Луганский, 1978; Телегин, 1979; Зябченко, Виликайнен, 1974), – до 5 см. Исследования на Урале (Луганский, Земцов, 1968; Луганская, Луганский, 1978) показали, что связь между количеством самосева и подроста и толщиной подстилки в сосняках отрицательная – 0,63–0,68, т.е., чем мощнее подстилка, тем хуже идет процесс возобновления. Особенно это касается всходов. Отрицательная также связь (0,55–0,61) с кислотностью почв и с долями травы,

мха и неразложившихся листьев в лесной подстилке (0,36–0,57). Положительная связь наблюдается между количеством самосева и подроста и содержанием азота в подстилке (0,79), а также объемным весом (0,61–0,66) и долей неразложившихся хвои, шишек, сучьев, коры в лесной подстилке (0,62–0,66).

Лесной опад также оказывает влияние на ход естественного семенного возобновления под пологом насаждений. Это проявляется как в механическом, так и биохимическом воздействии. Плотный чистый слой листьев осины, дуба, иногда березы, хвои лиственницы и ели создает механическое препятствие, исключая появление и рост всходов древесных пород, или ломает уже появившиеся всходы. Путем биохимического воздействия различный опад проявляет себя по-разному. Исследования по изучению влияния различного опада (в виде водных экстрактов) на прорастание семян и рост всходов до 2 лет сосны показали (Луганская, Луганский, 1978), что отрицательное воздействие оказывают листья осины, хвоя ели, вейник лесной и брусника. Полезные проявления имеют листья березы, а также черника и папоротник-орляк.

По отношению к всходам, самосеву и подросту отрицательную роль играют материнские деревья посредством перехвата влаги и элементов питания. Чем суше почва и ниже ее трофность, тем выше конкуренция материнских деревьев. Это наглядно показано опытами с обрубкой корней деревьев (Карпов, 1969, 1973; Луганская, Луганский, 1978; и др.). На изолированных площадках активно появляется самосев и хорошо растет. В опытах по посеву семян сосны (Луганская, Луганский, 1978), поставленных в сосняке 90-летнего возраста полнотой 0,8 с суховатыми мелкими почвами (южный склон увала), на изолированных канавками от корней материнских деревьев площадках сохранилось (в среднем из 12 повторностей) в год посева 51 всход из 100 семян, а через 3 года число растений составило 33. На неизолированных площадках в первый год появилось всего 6 всходов из 100 семян, через три года из них не осталось ни одного. В первый год опыта погода в поздневесеннее и раннелетнее время была засуш-

ливая (полевая влажность почвы на неизолированных площадках была в 2,5 раза ниже, чем на изолированных). Таким образом, перехватывающая влагу роль материнских деревьев привела к гибели всходов. Особенно глубокое конкурирующее влияние материнских деревьев за влагу на возобновление проявляется в сосняках на песчаных почвах. Исследования в Среднем Зауралье в сосняке лишайниковом на глубоких подзолистых песчаных почвах показали следующее (Луганская, Луганский, 1978). На сплошной вырубке были оставлены обсеменители. Естественное возобновление практически отсутствовало, поэтому через 4 года после рубки древостоя вырубку закультивировали сосной равномерно по схеме 2,5х0,65 м. К моменту исследований биологический возраст культур составил 13 лет. В радиусе 0,4-1,1 м от материнских семенных деревьев высаженных растений нет. Далее они сохранились, но чем ближе к дереву, тем молодое растение более угнетено. Если ближе к дереву растения сосны имели высоту 0,2-1,0 м, то на расстоянии 5-6,5 м – 2,2-2,5 м.

Биологические и экологические особенности древесных пород также имеют важное значение в естественном семенном возобновлении леса. Береза, например, ежегодно производит большое количество семян, они легко разлетаются, а всходы березы достаточно устойчивы к различным неблагоприятным экологическим факторам. Береза семенами возобновляется хорошо. Она считается породой-пионером, поскольку легко заселяет свободные от лесных насаждений площади. Сосна достаточно хорошо возобновляется семенным путем и также считается пионером. Труднее возобновляются ель, пихта, лиственница. Дуб и кедр под пологом насаждений возобновляются достаточно успешно, если имеются необходимые уровни экологических факторов. Для дуба в основном это свет.

В качестве экологического фактора на семенное возобновление влияют беглые низовые пожары. Они уничтожают сухую траву, мхи и лесную подстилку, что активизирует семенное возобновление. Важное значение имеет микрорельеф.

На сплошных вырубках естественное семенное возобновление

протекает иначе. Прежде всего в качестве эдификатора выступают подлесок и живой напочвенный покров. В южной подзоне тайги Урала и в лесорастительных регионах Челябинской области на сплошных вырубках быстро разрастаются ива, черемуха, рябина, липа. Их растения или затрудняют возобновление, или даже его исключают. Кроме того, другие экологические факторы проявляют на вырубках себя с большей глубиной. Это касается в первую очередь теплового режима, света, влажности. Ель и пихта, например, из-за неблагоприятного воздействия этих факторов часто вообще не могут возобновляться, пока вырубку не заселят береза или осина, под пологом которых эти породы затем появляются. Чем менее плодородные условия, тем успешнее возобновляются сосна и некоторые другие породы, поскольку здесь подлесок и травяно-кустарничковый покров большого развития не получают. По мере повышения плодородия почв, вырубки хвойными породами возобновляются плохо.

Еще большее значение, чем под пологом насаждений, на сплошных вырубках имеют пожары. Исследованиями П.Н. Львова и др. (1980), С.Н. Санникова, Н.С. Санниковой (1985), В.А. Шаргуновой и др. (1990), В.Н. Седых (1990) и др. вскрыта положительная роль беглых низовых пожаров на семенное последующее лесовозобновление. В частности, В.А. Шаргунова и др. (1990) показали, что такие пожары уничтожают мощную подстилку, улучшают влагообеспеченность ее оставшейся части в связи с усилением контакта с минеральными горизонтами почвы, изменяют кислотность почвы с 4-5 до 5,7-7,2 рН, активизируют жизнедеятельность микроорганизмов, улучшают теплофизические свойства почв. При наличии семян гари возобновляются лесом довольно успешно. Одинаково отрицательно на возобновлении отражается как пережог, так и недожог, что наблюдается в переувлажненных условиях с мощной подстилкой и моховым покровом (Санников, Санникова, 1985).

14.4. Меры содействия естественному семенному возобновлению леса

Ход естественного семенного лесовозобновления может быть усилен и ускорен, где он идет слабо, мерами содействия. Эти меры применимы под пологом насаждений для активизации предварительного возобновления, под пологом насаждений при выборочных рубках для усиления сопутствующего возобновления, на сплошных вырубках и гарях для последующего возобновления. Особенно важно применять меры содействия сопутствующему и последующему возобновлению. В первом случае ускорение и повышение эффективности возобновления позволит интенсифицировать рубки, во втором – предотвратить смену пород и сократить общий срок возобновления, который может растягиваться на большие периоды (до 20 и более лет), что увеличивает на это время оборот рубки.

Все мероприятия по содействию естественному семенному возобновлению можно подразделить на две группы: *пассивные* и *активные*. К пассивным относятся все мероприятия по возобновлению сплошных вырубок, связанные с порядком рубки леса. Правильное назначение способа рубки и всех организационно-технических параметров обеспечивает успешное возобновление вырубок. Среди них: размещение лесосек (участков, предназначенных в рубку) длинной стороной перпендикулярно преобладающим ветрам (для разноса семян внутрь вырубки), срок примыкания их (т.е. период, через который может быть смежно заложена следующая лесосека), ширина лесосеки, более щадящие (экологизированные) способы рубок, лесозаготовительная техника и технология работ и некоторые другие условия и параметры. Срок примыкания определяется семенными годами древесных пород: чем они чаще повторяются, тем меньше срок примыкания. Продолжительность срока примыкания 1-8 лет, который зависит от народнохозяйственной ценности лесов, а также биологических и экологических особенностей древесных пород. Что касается ширины лесосеки, то чем более ценен участок леса и хуже возобновляется естественным путем древесная порода, тем уже должна быть лесосека.

Электронный архив УГЛТУ

Активные меры под пологом насаждений для содействия предварительному и сопутствующему возобновлению следующие.

1. Сдирание подстилки до минерального слоя почвы.
2. Перемешивание подстилки с минеральным слоем почвы.
3. Обработка почвы для создания микропонижений (в условиях с недостатком влаги) и микроповышений (в переувлажненных условиях).
4. Вырубка подлеска.
5. Регулирование состава подроста рубкой с целью его формирования ценными породами.
6. Огораживание особо ценных участков для предотвращения погравы возобновления дикими и домашними животными.
7. Устройство скотопрогонных дорог для предотвращения разбредания домашнего скота при организации их выпаса.

На сплошных вырубках применяются как перечисленные мероприятия, так и специфические, а именно:

8. Сохранение в процессе лесозаготовок предварительного возобновления.
9. Оставление обсеменителей для обеспечения вырубок семенами.
10. Очистка лесосек от порубочных остатков, образующихся в результате вырубки древостоя.
11. Уничтожение травяно-кустарничковой растительности вокруг самосева, не вышедшего из-под ее влияния.
12. Запрещение пастьбы скота и сенокошения.

Под пологом древостоев проводятся мероприятия по сдиранию и перемешиванию подстилки и обработке почвы в небольших объемах. Работы осуществляются за 5 - 10 лет до рубки древостоев с обработкой до 30% площади лесосеки. Для этого применяются якорные и дисковые покровосдиратели, фрезы, легкие плуги, бороны. Работы могут выполняться и вручную (сдирание подстилки, например).

Сплошные вырубки в связи с худшими по сравнению с лесом экологическими условиями нуждаются для содействия естественному лесовозобновлению в более интенсивных мероприятиях. Наибольший объем из них принадлежит сохранению подроста предварительной

генерации и оставлению обсеменителей. По данным А.И. Писаренко и др. (1992а), на территории бывшего СССР в 1960 г. подрост был сохранен на площади 29,5 тыс. га от общей площади сплошных вырубок, в 1965 г. – на 484,8, а в 1975 г. – на 926,7 тыс. га. Максимального уровня этот показатель (1 млн га) достиг в 1978 г. (Воробьев, 1980), что составило 40% от общей площади вырубок (2,5 млн га), затем внимание к сохранению подроста стало падать и доля вырубок с предварительным возобновлением постоянно снижалась, достигнув к настоящему времени ничтожных величин. На Урале, по данным А.И. Новосельцевой (1972), В.Д. Голева (1973), Д.И. Дерябина и др. (1976); и др., доля вырубок с сохраненным подростом в 60-70-е годы составляла 35-60% от общего объема рубок 350 тыс. га. Затем она снизилась до 25-30%, а в Свердловской области в 2003-2008 гг. не превышала 20%.

Лесоводственная эффективность сохранения предварительного возобновления для облесения вырубок очень высокая. При достаточно густом, равномерно размещенном жизнеспособном подросте в результате лесоразработок его сохраняется 60-80%, и практически все эти сплошные рубки переводятся в лесопокрытую площадь. В Свердловской области, где преобладают сосновые леса, в свое время переводилось до 90% сплошных вырубок с сохраненным подростом в лесопокрытую площадь. В Пермской области, где преобладают темнохвойные леса, этот показатель достигал 70% (Бобров, 1982).

Обсеменители в целях содействия естественному семенному возобновлению оставляются в виде отдельных деревьев по 10-25 шт. на 1 га, где нет опасности ветровала. Где эта опасность есть, целесообразно оставлять обсеменители группами деревьев, по 10-15 групп на 1 га из 3-5 деревьев в группе. Размер групп – до 0,01 га. Можно использовать в качестве обсеменителей сложившиеся биогруппы. В недостаточно устойчивых к ветру переувлажненных условиях обсеменители закладываются в виде куртин и полос. Семенные куртины имеют размер 0,1-0,25 га (редко до 1 га). Форма их квадратная или овальная, с ориентацией длинной оси параллельно господствующим

ветрам (для усиления ветроустойчивости). Расстояние между куртинами не более 200 м. Семенные куртины преимущественно выделяют за счет средневозрастных и приспевающих участков насаждений, не подлежащих сплошной рубке. Семенные полосы имеют ширину 30-50 м, отстоящие друг от друга на 200-400 м. Необходимо, чтобы в этих обсеменителях оставалось невырубленной древесины не более 10% от отведенного в рубку объема.

Наиболее часто оставление обсеменителей сочетается с механической обработкой почвы. Чем более плодородные почвы, тем активнее должна быть их обработка. Эффективность оставления обсеменителей с обработкой почвы на Урале за большой промежуток времени в среднем составила 51%, т.е. несколько более половины площадей вырубок, подвергнувшихся мероприятию, успешно возобновились. Высокая лесоводственная эффективность оставления обсеменителей с обработкой почвы отмечена в Архангельской области, в Карелии и других регионах.

Обследование лесных площадей с проведенными мероприятиями по содействию естественному возобновлению Уральской ЛОС в 1961-1970 гг. на территории Свердловской области (Исаева, Луганский, 1972) позволило установить их доленое участие из общего объема работ 235 тыс. га, %: сохранение предварительного возобновления на сплошных вырубках – 78,4; оставление обсеменителей с минерализацией почвы – 18,1 и прочие меры (огораживание молодняков, прекращение пастьбы скота и др.) – 3,5.

Технически правильно проведенные мероприятия по содействию естественному возобновлению обеспечивают высокую лесоводственную эффективность, поэтому их объемы в лесу следует выполнять в необходимых (научно обоснованных) объемах.

14.5. Виды вегетативного возобновления

Естественное возобновление леса вегетативным путем протекает за счет пневой поросли, корневых отпрысков, отводков и корне-

вищ.

Пневая поросль – молодые побеги, появляющиеся на пнях из спящих или придаточных почек. Поросль из спящих почек образуют дуб, ясень, береза, липа, ольха серая, осина, граб, бук, из придаточных почек формируется возобновление у граба, вяза, осокоря, отчасти дуба, бука, липы; хвойные породы тайги (сосна, лиственница, ель, пихта) дают пневую поросль очень редко. Ряд американских сосен пневую поросль образуют довольно обильно (Мелехов, 1980). Древесные породы в онтогенезе деревьев способность к порослевому возобновлению сохраняют неодинаковую продолжительность. Теневыносливые породы ее сохраняют дольше, светолюбивые – меньше. В естественных благоприятных условиях наиболее активное порослевое возобновление липа сохраняет до 300 лет, дуб – 70–100, береза – 50–80, осина – 10–20 лет. В экстремальных условиях возраст порослевой способности деревьев резко снижается. Например, в условиях фтористых аэропромвыбросов на Урале у березы она сохраняется всего лишь до 40 лет. В расчете на вегетативное возобновление нельзя передерживать по возрасту древостои, их надо рубить до потери порослевой способности деревьев. Следует иметь в виду, что пневая поросль светолюбивых пород нуждается в более высоком уровне освещенности, чем всходы и самосев. Пни необходимо оставлять невысокие, иначе поросль, образуемая на верхнем срезе, будет недолговечной и неустойчивой. Рубка должна осуществляться в осенне-зимний период, чтобы порослевые побеги успели в течение следующего вегетационного периода окрепнуть до осенне-зимних холодов.

Корневые отпрыски – это побеги древесных пород, образующиеся из придаточных почек на корнях, близко залегающих к поверхности почвы. Обильно корневые отпрыски дают осина, тополя белый, черный, бальзамический, ольха серая, берест, вишня, боярышник, рябина, спирея, после низовых пожаров береза. Многие древесные и кустарниковые породы в связи с корнеотпрысковой способностью используются для закрепления оврагов, балок, берегов рек и т. п. Однако осина, наиболее приспособленная к активному воспроизводству

корневыми отпрысками, наносит большой вред лесному хозяйству в таежных условиях, особенно в ее южных подзонах, где для этой породы создаются наиболее благоприятные условия. Надо всего лишь 3–5 деревьев на 1 га, чтобы после рубки леса осина заняла всю вырубку. В связи с этим рекомендуется за несколько лет до рубки дерева осины или подсушивать до состояния, исключающего появление отпрысков, или уничтожать с помощью арборицидов, вводя их в стволы деревьев. Провоцируют появление обильных отпрысков осины разрезание траками тракторов корневых систем деревьев, лесные пожары, разрыв корней копытными животными.

Отводки – молодые растения древесных и кустарниковых пород из укоренившихся наземных побегов и ветвей вследствие формирования придаточных корней в месте соприкосновения органов растений с почвой. Отводками размножаются пихта, ель, липа, клен татарский, бук, граб, черемуха, крыжовник, смородина. Более приспособлены к образованию отводков теневыносливые породы, поскольку они образуют низкоопущенную крону. Особенно часто отводки образуются в горных условиях на склонах, где создаются условия для соприкосновения ветвей растений с почвой. Лиственница даурская, хотя и порода светолюбивая, но в условиях Крайнего Севера, имея низкоопущенную крону, также способна образовывать отводки. Способ возобновления отводками довольно редок, однако на Урале (Мелехов, 1980) в некоторых районах не менее половины деревьев пихты образуется за счет отводков.

Корневища – утолщенные корнеобразные подземные стебли, дающие один и более подземных побегов. Корневища возникают из спящих почек в подземной части куста. Корневищами могут возобновляться лещина, ирга колосистоцветная, смородина золотистая, черника, брусника. Способность некоторых растений давать корневища используется в почвозащитных насаждениях.

14.6. Сравнительные преимущества и недостатки

МЕТОДОВ И ВИДОВ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛЕСА

Высокая лесоводственная и хозяйственно-экономическая эффективность возобновления леса может быть обеспечена правильным выбором его метода и вида. При этом учитываются природа леса, его потенции к естественному возобновлению, экологические последствия того или иного отрицательного воздействия на лес (рубки, пожары, ветровал и т. п.), сравнительные преимущества и недостатки различных методов и видов возобновления.

14.6.1. Естественное семенное лесовозобновление

Преимущества:

- новые поколения растений древесных пород проходят глубокий прессинг борьбы за существование, в результате чего формируются перспективные в генотипическом отношении популяции;
- семенные поколения деревьев имеют повышенную устойчивость к неблагоприятным факторам среды (насекомым, болезням, ветру, снегу и т.п.). Они более конкурентоспособны по отношению к вегетативным генерациям;
- формируются сложные, многокомпонентные насаждения, более близкие к исходным, включая нижние ярусы растительности, в частности кустарнички (брусника, черника, клюква и др.), что очень важно для возобновления леса как экологической системы;
- обеспечивается полное восстановление всех полезных функций леса – водоохранно-защитных, рекреационных, санитарно-гигиенических и т.п.;
- не требуются большие денежные и трудовые затраты, нет необходимости в широком использовании сложных машин и механизмов.

Недостатки:

- возможна смена ценных пород на малоценные;
- в смешанных молодняках требуются частые рубки по регули-

рованию состава древостоев;

- невозможность расширения состава древостоев;
- периодичность появления новых поколений леса в связи с неравномерностью урожаев семян, засушливостью ряда лет в весеннее и раннелетнее время и по другим причинам;
- в определенных условиях необходимо применение мер содействия, что вызывает увеличение затрат на лесовозобновление;
- медленный рост растений древесных пород семенного происхождения в первые годы жизни.

14.6.2. Искусственное лесовосстановление

Преимущества:

- срочность и одновременность облесения любых лесных площадей;
- формирование заданного состава древостоев, включая наиболее ценные и высокопродуктивные породы, в том числе породы-интродуценты, для предотвращения нежелательной смены пород;
- конструирование древостоев любого целевого назначения;
- отсутствие до смыкания крон конкуренции у деревьев в наземной части и более позднее наступление их дифференциации;
- возможность первоначального равномерного размещения деревьев по площади;
- создание лучших лесорастительных условий в посевных и посадочных местах за счет обработки почвы и других агротехнических мероприятий, что обеспечивает более быстрый рост культивируемых растений на первых возрастных этапах;
- возможность ускоренной направленной селекции пород-лесообразователей.

Недостатки:

- обеднение естественного генофонда древесных пород, дороговизна и сложность работ;
- необходимость энергетической базы для производства работ за

счет сложных машин и механизмов;

- древостои не проходят в молодом возрасте стадию естественного отбора на основе борьбы за существование, что прерывает эволюционный процесс;

- невозможность в некоторых условиях (каменистые россыпи, очень мелкие почвы, подстилаемые горными породами, высокое засоление и т.п.) создания лесных культур;

- экосистемная упрощенность формируемых насаждений, ослабление нижних ярусов растительности, растянутость (до 20–50 лет) возобновления кустарничков (брусники, черники, клюквы и т. п.) или невозможность их появления;

- пониженная устойчивость культивируемых растений к неблагоприятным экологическим факторам, а также к майскому хрущу, подкорному клопу, мышевидным грызунам, копытным животным; особенно охотно копытными животными поедаются высаженные на лесокультурную площадь саженцы;

- гибель части созданных лесных культур;

- под пологом насаждений ослаблены процессы естественного возобновления светолюбивых пород, в связи с чем участки некоторых искусственных насаждений и в дальнейшем обречены на лесовосстановление лесными культурами.

Самым серьезным недостатком при искусственном лесовосстановлении является гибель части созданных лесных культур, которой избежать пока не удастся. В среднем по регионам страны гибнет (Цветков, 2000, 2008; и др.) от 30 до 50% всех созданных лесных культур. В Свердловской области этот показатель также высокий. С 1951 по 2005 гг. на территории области создано 1365 тыс. га лесных культур, т.е. столько, что доля лесных насаждений в лесопокрытой площади должна составлять не менее 10%. Фактически эта доля около 6% (в Оренбургской области она достигает 20% (Лыжина, 2001)). Причины низкой лесоводственной эффективности искусственного лесовосстановления кроются в основном в невыполнении технических нормативов и низких материальных затратах при создании лесных

культур.

14.6.3. Предварительное семенное лесовозобновление

Преимущества:

- надежность возобновления ценными породами;
- дешевизна работ по сравнению с работами по искусственному лесовосстановлению;
- сохранение нижних ярусов растительности, подстилки, а часто и фауны;
- сохранение водоохранно-защитных функций леса;
- более высокая устойчивость подроста к неблагоприятным факторам, в частности к заглушению лиственными породами, по сравнению с лесными культурами;
- формирование всех поколений подроста из гетерозиготных семян;
- сокращение следующего оборота рубки на 10–40 лет;
- исключение заболачивания сплошных вырубок.

Недостатки:

- не всегда под пологом насаждений имеется в достаточном количестве ценный жизнеспособный подрост;
- оставляемый ненадежный подрост гибнет при выходе из-под полога насаждений или формирует низкокачественные древостои (суковатость и сбежистость стволов деревьев, низкие физико-механические свойства древесины);
- вышедший из-под полога насаждений подрост в течение ряда лет (до 10 лет и более) имеет пониженные приросты в связи с адаптацией к новым экологическим условиям.

14.6.4. Последующее семенное лесовозобновление

Электронный архив УГЛТУ

Данный вид лесовозобновления проявляется на открытых площадках – сплошных вырубках, гарях, ветровальниках, заброшенных сельскохозяйственных угодьях.

Преимущества – все те, что характерны для семенного лесовозобновления.

Недостатки:

- возможная смена пород;
- растянутость периода лесовозобновления (до 20 лет и более, например у ели);
- необходимость ранних проведенных рубок осветления;
- замедленное восстановление экологических функций;
- возможность заболачивания отдельных площадей в северных широтах.

14.6.5. Вегетативное лесовозобновление

Преимущества:

- надежность и быстрота возобновления материнскими породами;
- неуязвимость подроста по отношению к живому напочвенному покрову и не крупному подлеску;
- дешевизна и простота возобновления;
- быстрый рост (в 2–3 раза) вегетативных побегов по сравнению с семенными растениями в раннем возрасте (осина может дать побег за вегетационный период до 2 м);
- отсутствие потребности в уходах за составом молодняков;
- сохранение в последующих поколениях положительных наследственных признаков и свойств материнских деревьев;
- ускоренное формирование экологической среды после вырубки материнского древостоя;
- возможность воспроизводства и сохранения лесов в пессимальных условиях (дуб – на солонцах, береза – в колках и т. п.).

Недостатки:

- слабая устойчивость деревьев к гнилям, усугубляющаяся из поколения в поколение;
- передача потомству нежелательных признаков и свойств материнских деревьев;
- заглушение вегетативными побегами семенного возобновления;
- ранняя потеря порослевой способности древесными породами, особенно в неблагоприятных условиях (например, в условиях аэро-промвыбросов), ослабление возобновительной способности в последующих генерациях.

14.7. Методы изучения естественного возобновления леса

Необходимость изучения возобновления леса возникает очень часто и выполняется широко. Это делается при лесоустройстве с целью разработки планов ведения хозяйства, для назначения способов рубок и методов возобновления леса, мер содействия ему и для других целей.

Программа изучения возобновления обычно охватывает следующие показатели:

- 1) общее количество растений в возобновлении;
- 2) возрастную структуру растений с подразделением их на группы: всходы – (1–2 года, самосев – 3–5 лет, подрост – 6–10, 11–15 лет и т. д. Могут быть применены и другие градации. При необходимости по учетным растениям могут определяться средний, максимальный и минимальный возрасты, возрасты отдельных поколений;
- 3) высотную структуру растений по группам: до 0,10 м, 0,11–0,25; 0,26–0,50; 0,6–1,0; 1,1–1,5; 1,6 м и более. По учетным растениям могут определяться минимальная, средняя, максимальная высоты, высота определенного поколения;
- 4) состояние растений. Согласно методике А.В. Побединского (1966) по состоянию подрост подразделяется на надежный, сомни-

тельный и сухой. Могут применяться и другие градации, поскольку признаки различны и зависят от географического региона, условий произрастания, древесной породы и др. Например, С.Н. Санников и Н.С. Санникова (1985) применили при исследовании возобновления сосны на Урале и в Северном Казахстане следующие категории подроста: здоровый, угнетенный, механически поврежденный, больной и мертвый. Общим характерным показателем для любых классификаций состояния подроста является прирост верхушечных побегов. Если приросты сохраняются, то растение надежное. В случае прекращения приростов по высоте у растений хвойных пород габитус их принимает зонтикообразный вид. У надежных растений цвет хвои и листьев ярко зеленый. У растений сомнительной оценки крона ажурная, сквозистая, хвоя короткая, бледно-зеленая;

5) происхождение растений (семенное или вегетативное, предварительное или последующее);

6) состав возобновления по древесным породам. Он определяется по соотношению числа растений подроста древесных пород и записывается такой же формулой, как и состав древостоя;

7) встречаемость – размещение растений возобновления по площади (равномерное, неравномерное, куртинами, группами);

8) изучение возобновления леса проводится в нужных для исследователя местах. Используются как сплошной, так и глазомерный методы, а также инструментальный метод с закладкой пробных площадей и учетных площадок. Самостоятельным признается метод стационарный, т.е. проводимый на специально заложенных стационарах, в основном для научно-исследовательских целей, выявляющих динамику процесса возобновления а течение длительного времени.

Сплошной метод трудоемкий, применяется крайне редко в особо ценных участках.

При относительно невысокой точности работ допускается *глазомерный* метод изучения возобновления. В этом случае обычно определяются только показатели количества растений в возобновлении, его состава, высоты, возраста, размещения. Всходы, поскольку

они не видны, не учитываются. Глазомерным методом могут пользоваться только лица, имеющие хороший глазомер, отработанный на эталонных участках.

Метод *учетных площадок* предполагает закладку пробных площадей (ПП) размером до 0,5 га. На них по ходовым линиям размещаются учетные площадки в числе 15-20 размером 1x1 или 2x2 м (могут быть и иные размеры). Чем гуще и равномернее размещен подрост и чем меньше его средняя высота, тем меньше число учетных площадок закладывается. При низком подросте принимаются площадки размером 1x1 м, при высоком – 2x2 м. Ходовые линии на ПП располагаются параллельно, взаимно перпендикулярно или по диагоналям. В случае параллельного расположения они фиксируются одна от другой на определенных расстояниях (25, 50, 100 м, например). Ходовых линий должно быть не менее 3. Учетные площадки на ходовых линиях также размещаются между собой на определенных расстояниях. Эти расстояния вычисляются в зависимости от числа закладываемых ходовых линий и необходимого числа площадок.

Изучение состояния лесовозобновления может быть выполнено непосредственно в небольшом по площади лесном выделе, принятом за пробную площадь. На нем закладываются те же ходовые линии и учетные площадки. Однако число площадок увеличивается в соответствии с размерами выдела – чем он больше, тем больше число закладываемых площадок, что диктуется необходимостью достижения нужной точности изучаемых показателей. Безусловно, необходимо знать размер выдела.

По полученным в ходе изучения состояния лесовозобновления материалам вычисляются показатели: общее или попородное количество подроста в расчете на 1 га, его долевая структура по возрасту, высоте и встречаемости (%), вычисляемый как отношение учетных площадок с подростом к общему количеству площадок с умножением на 100. По состоянию подроста (по Побединскому, 1966) надежная часть учитывается полностью, сухая – из учета исключается. А категорию сомнительных растений делят пополам и одну половину ис-

Электронный архив УГЛТУ

ключают из учета, а другую половину включают в число жизнеспособных растений, полагая, что они имеют потенции к дальнейшему росту.

Согласно методике Л.В. Побединского (1966), возобновление считается успешным, если в сухих условиях встречаемость подроста не менее 50%, а в свежих – более 60%. При встречаемости подроста 30% и менее площадь считается необлесенной. В отдельных географических регионах могут быть приняты иные критерии.

Успешность возобновления оценивается по шкалам. Их разработано много для различных географических регионов, лесных формаций и с учетом других факторов. Одни частные, другие – генерализованные. В табл. 24 приведена шкала для оценки естественного возобновления в таёжной зоне Урала, по которой рекомендуется решать вопрос о сохранении предварительного возобновления при лесоразработках. Если в натуре есть подрост столько, сколько указано в шкале, то его надо сохранять, что обеспечит облесение сплошных вырубок.

Таблица 24

Количество жизнеспособного подроста хозяйственно ценных пород под пологом насаждений для успешного возобновления вырубок на Урале (Руководство..., 1968), тыс.шт./га

Высота подроста, м	Сосновые насаждения		Еловые и широколиственные насаждения	
	Летняя разработка	Зимняя разработка	Летняя разработка	Зимняя разработка
До 0,5	5	4	4	3
0,6-1,5	4	3	3	3
Выше 1,5	3	2,5	3	2

Оценку семенного возобновления сплошных вырубок и гарей можно сделать по приводимой (табл. 25) шкале А.В. Побединского (1966), хотя шкала разработана для Восточной Сибири.

Таблица 25

Шкала естественного возобновления сплошных вырубок

Электронный архив УГЛТУ

Лесовосстановительные мероприятия	Лесорастительные условия	Число жизнеспособного подроста, тыс. шт. на 1 га в зависимости от высоты, м								
		Сосна (лиственница)			Пихта (ель)			Кедр*		
		до 0,5	0,6-1,5	1,6 и более	до 0,5	0,6-1,5	1,6 и более	до 0,5	0,6-1,5	1,6 и более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Участки, не требующие проведения лесовосстановительных работ	Сухие песчаные почвы со слабым развитием живого покрова	>6	>3	>2	-	-	-	-	-	-
	Свежие суглинистые и супесчаные почвы со средним развитием живого покрова	>6	>4	>3	>6	>2	>1,5	>2	>1,5	>1

Окончание табл. 25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Влажные суглинистые и глинистые почвы с сильным развитием живого покрова	>8	>3	>2	>6	>2	>1,5	>2	>1,5	>1
Участки, требующие проведения частичных культур или мер содействия естественному возобновлению	Сухие песчаные почвы со слабым развитием живого покрова	2-6	1,5-3	1-2	-	-	-	-	-	-
	Свежие суглинистые и супесчаные почвы со средним развитием живого покрова	2-6	1,5-4	1-3	2-6	1-2	1-1,5	1-2	0,8-1,5	0,5-1
	Влажные суглинистые и глинистые почвы с сильным развитием живого покрова	3-8	2-3	1,5-2	3-6	1-2	1-1,5	1-2	0,8-1,5	0,5-1
Участки, требующие проведения культур или мер содействия	Сухие песчаные почвы со слабым развитием живого покрова	<2	<1,5	<1	-	-	-	-	-	-
	Свежие суглинистые и супесчаные почвы со средним	<2	<1,5	<1	<2	<1	<1	<1	<0,8	<0,5

Электронный архив УГЛТУ

естествен- ному воз- обновле- нию	развитием живого покрова									
	Влажные суглини- стые и глинистые почвы с сильным развитием живого покрова	<3	<2	<1,5	<3	<1	<1	<1	<0,8	<0,5
*Примечание А.В. Побединского: шкала по оценке возобновления кедра разрабо- тана Н.П. Поликарповым.										

Контрольные вопросы

1. Назовите методы лесовозобновления и в чем суть каждого из них.
2. Виды лесовозобновления по отношению к древостоям.
3. В чем заключается многоаспектное значение лесовозобновления?
4. Назовите оптимизированные показатели соотношения естественного и искусственного лесовозобновления по лесорастительным регионам Урала.
5. Перечень этапов (стадий) естественного лесовозобновления.
6. Перечислите основные экологические микрофакторы, определяющие семенное лесовозобновление под пологом насаждений.
7. Перечислите мероприятия по содействию семенному естественному лесовозобновлению.
8. Виды обсеменителей и по какому критерию они назначаются.
9. Охарактеризуйте виды вегетативного лесовозобновления.
10. Преимущества и недостатки семенного лесовозобновления.
11. В чем положительное значение предварительного лесовозобновления?
12. Преимущества и недостатки искусственного лесовосстановления.
13. Преимущества и недостатки вегетативного лесовозобновления.
14. Методы изучения лесовозобновления и их краткая характеристика.

15. По какой программе следует изучать лесовозобновление?

16. Как можно оценить успешность естественного лесовозобновления?

15. ФОРМИРОВАНИЕ ДРЕВОСТОЕВ

Древостой – основной компонент лесных насаждений. В жизни леса древостой выполняет эдификаторную роль, а в хозяйственной деятельности человека является объектом использования и воздействия. Древостой в своем формировании проходит возрастные и восстановительные этапы (стадии). Параллельно формируются и все другие компоненты лесных насаждений, подчиняясь законам лесообразовательного процесса. На открытых местах (вырубки, гари) при последующем возобновлении формирование древостоев начинается с появления растений древесных пород и их накопления до необходимого количества, при предварительном возобновлении древостой зарождается из вышедшего из-под полога насаждений подроста. Далее древостой проходит возрастное развитие от молодости до старения и отпада деревьев. В течение жизни (онтогенеза) древостоев у них снижается густота, часто изменяется состав, морфология (структура).

15.1. Онтогенез древостоев

Электронный архив УГЛТУ

Классификаций онтогенеза предложено много. Согласно Е.П. Смолоногову (1991а), стадии онтогенеза древостоев следующие.

Возобновление – появление и рост всходов, а затем самосева и подроста в основном в разомкнутом состоянии; стадия завершается формированием молодняка (стадия инфантильная).

Молодняк – образование сомкнутого полога или биогрупп; характеризуется быстрым ростом деревьев (1-я ювенильная стадия).

Жердняк – сомкнутый древостой, характеризуется быстрым ростом деревьев, их усиленной дифференциацией и активным отпадом; завершается стадия жердняка II классом возраста и совпадает с окончанием хозяйственно-возрастного периода молодняка (2-я ювенильная стадия).

Возмужалость характеризуется некоторым снижением прироста деревьев по высоте, началом плодоношения; совпадает с периодом средневозрастного древостоя, III и IV классы возраста (1-я адолесцентная стадия).

Зрелость характеризуется обильным плодоношением деревьев, процессы роста стабильны, совпадает с периодом приспевания, что соответствует V классу возраста (2-я адолесцентная стадия).

Старение и отпад характеризуются замедлением, а затем и прекращением роста деревьев, наибольшим запасом древесины и отпадом; совпадает с периодом спелости и перестойности, VI и последующие классы возраста (сенильная стадия).

Для ели аянской Ю.И. Манько (1987) дает следующую классификацию онтогенеза древостоев:

	Стадия	Возраст, лет
Ювенильный	Всходы	1
	Подрост	2-40
Генеративный	Молодняк	40-80
	Приспевание	80-120
	Спелость	120-240
Сенильный	Перестойность	240-300
	Отмирание	300-500

Активное формирование лесных насаждений предполагает применение различных хозяйственных мероприятий, дифференцированных по хозяйственно-возрастным этапам и стадиям онтогенеза древостоев.

15.2. Виды взаимоотношений древесных пород при совместном произрастании

Формирование древостоев и насаждений зависит от многих факторов, в том числе и от взаимоотношения древесных пород при их совместном произрастании. Это важно учитывать в расчете на выращивание высокопродуктивных насаждений. Одни сочетания пород весьма успешны, когда обеспечиваются высокие темпы роста деревьев, запасы древесины, экологические свойства. Сочетания некоторых пород недопустимы, поскольку при взаимном влиянии они угнетают друг друга, в результате чего формируются низкопродуктивные насаждения.

Согласно концепции М. В. Колесниченко (1968), все виды взаимного влияния древесных пород подразделяются на 6 групп.

1. *Механические* взаимовлияния. Наиболее распространенное в лесу механическое влияние – охлестывание гибкими ветвями одного дерева крон других деревьев. Это влияние происходит при раскачивании охлестывающих ветвей ветром. В таежных условиях охлестывателем чаще всего выступает береза, особенно повислая, а страдают от этого деревья хвойных пород. Большое механическое препятствие оказывают кроны деревьев верхнего яруса, когда деревья из нижних ярусов пробиваются в верхний. Это происходит всегда в случае поселения ели и кедра под полог березы и осины. Подгонные породы, оказывая механическое влияние на деревья пород верхнего яруса, способствуют формированию у них полнодревесных, хорошо очищенных от сучьев стволов. Корневые системы деревьев оказывают взаимное давление в процессе роста. Это рельефно проявляется в случае роста дуба со вторым ярусом липы, сосны и ели. Механические влияния

происходят при переплетении корней, стволов и ветвей в виде взаимного трения. В местах контакта образуются деформации и раны, иногда – сухобочины.

2. *Биофизические* взаимодействия. Они проявляются через изменение условий экологической среды деревьями одних пород по отношению к деревьям других пород. Перераспределяются свет, тепло, влага и другие факторы, что наблюдается особенно остро после смыкания крон деревьев. В таежных условиях на стадии возобновления растения ценных древесных пород страдают от подлеска (рябины, ивы, черемухи, липы и др.) и быстрорастущих мягколиственных древесных пород – березы, осины, ольхи. Однако ценные породы при совместном произрастании также влияют друг на друга. Это влияние тем сильнее, чем больше пород участвуют в сложении древостоев и чем они гуще. В связи с этим складываются менее благоприятные условия среды. Более сильные позиции у древесных пород, у которых деревья быстрее растут и развивают мощные корневые системы.

3. *Биотрофные* взаимодействия. Суть их в поглощении из почвы питательных элементов и их возврате с лесным опадом. Интенсивность поглощения элементов у различных пород неодинакова. Это связано со степенью развития корневых систем, активностью метаболических процессов. Береза, например, имеет более сильные позиции, чем сосна, ель, кедр, и угнетает их. Древесные породы поглощают питательные элементы из различных горизонтов почвы, имеют неодинаковую ритмику поглощения в различные сроки вегетационного периода. Поэтому одни древесные породы по отношению к другим могут быть индифферентными или даже полезными, некоторые же – вредными. За счет лесного опада древесные породы также влияют друг на друга. Это влияние может быть то полезным (опад лиственницы, березы), то негативным (опад ели).

4. *Физиологические* взаимодействия. Эти взаимодействия наблюдаются при срастании корней, ветвей, стволов. Чаше срастания находятся в подземной части у деревьев одного и того же вида. Между деревьями, сросшимися корнями, происходит обмен пластическими ве-

ществами. При вырубке более слабого дерева в сросшейся системе усиливается рост оставшихся деревьев.

5. *Аллелопатические* взаимодействия. Они осуществляются за счет выделяемых деревьями летучих органических веществ (фитонцидов) в атмосферу. Будучи свободными, летучие вещества оказывают влияние на деревья других пород. Это влияние может быть полезным, индифферентным и ингибиторным, что надо учитывать при подборе пород для совместного лесовыращивания. Лучше, если сочетание пород полезное или в крайнем случае индифферентное. Нельзя допускать произрастания пород вместе в случае ингибиторных взаимодействий. Тогда формируются древостои со сниженными жизненными потенциалами, устойчивостью и продуктивностью. Посредством корневых выделений одни древесные породы на другие могут влиять через изменение в почве состава и численности флоры и фауны.

6. *Генеалогические* взаимодействия. Они проявляются через опыление цветков. Иногда чужеродная пыльца вызывает стимулирование или угнетение прорастания своей пыльцы.

15.3. Различия деревьев, выросших на свободе и в насаждении

Деревья, выросшие на свободе и в насаждении, значительно отличаются друг от друга. На свободе у дерева нет конкуренции со стороны других деревьев. Все имеющиеся лесорастительные ресурсы (свет, влага, питательные элементы) достаются ему. У такого дерева формируются невысокий очень сбежистый ствол, мощная раскидистая низко опущенная крона, толстые ветви; ассимиляционный аппарат имеет большое развитие, стволы сильно суковатые, древесина низкокачественная. Дерево как бы «жирует».

Деревья, выросшие в сомкнутом насаждении, подвергаются взаимной конкуренции за лесорастительные условия. Дерево вынуждено тянуться к свету. В связи с этим оно формирует полнодревесный, стройный, высокий ствол. Крона расположена высоко по стволу. Она

компактная, ветви относительно тонкие. Очищение ствола от сучьев активное. Древесина высококачественная, мелко- и ровнослойная.

15.4. Борьба за существование и естественный отбор

Деревья в лесу ежегодно продуцируют большое количество семян. Всходы, самосев и подрост, появляясь в больших количествах под пологом насаждений, сразу попадают в жесткие конкурентные условия со стороны материнского древостоя и нижних ярусов растительности. Выживает растений молодого поколения немного, остаются только те из них, для которых имеется соответствующая экологическая ниша. В связи с этим иногда под пологом насаждений лесовозобновления или нет, или оно проявляется слабо.

Открытые места (вырубки, гари, ветровальники после уборки вываленных деревьев) при наличии источников обсеменения также получают огромное количество семян древесных пород, исчисляемое миллионами в расчете на 1 га. Растений молодого поколения древесных пород насчитываются сотни тысяч, а иногда и несколько миллионов. В течение этапа (стадии) возобновления, до формирования молодняка, идет процесс накопления древесных растений. Несомкнувшиеся деревья в надземной части не проявляют взаимной конкуренции. Когда смыкаются биогруппы, куртины, а затем и весь древостой, возникает конкуренция между деревьями, т.е. *борьба за существование* каждого отдельно взятого дерева. Причем смыкание древостоев корневыми системами наступает быстрее, чем в надземной части кронами, следовательно, и борьба за существование начинает проявляться в подземной части раньше. Л.А. Кайрюкшис и А.И. Юодвалькис (1976) считают, что конкурентное взаимное влияние деревьев возникает у «границы критического сближения крон» за 2–3 года до их смыкания; уже в это время отмечается падение на 10–15% прироста деревьев. Затем влияние деревьев друг на друга усиливается.

Формированием молодняка завершается период возобновления и прекращается активное увеличение числа древесных растений.

Борьба за существование деревьев ведет к их дифференциации. Одни деревья, в основном с хорошей наследственностью, в лучших микро-условиях, несколько старше по возрасту, выходят в верхнюю часть полога, другие же, в основном худшие, оказываются в средней его части. Появляются и деревья, отставшие в росте, занимая соподчиненную, нижнюю часть полога. В силу недостатка ресурсов лесорастительных условий для всех деревьев древостоя отставшие в росте деревья и более молодые, не успевшие в полной мере вступить в конкурентную борьбу за существование, отмирают и идут в естественный отпад. Оставшиеся деревья вновь перегруппировываются в результате борьбы за существование, и часть деревьев снова восходит вверх, а часть отмирает, уходя в естественный отпад. Этот процесс протекает в течение всего онтогенеза древостоя, т.е. древостои постоянно находятся в состоянии естественного изреживания. Максимальный отпад деревьев наблюдается в стадии жердняка, в период максимального роста древостоя, затем он ослабевает. К возрасту спелости остается несколько сот деревьев на 1 га.

Конкуренция в древостоях тем выше, чем больше пород участвует в их составе, чем они гуще, менее плодородная почва; более конкурентоспособны быстрорастущие светолюбивые породы.

Количество деревьев на 1 га в древостоях (густота), регулируемое борьбой за существование и естественным отпадом, зависит от многих факторов: географического региона, почвенно-гидрологических условий, древесных пород в составе, возраста. Из приводимых ниже данных видно, как уменьшается густота древостоев в зависимости от их возраста и древесной породы (табл. 26), возраста и почвенно-гидрологических условий (типов леса) (табл. 27).

Таблица 26

Изменение густоты древостоев III класса бонитета с возрастом
(по А.В. Тюрину), шт./га

Возраст, лет	Сосна	Ель	Береза
20-25	6200	28281	5020
40	2610	6222	1820
60	1340	2657	1132

Электронный архив УГЛТУ

80	905	1540	822
100	600	1121	709

Как видно из табл. 26, густота древостоев тем выше, чем теневыносливее порода и меньше возраст древостоев. Особенно густые древостои у ели. Густота в 100 лет ниже густоты в 20-25 лет у сосны в 6, у ели – в 25 и березы – в 7 раз. Резко сокращается густота древостоев к 40 годам. На Среднем Урале встречаются березово-сосновые молодняки в возрасте 20 лет густотой около 90 тыс. деревьев на 1 га, а в юго-западном Приангарье (Пшеничникова, 1989) отмечены 35-летние сосняки густотой до 900 тыс. деревьев. Максимальная же густота 10-15-летних молодняков (1,5 млн деревьев) отмечена для лиственницы даурской на севере Якутии (Поздняков, 1986).

Таблица 27

Густота сосновых древостоев в южной подзоне тайги Урала
(Луганский, Нагимов, 1994), шт./га

Возраст, лет	Сосняк брусничный	Сосняк ягодниковый	Сосняк разнотравный
20	19647	16212	11671
30	8742	6768	4970
40	5016	4008	3009
50	3472	2722	2109
60	2559	1997	1576
70	1997	1563	1240
80	1579	1270	1012
90	1292	1052	850
100	1085	910	728
110	923	786	635
120	796	694	561

Данные табл. 27 также подтверждают закономерности снижения густоты древостоев в зависимости от их возраста. Однако это явление зависит и от условий произрастания. В наилучших условиях сосняка разнотравного все показатели густоты ниже, чем в менее плодородных условиях сосняка ягодникового и тем более брусничного.

Таким образом, в результате борьбы за существование между деревьями в древостоях идет естественный отбор. Лучшие деревья остаются, худшие идут в естественный отпад. Это процесс позитивный, созидательный, обеспечивающий эволюцию древесных пород.

Во многих случаях естественно формирующиеся древостои имеют более высокие густоты, чем необходимо для обеспечения максимальной производительности, особенно это касается молодняков. Поэтому процесс изреживания древостоев с содержанием их в оптимальных густотах в зависимости от различных факторов может быть ускорен вырубкой из древостоев как деревьев, отставших в росте и уходящих в отпад, так и других деревьев, не имеющих перспектив в лесовыращивании (второстепенных и нежелательных пород, с пороками стволов и по другим причинам). Такое изреживание древостоев ослабляет остроту конкуренции в борьбе за существование между деревьями, остающимися на дальнейшее произрастание.

15.5. Типы древостоев и условия их формирования

По происхождению и условиям формирования древостои весьма различны. Различны они также и по своим преимуществам и недостаткам, что требует учета при лесовыращивании. Каждый тип древостоя должен иметь свое место в лесу и систему хозяйственного воздействия. Типы древостоев следующие:

- по происхождению – семенные и вегетативные;
- по составу – чистые и смешанные;
- по возрастной структуре – одновозрастные и разновозрастные;
- по строению – простые и сложные;
- по производности – коренные и производные (вторичные).
- по методу возобновления – естественные и искусственные.

Семенные древостои формируются в тех условиях, где нет срубленных деревьев, обладающих способностью к вегетативному возобновлению. Прежде всего это относится к хвойным древостоям. Семенные древостои формируются также из предварительного и сопут-

ствующего возобновления. При последующем возобновлении, где на вырубках остались пни лиственных пород, могут сформироваться древостои смешанного – семенного и вегетативного – происхождения. При вырубке древостоев лиственных пород формируется *вегетативный* древостой. Также могут возникнуть вегетативные древостой из осины, если до рубки любых древостоев в их составе были деревья осины и они не были заранее уничтожены механически или с помощью арборицидов. В таких случаях вся рубка покрывается осинкой за счет корневых отпрысков, хвойные породы, если они принимают какое-либо участие в возобновлении, будут подавлены, и древостой останется вегетативным осиновым.

Чистые древостои могут сформироваться в любых условиях из предварительного и сопутствующего возобновления, а также они характерны для пессимальных условий, где не все древесные породы в состоянии произрастать. На песках формируются сосновые древостои; на почвах с проточным увлажнением – из ели, ольхи черной; на солонцах – из дуба, березы киргизской, солевывносливых форм березы повислой и сосны обыкновенной; в заливаемых речных поймах – из ивы и тополя; в условиях застойного увлажнения – из сосны обыкновенной; на мерзлотных почвах – из лиственницы даурской. Заведомо чистые древостои могут создаваться путем искусственного лесовосстановления, за счет вегетативного возобновления, а также путем систематических рубок ухода, при которых вырубается малоценные породы и оставляются наиболее ценные. Иногда пожары способствуют формированию чистых древостоев. Это наблюдается, например, при произрастании сосны и ели. Деревья сосны в связи с более толстой корой и глубоко размещенной корневой системой лучше противостоят низовым пожарам, чем ель. Поэтому ель гибнет, а сосна остается и формирует чистый сосновый древостой. В природе иногда наблюдаются случаи, когда одни древесные породы в процессе роста вытесняют другие и остается чистый древостой (например, теневыносливая ель вытесняет светолюбивую березу).

Смешанные древостои формируются в плодородных лесорастительных условиях. Появившись на сплошных вырубках с такими условиями, смешанный состав древостоев сохраняется на протяжении всего онтогенеза, однако доля коренных ценных пород в них постепенно возрастает. Это наблюдается как в таежных лесах при сочетании хвойных и мягколиственных пород, так и в зоне смешанных лесов, где главной породой является дуб. В таких лесорастительных условиях все произрастающие древесные породы обладают достаточно высокими конкурентными потенциями.

Одновозрастные древостои формируются из предварительного возобновления, из лесных культур, вегетативным путем, при последующем возобновлении пионерными светолюбивыми породами (березой, сосной). Сосна в условиях средне- и низкотрофных суховатых и сухих почв обеспечивает хорошее возобновление и формирование одновозрастных сосновых древостоев. *Разновозрастные* древостои возникают в недрах уже разновозрастных материнских древостоев при проведении выборочных рубок, которые предполагают формирование разновозрастных древостоев, при часто повторяющихся низовых пожарах, при растянутых периодах последующего естественного семенного возобновления. Создавать разновозрастные древостои можно посадкой под полог естественных насаждений лесных культур или высаживать древесные породы на одной и той же площади в различные сроки; разновозрастность формируется при выращивании короткоживущих светолюбивых и долгоживущих теневыносливых пород. Теневыносливые породы, например ель, как правило, формируют разновозрастные древостои.

Простые и сложные древостои формируются, по существу, соответственно чистым и смешанным древостоям. Чистые одновозрастные древостои они же и простые, смешанные разновозрастные – сложные. Простые древостои формируются из вегетативного возобновления, однопородных лесных культур, в пессимальных условиях, сложные – в плодородных лесорастительных условиях, при целевом создании многопородных лесных культур. Разновозрастные чистые

древостои по строению также являются сложными. Это наиболее характерно для теневыносливых темнохвойных пород – ели и пихты. Формируют сложные древостои сосна и лиственница, когда под их пологом появляются теневыносливые породы.

Коренные древостои первично возникают и сохраняются в течение длительного исторического отрезка времени и развиваются под влиянием природных факторов без хозяйственного воздействия на них человека или каких-либо катастрофических природных факторов (пожар, ураганный ветер, насекомые и др.). *Производные* (вторичные) древостои формируются на месте коренных древостоев в результате смены пород под негативным воздействием человека (рубки, пожары) или катастрофических природных явлений в соответствии с общеклиматическими условиями. По длительности производности древостои подразделяются на следующие категории: *короткопроизводные* – когда коренные древостои восстанавливаются естественным путем в течение жизни одного поколения производной породы-лесообразователя, в среднем за 150 лет (например, ельник, выросший под пологом березы); *длительно-производные* – восстановление коренных древостоев происходит в течение жизни 2–3 поколений производных пород-лесообразователей (300–450 лет); *устойчиво-производные* – возврат к коренным древостоям естественным путем невозможен.

По методу возобновления древостои могут быть *естественные* и *искусственные*. Естественные древостои формируются за счет семенного (предварительного, сопутствующего и последующего) и вегетативного (порослью, отпрысками, отводками, корневищами) возобновления. Искусственные древостои создаются путем посева (в том числе и аэросева) и посадки семян, саженцев, черенков, кольев.

15.6. Сравнительные преимущества и недостатки различных типов древостоев

Семенные древостои

Преимущества: высокая долговечность деревьев; деревья полндревесные с высокими физико-механическими свойствами древесины; высокий выход деловой древесины, в том числе крупномерной; высокая устойчивость к неблагоприятным факторам среды (насекомым, болезням, снеголому, снеговалу и др.); более позднее наступление кульминации в приросте и технической спелости.

Недостатки: медленный рост в молодом возрасте; высокие возрасты рубок главного пользования; иногда могут сформироваться низкопроизводительные древостои (при использовании низкокачественного предварительного возобновления).

Вегетативные древостои

Преимущества: быстрый рост деревьев в молодом возрасте; достижение в более ранние сроки возраста спелости, что важно на почвах низких классов бонитета, в пессимальных условиях, в лесодефицитных регионах; короткие обороты рубки; легкость и дешевизна формирования и выращивания древостоев.

Недостатки: недолговечность древостоев; слабая устойчивость деревьев к гнилям, усугубляющаяся из поколения в поколение, и другим отрицательным факторам; раннее наступление кульминации в приросте; низкие физико-технические свойства древесины; снижение из генерации в генерацию производительности (на 0,5–1 класс бонитета) и полнот древостоев, а затем их деградация и распад (через 3–4 поколения); низкая доля выхода деловой древесины, особенно крупной; снижение в последующих генерациях возраста главной рубки.

Чистые древостои

Преимущества: техническая простота формирования и выращивания и меньшие экономические затраты; проще проведение лесозаготовительных работ, широкое применение сплошных рубок; возможность выращивания в пессимальных (пески, солонцы, переувлажненные условия, мерзлотные почвы и др.) условиях, где нельзя выращивать смешанные древостои; возможность специализации выращи-

вания сырья (тополь и ель для целлюлозно-бумажной промышленности, береза – для фанеры, осина – для спичечного производства и т. д.); упрощенность и облегченность проведения лесокультурных работ на вырубленных площадях.

Недостатки: меньшая производительность древостоев и продуктивность насаждений (на 10-30%); сокращенный набор получаемых деловых сортиментов при лесозаготовках; менее высокие экологические функции; сниженная устойчивость к экстремальным факторам (болезням, ветру, снегу, пожарам и др.); одностороннее (иногда отрицательное) влияние на почвообразовательный процесс (например ель).

Смешанные древостои

Преимущества: приобретает более высокая устойчивость к различным неблагоприятным факторам – ветру, вредным насекомым, снегу и др.; усиливаются приросты деревьев главных пород; улучшается качество древесины за счет увеличения доли поздней части; сокращается срок получения технически спелых сортиментов и увеличивается выход крупномерных сортиментов: повышается производительность древостоев; повышается таксовая стоимость древесины на 20–30%; возможно получение более разнообразной товарной продукции; выполнение второстепенными породами роли подгона, что обеспечивает усиление роста деревьев главных пород и очищение их стволов от сучьев; повышаются запасы элементов питания в почве, интенсифицируется малый биологический круговорот; активизируются метаболические процессы у растений; более полно используются из почвы элементы минерального питания за счет неодинаковых интенсивности и ритма их поглощения и других факторов у различных древесных пород; лучше развиваются корневые системы по сравнению с чистыми древостоями (они на 40–80 см проникают глубже в почву, в 1,5–2 раза плотнее насыщают её); большее развитие получает ассимиляционный аппарат у сосны и ели; раньше и полнее выполня-

Электронный архив УГЛТУ

ются экологические функции (рекреационные, водоохранно-защитные и др.).

Недостатки: проявление острой межвидовой борьбы за существование в процессе лесовыращивания; при большой доле второстепенных пород подавляется рост главных пород, возможно и выпадение их из состава древостоев; техническая сложность формирования и выращивание древостоев и более высокие экономические затраты; при высоких долях участия лиственных пород у деревьев хвойных пород древесина имеет пониженные физико-технические качества; усложняется проведение лесозаготовительных работ; затрудняется создание лесных культур.

Одновозрастные древостои

Преимущества: иногда формируются более высокие запасы древесины; техническая простота формирования и выращивания древостоев; однородность получаемых сортиментов при лесозаготовках; менее сложная технология лесозаготовок; возможность применения сплошных рубок с меньшими экономическими издержками.

Недостатки: хуже протекают подпологовые лесовозобновительные процессы; меньшая емкость охотничьих угодий; пониженные экологические функции; снижена устойчивость древостоев к неблагоприятным факторам (гнилям, ветру, снегу и др.).

Разновозрастные древостои

Преимущества: чаще производительность древостоев и продуктивность насаждений выше, поскольку всегда присутствуют более молодые поколения деревьев, имеющие активные приросты; выше доля крупных деревьев; более активное проявление экологических функций (большие снегозапасы, замедленное снеготаяние, мощнее подстилка, влажнее почва и др.); более высокая устойчивость к неблагоприятным факторам; лучше протекает возобновление (под пологом насаждений в 2–4 раза больше жизнеспособного подроста); активнее идут процессы дифференциации и естественного отпада дере-

вьев; интенсивнее протекает малый биологический круговорот, идут почвообразовательные процессы, в большей мере развита почвенная биота (выше в 1,3–1,5 раза) (Исаева и др., 2001), общий эффект от лесовыращивания по сравнению с одновозрастными древостоями, по крайней мере, у темнохвойных насаждений.

Недостатки: нецелесообразность применения сплошных рубок; в случае их применения на лесосеке остается большое количество растущего или брошенного тонкомера, что снижает эффективность лесопользования; техническое выполнение рубок более сложное, а лесозаготовительные работы дороже; неодновременное поспевание деревьев в рубку.

Простые и сложные древостои

Простые и сложные древостои формируются соответственно в основном из чистых одновозрастных и смешанных разновозрастных древостоев. Поэтому преимущества и недостатки этих альтернативных древостоев аналогичны тем, что показаны выше.

Коренные и производные древостои

В коренных древостоях всегда воспроизводятся все положительные свойства насаждений (производительность и продуктивность, экологические функции и др.), сложившиеся исторически. Производные древостои, как правило, многие эти качества теряют или снижается их уровень проявления, что наносит ущерб лесному хозяйству.

Семенные естественные и искусственные древостои

Семенные естественные древостои характеризуются лучшими признаками и свойствами: они более сложные в экосистемном отношении и устойчивы к неблагоприятным факторам; обладают повышенными экологическими функциями; древесина имеет высокие технические свойства.

Для искусственных древостоев характерны следующие *преимущества*: более быстрый рост деревьев на первоначальных возрастных

этапах; ускоренные темпы накопления древесины; более раннее (на 10–15 лет) наступление кульминации приростов и технической спелости древесины; сокращение сроков (на 10–20 лет) лесовыращивания; концентрация деревьев в центральных ступенях толщины, что обуславливает повышение выхода деловой крупной древесины.

К *недостаткам* искусственных древостоев следует отнести: меньшую их долговечность; уязвимость к неблагоприятным факторам; пониженные экологические функции; более высокую фитонасыщенность древесного полога; повышенные уровни транспирации, что вредно в засушливых условиях; невысокие технические свойства древесины; потребность в более ранних и интенсивных рубках ухода.

15.7. Смещение древесных и кустарниковых пород при лесовыращивании

Как было показано выше, лучшими качествами обладают смешанные сложные разновозрастные древостои. Безусловно, доля в древостоях тех или иных древесных пород определяется целевым назначением лесов. Однако в любом случае доля второстепенных пород не должна быть большой (не более 1-3 единиц). Правильный подбор пород с учетом их взаимоотношений обеспечивает высокую лесоводственную и экономическую эффективность при лесовыращивании.

Высокой производительностью отличаются сосновые древостои с примесью ели (Шимкевич и др., 1976; Побединский и др., 1977; Гусев, 1982; Прокопьев, 1983; Тихонов, 1984; Атрохин, Иевинь, 1985; Багинский, Терехова, 1986; Гусев, Третьяков, 1989; Редько, Мерзленко, 1989; Третьяков, 1991). Такие древостои имеют запас на 20-60% и более выше, чем чистые сосновые или еловые древостои. В Беларуси (Багинский, Терехова, 1986) в лучших лесорастительных условиях запас сосново-еловых древостоев достигает 850-990 м³/га. Ель, произрастающая во втором ярусе, выполняет роль подгона. Под ее влиянием стволы сосны активнее очищаются от сучьев, увеличивается их пол-

нодревесность. Для условий средней тайги на территории Архангельской области и республики Коми показано (Третьяков, 1991), что выход деловой древесины в сосново-еловом древостое выше такового в чистых древостоях III класса бонитета на 20, IV – на 21, V – на 9%. На почвах, более соответствующих для роста сосны («сосновые» почвы), целесообразно участие ели в сосновом древостое до 25-30%, на почвах «еловых» соотношение пород обратное. Хорошие лесоводственные результаты достигаются в естественных насаждениях при совместном произрастании ели и лиственницы в условиях Беларуси и европейской части Российской Федерации (Рахтеенко, 1979; Редько, Мерзленко, 1989; и др.). В этом случае насаждения более устойчивые и производительные, по крайней мере, на 20-40% по отношению к чистым культурам той или другой породы.

Смешение сосны с осиной недопустимо, поскольку осина является промежуточным хозяином соснового вертуна. Что касается примеси осины к ели, то она все равно нежелательна, поскольку затрудняет рост деревьев ели, ведет к увеличению фауности и снижению сортности ее стволов. Однако есть мнение (Побединский и др., 1977; Атрохин, Иевинь, 1985; Чибисов, Минин, 1988; и др.), что в молодом возрасте может быть допущена к ели и осина в небольшой примеси.

На основе изучения производственного опыта выращивания леса и специально выполненных научно-исследовательских работ (Колесниченко, 1968, 1975; Манько, Ворошилов, 1978; Рахтеенко, 1979; Тихонов, 1984; Атрохин, Иевинь, 1985; Николаенко, 1987; Изюмский, 1987; Фильрозе и др., 1990) рекомендуются и могут использоваться на Урале с учетом конкретных условий местопроизрастания следующие сочетания древесных и кустарниковых пород: сосна или ель + лиственница, сосна + ель, сосна + липа, сосна + серая ольха, сосна или ель + береза, дуб + липа, дуб + сосна, дуб + клен остролистный, дуб + лещина, дуб + лиственница, дуб + ель, дуб + граб, кедр + сосна, кедр + ель, кедр + лиственница. Смешение не допускается: сосна + бузина красная, иногда дуб + сосна, дуб + осина, дуб + береза, дуб + ясень, дуб + вяз, кедр + пихта, сосна + осина, сосна + ясень.

Контрольные вопросы

1. Назовите хозяйственно-возрастные этапы и стадии онтогенеза древостоев.
2. Связь хозяйственно-возрастных этапов и стадий онтогенеза древостоев.
3. Виды взаимовлияния древесных пород и их краткая характеристика.
4. Чем отличаются между собой деревья, выросшие на свободе и в насаждении?
5. В чем заключается борьба за существование у деревьев и какие последствия она обуславливает?
6. Назовите типы древостоев.
7. В чем преимущества и недостатки семенных и вегетативных древостоев?
8. В чем преимущества и недостатки чистых и смешанных древостоев?
9. В чем преимущества и недостатки одновозрастных и разновозрастных древостоев?
10. В чем заключаются преимущества и недостатки искусственных древостоев?
11. В каких условиях формируются семенные и вегетативные, чистые и смешанные древостои?
12. Назовите варианты целесообразного смешения древесных и кустарниковых пород при совместном лесовыращивании и недопустимого смешения.

16. СМЕНА ПОРОД

16.1. Виды (типы) смен и их причины

Под *сменой пород* (сукцессиями) понимается замена одних пород-лесообразователей на другие породы-лесообразователи на одной и той же площади. Согласно В. Н. Сукачеву, смены пород могут быть филогенетическими, сингенетическими и экогенетическими.

Филогенетические смены пород связаны с динамикой растительности в историко-геологическом аспекте. Эти смены длятся многие сотни и тысячи лет. Они вызываются крупномасштабными глобальными факторами, например, наступлением и отступлением ледника, историческим расселением древесных пород и др. Филогенетические смены в определенной мере обуславливают филогенез (эволюцию) древесных пород. Эти смены имеют прогрессивный характер, поскольку обеспечивают все более высокие уровни соответствия древесных пород конкретным сложившимся природным условиям.

Сингенетические смены – это смены растительности на новых почвах вулканического, эолового, аллювиального, техногенного (терриконы) происхождения. Схема смены (для примера) на аллювиальных почвах в пойме р. Вишеры на северо-востоке Предуралья следующая. Растительность галечников сменяется лугом. Луговые травы вытесняются ивами, а поселившиеся под их пологом темнохвойные породы формируют лесные насаждения. К этому же виду смен следует, видимо, отнести и зарастание заброшенных среди леса пахотных земель, когда на них очень обильно появляется береза или сосна. По мере роста березняков или сосняков под их пологом могут поселяться при наличии семян темнохвойные породы – ель, пихта. В дальнейшем ель и пихта могут вытеснить березу или сосну. Сингенетические смены длятся от десятков до нескольких сотен лет.

Экогенетические (экогенные) смены – это наиболее широко распространенные в лесах смены пород, когда одни породы сменяют другие в силу изменившихся условий среды. Именно эти смены имеют для лесоведения и лесоводства наибольшее значение.

По побуждающим механизмам смены пород экогенные смены бывают *экзогенные*, вызываемые внешними причинами, не зависящими от самих насаждений, и *автогенные* (или эндогенные), т. е. внутрипричинные, когда проявляются изменения непосредственно древесной растительности в насаждениях или в условиях ее существования.

Факторы, вызывающие экзогенные смены, подразделяются на следующие группы (Алехин, 1950; Мелехов, 1980).

1. *Климатогенные факторы*. Эти факторы влияют посредством зонально-географической специфики природных условий, где определяются состав участвующих в сменах пород и общие направления смен. Прежде всего на смену влияют изменения метеорологических факторов в связи с солнечными циклами, когда периодические засухи, переувлажнения, заморозки влекут гибель или отдельных пород, или целых насаждений. Ураганные ветры также могут вызвать смену пород из-за ветровалов произрастающих древостоев.

2. *Эдафогенные факторы* могут вызывать смену пород в связи с естественным заболачиванием местности, естественной осушкой тех или иных участков леса и др.

3. *Зоогенные факторы* обуславливают смену пород за счет разноса семян животными, систематического объедания побегов и почек древесных растений, провоцирования заболеваний деревьев, повреждения древостоев насекомыми-вредителями; аналогичные явления может вызывать неурегулированная пастьба скота.

4. *Антропогенные факторы*. Эта группа охватывает большое число различных факторов, связанных с деятельностью человека в лесу. Деятельность человека носит как прогрессивный, так и негативный характер. Наиболее широко распространена смена пород в результате сплошных рубок и пожаров.

5. *Факторы, обусловленные биологическими и экологическими особенностями древесных пород.* Пионерные породы, особенно способные к вегетативному возобновлению, наиболее активно заселяют территорию. Быстрорастущая древесная порода имеет преимущества по отношению к медленно растущей, теневыносливая порода в благоприятных эдафических условиях вытесняет светолюбивую, долговечная порода – короткоживущую и т. п.

Как правило, различные факторы действуют на процессы смены пород комплексно.

В таежной зоне и зоне смешанных лесов чаще встречаются следующие экзогенные смены древесных пород: сосны на березу и осину, сосны на ель, ель на сосну, ели на березу и осину, дуба на другие породы. Довольно часто идет обратная смена, т.е. смена автогенная

16.2. Смена сосны на березу и осину и обратная смена

В таежной зоне постоянным спутником сосны является береза, в дренированных местоположениях – повислая, в переувлажненных – пушистая. В пессимальных условиях береза сосне большой конкуренции не составляет или ее, например на песках, вовсе нет. Однако на плодородных почвах в благоприятных климатических условиях у обеих пород экологические требования близки и поэтому конкуренция между ними приобретает большую остроту. На открытых участках (например на вырубках) взаимоотношения пород обуславливаются соотношением их в пологе древостоев. Если береза находится под пологом сосны, что может произойти, когда сосна на вырубке будет представлена предварительным возобновлением, а береза последующим, то береза большой конкуренции не проявит. Если же береза появилась одновременно с сосной или тем более раньше, то береза, будучи породой пионерной, способной к вегетативному возобновлению, быстрорастущей, отрицательно влияет на сосну как в перехвате эко-

логических факторов, так и за счет охлестывания. Под пологом взрослых насаждений в возобновлении береза не получает большого участия в силу высокого светолюбия, и поэтому в предварительном возобновлении ее обычно мало.

В составе древостоев чем больше доля березы, тем выше её конкурирующее влияние на сосну. В любых условиях доля березы не более 20-30% в составе значительного вреда не наносит. При большем участии и с превышением высот ее древостоев над древостоями сосны в процессе конкурентной борьбы береза может вытеснить сосну. В этом случае вырубленный сосновый древостой будет заменен на чистый березовый или с небольшой примесью сосны.

Конкурентное влияние березы не остается постоянным в зависимости от зонально-географических условий. На севере (лесотундра, северная подзона тайги) конкурентные позиции березы ослаблены, поэтому здесь береза даже в значительных долях участия в составах древостоев большого отрицательного влияния на сосну не оказывает. Однако чем далее на юг, тем береза свое конкурентное влияние повышает и для сосны опасность быть вытесненной возрастает. Смена сосны на березу на сплошных вырубках Урала, если нет предварительного возобновления, в основном протекает на достаточно плодородных почвах. Здесь быстро разрастается травяно-кустарничковый покров, который препятствует появлению всходов сосны и дальнейшему росту ее самосева и подроста. Наиболее вредны злаки. Особенно это характерно для лесорастительных регионов, расположенных южнее северной подзоны тайги. Усугубляют условия возобновления сосны дефицит влаги и высокие весенне-летние температуры в подзонах предлесостепных сосново-березовых лесов, южной тайги и некоторых других лесорастительных регионах. Препятствует лесовозобновлению сосны и мощная лесная подстилка, что наиболее четко проявляется в лесотундре, подзонах северной и средней тайги. Успешно, в основном без смены пород, возобновление сосны идет на низко- и среднетрофных суховатых и сухих почвах.

После формирования березового или сосново-березового полога создаются лучшие условия для возобновления сосны, поскольку подавляется или на первых этапах совсем исчезает живой напочвенный покров, а главное, исчезают или в сильной мере подавляются злаки. Если имеются источники обсеменения, то начинается возобновление сосны под пологом березняков. В дальнейшем сосна обгоняет в росте березу и формируются сосновые древостои с примесью или без примеси березы. Происходит автогенная (эндогенная) смена пород, т.е. сосна возвращает свои позиции после смены березой.

Смена сосны на осину на Урале более редкое явление, чем смена сосны березой. Активная смена сосны на осину наблюдается в южной подзоне тайги и в других регионах, расположенных южнее. В северных регионах осина большого распространения не имеет. Особенно конкурентоспособна осина на плодородных почвах. При наличии нескольких деревьев на 1 га (3-5) в вырубаемом древостое осина сплошь заселяет густым древостоем площадь. Причем ее деревья на Урале уже в 12-15 лет, как правило, поражены стволовой гнилью.

Осина в первые годы растет очень быстро, легко перегоняя по высоте даже подрост сосны, вышедший из-под полога. Она является опасным конкурентом сосны как в силу своего быстрого роста, высокой густоты древостоев и формирования плотной подстилки, так и в связи с тем, что является промежуточным хозяином гриба «соснового вертуна», вызывающего искривление стволов сосны.

Последующее возобновление сосны под пологом осинников (автогенная смена) начинается лишь с ослаблением конкуренции осины. Однако оно протекает несравненно слабее, чем под пологом березняков. Естественный распад осинового древостоя происходит раньше, чем березового, а поэтому при наличии подроста и молодняка сосны под пологом осинника она легко выходит в первый ярус и формирует свой древостой. Смена сосны осинкой происходит легко, а восстановление сосны под ее пологом идет сложно и затруднительно.

16.3. Взаимоотношения сосны и ели

И сосна, и ель являются главными породами. Однако в отдельных регионах их хозяйственно-экономическое значение меняется, что следует учитывать при ведении лесного хозяйства. Кроме того, на различных по плодородию почвах производительность древостоев и продуктивность насаждений этих пород не одинакова. В одних условиях целесообразно выращивать сосну, в других – ель. В таежных условиях РФ – и в европейской части, и на Урале, и в Сибири – широко распространено явление вытеснения сосны елью, что наблюдается как под пологом насаждений, так и на вырубках (Львов, 1973; Кирсанов и др., 1983; Зябченко, 1984; Колесников, 1985; и др.). В регионах с умеренным и повышенным увлажнением (Предуралье) более конкурентна ель, в регионах с умеренным и недостаточным увлажнением (Зауралье) – сосна. Соответственно в типах местообитания с плодородными почвами ель вытесняет сосну, на низкотрофных сухих и суховатых, а также мокрых почвах ель неконкурентоспособна и древостой образует сосна. Неконкурентна ель и в условиях, где ее растения в молодом возрасте побиваются заморозками. Однако, поселяясь под пологом сосновых древостоев, ель формирует плотную кислую подстилку, чем усиливает свои позиции и ослабляет позиции сосны.

В конкурентной борьбе с елью сосне способствуют низовые пожары, при которых ель, как менее пожароустойчивая порода (у деревьев тонкая кора и поверхностная корневая система), часто гибнет. По исследованиям С.С. Зябченко (1984), в Карелии беглые пожары повторяются один раз в 20-40 лет, а наиболее устойчивые – 1-2 раза в столетие. Повторяющихся через 20-40 лет беглых пожаров достаточно, чтобы в лесу поддерживать доминирование сосны. Однако пожары иногда выступают как союзники ели (Мелехов, 1980). Сохранившись от пожаров в пониженных переувлажненных местах, ель затем наступает на прогоревшие смежные суходольные участки. При отсутствии пожаров ель может вытеснять сосну в местоположениях с плодородными достаточно увлажненными почвами в силу более высокой

конкурентоспособности ее в этих условиях. В сухих и суховатых с низкотрофными почвами условиях, а также на сфагновых болотах ели нет, она здесь неконкурентоспособна. Неконкурентоспособна ель и в морозобойных местах.

16.4. Смена ели на березу и осину и обратная смена

Характер экзогенной смены ели на березу аналогичен смене сосны на березу. Береза активно появляется в последующем возобновлении. Чем больше доля участия березы в составе подроста и молодняков и чем выше она по высоте, тем конкуренция со стороны березы жестче. В отличие от сосны, произрастающей в большем эдафическом диапазоне, включая пессимальные условия, неприемлемые для березы, эта порода произрастает с елью практически повсеместно.

При последующем возобновлении без подроста предварительной генерации береза быстро заселяет вырубки и гари, после чего улучшаются микроклиматические условия и ослабевает конкуренция травяно-кустарничкового покрова. Затем ель, используя положительное покровное влияние березы, появляется под ее пологом. В дальнейшем ходе лесообразовательного процесса идет автогенная смена березы елью.

Таким образом, естественное формирование ельников часто проходит через кратковременную смену березой.

Смена ели на осину протекает, как и сосны на осину. Корнеотпрысковая осина на ранних этапах формирования своих древостоев исключает появление ели. Ель при наличии семян начинает появляться под пологом осины, когда в процессе самоизреживания ее древостоев ослабевает конкуренция, формируется моховой покров и подстилка трансформируется в более подходящий субстрат, т.е. начинается автогенная смена. Взаимоотношения ели и осины при отсутствии предварительного возобновления ели претерпевают несколько этапов. Согласно Л.Е. Михайлову (1987), формирование осинового древостоя вначале идет без участия подроста ели или с небольшим ее участием в

просветах полога; в 12–25 лет происходит массовое появление под пологом осины елового подроста; в 25–50 лет осина проявляет жесткую конкуренцию по отношению к ели; с 50–60 лет начинается активный отпад деревьев осины и создаются благоприятные условия для произрастания древостоев ели.

16.5. Смена дуба другими породами и обратная смена

Дуб черешчатый образует насаждения в зоне смешанных лесов и лесостепи. Естественное возобновление дуба под пологом насаждений идет недостаточно активно, так как он в молодости светолюбив, а потому его подрост растет из-за недостатка света в виде так называемых «торчков», когда главный побег через некоторое время отмирает и возникает новый порослевой побег. Через некоторый промежуток времени этот побег отмирает, снова возникает «порослевина», пока такой торчок не отмирает совсем. После сплошной рубки слабый подрост не может сформировать молодняк с господством дуба, потому что часть его погибает при рубке, а часть будет заглушена более быстрорастущими в первые годы спутниками дуба, а также подлесочными породами и даже живым напочвенным покровом.

Рубка дуба производится обычно при достижении древостоями 100–120 лет. К этому времени дуб значительно теряет порослевую способность, в то время как липа ее сохраняет долго. Последующее возобновление дуба на сплошных вырубках идет с очень большим трудом, поскольку распространение его плодов – желудей зависит от разноса птицами и животными. На сплошных вырубках, особенно в пониженных местах и в северных районах произрастания дубрав, весной и осенью проявляются заморозки, к которым дуб очень чувствителен. Это также подавляет его возобновление.

Сплошные вырубки часто заселяются березой, под полог которой дуб проникает медленно из-за трудности в распространении желудей или он вовсе там не появляется. Аналогично идет смена дуба на осину, которая чаще имеется в примеси к дубовому древостою на бо-

лее влажных почвах и в силу возобновления корневыми отпрысками в первый же год после сплошной рубки захватывает всю вырубку. Это крайне затрудняет возобновление дуба под пологом осинника, поэтому чаще образуются чистые осиновые древостои.

Самым распространенным спутником дуба является липа мелколистная. Поэтому взаимоотношения дуба и липы – важная лесоведческая и лесоводственная проблема. В силу своей теневыносливости липа успешно растет под пологом дуба, обеспечивая роль подгона, что содействует очищению стволов дуба от сучьев и ускорению роста его деревьев. После рубки смешанного липово-дубового древостоя в возрасте, когда у дуба начинает ослабевать порослевая способность, вырубка может обильно возобновляться порослью липы, которая образует в дальнейшем сомкнутый полог. Дуб в таких условиях не только не может вновь возобновляться, но и имеющийся его подрост будет заглушен.

Сложные взаимоотношения складываются у дуба с кленом, ильмом, ясенем. Во всех случаях предпочтение в лесовыращивании должно быть отдано дубу.

Взаимоотношения дуба черешчатого с елью и сосной на Урале в районах совмещения их ареалов (юг и юго-запад) складываются по-разному. Ель, как порода теневыносливая, поселяется под полог дубняков, а затем может сохраняться на вырубках. При наличии семян ель активно заселяет и сплошные дубовые вырубки. Однако как под пологом насаждений, так особенно на вырубках большую конкуренцию ели составляет липа мелколистная, почти повсюду сопровождающая дуб. Она под пологом леса своим плотным опадом препятствует заселению ели, а на вырубках в силу порослевой способности быстро осваивает площадь, не допуская ель. Общая же тенденция во взаимоотношении дуба и ели заключается в постепенной смене дуба на ель. Специфика взаимоотношения дуба и сосны заключается в том, что сосна под пологом дуба поселяется и произрастать не может (плотная подстилка, светолюбие), а дуб под сосновым пологом засе-

ляется успешно. Поэтому он может выйти во второй, а затем и в первый ярус. Этот процесс наиболее активен на плодородных почвах.

16.6. Биологическая и хозяйственно-экономическая оценка смен

В эксплуатационных лесах смены древесных пород в основном носят негативный характер. В частности, смена сосны и ели на березу и осину обесценивает лесной фонд. Для условий Европейского Севера установлено (Чибисов, Вялых, 1974), что смена сосны и ели мягколиственными породами за 100 лет (оборот рубки хвойных) хотя и дает больше древесины, но товарная и сортиментная структура ее, а также стоимость будут ниже, чем у хвойных пород, особенно у сосны. Для этих же условий В.Ф. Цветков (1991) показал, что продуктивность производных мягколиственных древостоев составляет только половину по сравнению с таковой коренных хвойных древостоев. Исследованиями Е.М. Фильрозе (1991) установлено, что смена коренных хвойных древостоев на производные мягколиственные в горных условиях Южного Урала привела к повсеместному снижению в 1,5-3,0 раза продуктивности лесов. Исследованиями также на Урале показано, что даже два оборота рубки мягколиственных древостоев в рамках одного оборота у хвойных пород дают более низкую экономическую эффективность. По данным Н.А. Коновалова и др. (1977), формирование производных мягколиственных насаждений на площадях, бывших под хвойными насаждениями, приводит к снижению запаса древесины в два раза, а деловой древесины – в 5 раз.

Смена коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные вызывает и другие негативные последствия: снижается экологическая емкость лесов, усиливается неравномерность внутригодового распределения стока малых рек в связи с увеличением весеннего и уменьшением летнего меженного стока (Рубцов и др.,

1990), снижаются водоохранно-защитные функции лесов (Побединский, 1977).

Смена ценных лесов на менее ценные в результате сплошных рубок идет в огромных масштабах. В Европейско-Уральском регионе на половине сплошных вырубок происходит смена хвойных пород на мягколиственные (Ларин, 1989). По данным Н. Р. Письменного (1979), в 1973-1978 гг. мягколиственными породами возобновилось сплошных вырубок в Центральном регионе Российской Федерации 55,7, Волго-Вятском – 76,4, в Уральском – 39,3%. В результате доля хвойных лесов в лесном фонде падает, а мягколиственных возрастает. На Европейском Севере мягколиственные насаждения занимают 20% лесопокрытой площади, а в Вологодской области – 43,3% (Листов, 1983), Ярославской области – более 70% (Побединский, 1977), Новгородской, Тверской, Костромской областях – около половины (Побединский, 1977; Абатуров и др. 1982).

На Урале с 1956 г. доля мягколиственных пород в результате смены повсюду возрастала, и только в последние годы она стабилизировалась в малолесных районах как за счет интенсификации лесохозяйственного производства, так и за счет искусственного лесовосстановления. В некоторых регионах, например в Свердловской области, эта доля также несколько снизилась. Последнее, однако, произошло не за счет усиления хозяйственного воздействия на леса, а в результате изменения лесочетных работ, при которых часть площадей болот перешла в категорию лесопокрытой площади и был снижен критерий доли хвойных в составе насаждений для отнесения их к хвойному хозяйству (с 4 до 3 единиц в формуле состава). Следует отметить, что на Урале еще в начале XX в. в лесном фонде севернее широты г. Нижнего Тагила мягколиственных лесов вторичного происхождения не было (Боков, 1901). К концу 20-х годов их доля составила уже 24% (Переход, 1929). В настоящее время смена хвойных пород на мягколиственные продолжается. В результате лесной фонд в таежной зоне постоянно ухудшается. Это обусловлено длительной эксплуатацией лесов Урала, усугубляющейся шаблонным примени-

ем сплошнолесосечного способа рубок и нарушением лесоводственных правил, а также недостаточным уровнем хозяйственного воздействия на вырубаемые площади, неадекватным темпам и возможностям лесоразработок, вносящим глубокие негативные изменения в природную среду. Доля мягколиственных пород в лесопокрытой площади на Урале в настоящее время составляет около 40%.

В различных частях Урала активность процесса смены пород неодинакова, она синхронно связана с естественными потенциями к лесовозобновлению. При доле мягколиственных пород по Уралу около 40% от общей лесопокрытой площади березовым лесам принадлежит 35%. И если в средней подзоне тайги эта доля такая же – 35%, то в подзоне южной тайги, где процессы естественного возобновления затруднены, она достигает 45%. Площадь производных березовых лесов в ельниках в подзонах средней и южной тайги в пределах Пермской и Свердловской областей выше, чем в сосняках. Сосновые леса, таким образом, в меньшей мере подвержены смене пород, чем ельники. Соответственно с запада на восток в подзоне южной тайги доля березняков вторичного происхождения в еловых лесах составила в Предуралье (Пермская область) 52, в горной части – 48 и в предгорном Зауралье (Свердловская область) – 36%. По сосновым лесам эти доли соответственно равны: 15, 23 и 26%.

Некоторые исследователи (Чертовской, Чибисов, 1967; Воронкова, 1977; Мукатанов, 1984; Горбачев, 1991; Чмыр, 2001; и др.) полагают, что смена хвойных насаждений на мягколиственные в таежных условиях – явление положительное, поскольку в этом случае тормозится процесс подзолообразования и усиливается дерновый процесс, т.е. улучшаются условия для произрастания леса. Этим же положением руководствовались лесоводы в некоторых странах Европы, отказавшись от создания монокультур. Согласно А.В. Побединскому (1977), в европейской части Российской Федерации допустима смена хвойных пород на осину в условиях подзоны южной тайги на плодородных почвах, где обеспечивается высокая доля выхода деловой древесины этой породы, что важно в районах потребления осинового

сортиментов. В некоторых местообитаниях допустима смена хвойных на березу, где березовые древостои достигают высокой производительности и формируется древесина хорошего качества. Это важно в районах фанерных комбинатов.

Среди ученых есть защитники смены хвойных пород на лиственные. Например, Н.А. Воронков (1988) утверждает, что наиболее высокий водоохраный эффект (увеличение объема стока) при удовлетворительном выполнении водорегулирующей (перевод поверхностного стока в грунтовый) и почвозащитных функций обеспечивают лиственные насаждения или насаждения с преобладанием лиственных пород. В связи с этим нет необходимости в водоохранно-защитных лесах бороться со сменой пород. Апологеты лесозаготовительной промышленности, в частности И.А. Федосеев (1988), также защищают идею целесообразности смены пород. Зачем тратить большие средства на предотвращение смены пород, когда в будущем нужна будет только древесная фитомасса, не важно какой породной структуры. Это подлог, вызванный желанием лесозаготовителей не заниматься лесовосстановлением. Известно (Моисеев, 1975; и др.), что мировой спрос на хвойную древесину постоянно возрастает и будет возрастать впредь.

Смена сосны елью, как правило, невыгодна (Белов, 1976; Кирсанов и др., 1983; Колесников, 1985). В.А. Кирсанов и др. (1983) установили, что в условиях северо-запада Тюменской области (Ивдель-Обский лесозащитный район) в типе леса сосняк ягодниково-зеленомошный сосняки превосходят ельники на 60% по среднему диаметру и на 80% - по запасу. Б.П. Колесников (1985) указывает, что во многих случаях ельники, сменив сосняки, имеют производительность на один класс бонитета ниже. Смена сосны елью может быть допущена только в тех условиях (суглинистые и глинистые подзолистые почвы), где сосна дает меньшую производительность, чем ель. Смену дуба на другие породы допускать не следует, поскольку именно дубовые насаждения во всех отношениях наиболее ценные. Исключение может быть допущено в районах интенсивного пчеловод-

ства, например, на территории Башкортостана. Здесь иногда смена дуба на липу целесообразна для ведения специализированного хозяйства на липу.

16.7. Пути предотвращения нежелательных смен древесных пород

Главное в предотвращении нежелательной смены пород – это технически грамотное и интенсивное ведение лесного хозяйства. Имеется в виду, что и рубка леса, и процессы его восстановления дифференцируются в зависимости от лесорастительной зоны и подзоны, типа леса, морфологии насаждений и древостоев. Выбираются такие способы рубки и лесовосстановления в каждом конкретном насаждении, которые при условии выполнения всех лесоводственных требований при лесозаготовках не допустят негативной смены пород. При этом учитываются естественные потенции к лесовосстановлению вырубаемого древостоя и намечаемые хозяйственные воздействия на вырубку. Однако на практике лесоводственные требования часто игнорируются: применяется в основном шаблонный сплошнолесосечный способ рубки, не обеспечиваются меры содействия естественному возобновлению, повсеместно технологии и технические средства проведения лесосечных работ не соответствуют природе леса (не учитываются уровни устойчивости насаждений, как экосистем, не выполняются или выполняются не полностью технологические требования, без ограничений применяется агрегатная техника и др.). Это, а также слабая правовая база лесного хозяйства, недостаточное финансирование, отсутствие инновационных тенденций и некоторые другие причины через смену ценных пород на менее ценные породы обуславливают деградацию лесов страны.

Таким образом, предотвращение нежелательных смен древесных пород обеспечивается комплексом проводимых в лесу мероприятий. Начинаются они назначением способов в технологий рубок и ме-

Электронный архив УГЛТУ

тода и видов возобновления вырубаемых площадей. Основным методом возобновления в таежной зоне, как известно, естественный. Предотвращение смены пород обеспечивается сохранением предварительного возобновления. Его надлежит оставлять всегда, где под пологом насаждений он имеется в необходимых количествах в благонадежном состоянии. Часть вырубаемых площадей запускается для последующего естественного зарастивания, где этот процесс протекает успешно. При широких лесосеках оставляются обсеменители с минерализацией почвы. Важными мероприятиями для обеспечения лесовозобновления без смены пород являются очистка лесосек от порубочных остатков и уход за составом молодняков, заключающийся в уборке деревьев нежелательных пород.

На тех вырубках, на которых не может быть обеспечено естественное возобновление даже с применением дополнительных мер по содействию, создаются лесные культуры. В любом случае необходимо создавать лесные культуры с выполнением всех агротехнических мероприятий, не допуская упрощения технологий работ. Невыполнение всех требований лесокультурного производства ведет к низкоэффективному искусственному лесовосстановлению.

Предотвращается смена пород за счет сопутствующего возобновления при проведении выборочных рубок. В частности, в таежной зоне большие площади заняты смешанными насаждениями, где в верхнем ярусе мягколиственные породы, в нижнем – хвойные, чаще всего темнохвойные. В этих условиях эффективно применение интенсивных рубок, до 50-60% в расчете по запасу, когда за 1-2 приема верхний полог вырубается почти полностью, а хвойные породы затем доращиваются до необходимых кондиций. Возраст рубки мягколиственных пород – 40–60 лет.

Контрольные вопросы

1. Раскройте понятие «смена пород».

Электронный архив УГЛТУ

2. Назовите виды (типы) смен и дайте их краткую характеристику.
3. Понятия об автогенных (эндогенных) и экзогенных сменах.
4. Дайте характеристику факторов, вызывающих экзогенные смены древесных пород.
5. Приведите примеры экзогенных смен в условиях Урала.
6. Приведите примеры автогенных смен в условиях Урала.
7. Какие смены древесных пород следует считать позитивными, а какие – негативными?
8. В чем заключаются основные лесоводственно-экологические и хозяйственно-экономические недостатки смены коренных пород на производные?
9. Назовите основные пути предотвращения негативных смен.

17. ТИПОЛОГИЯ ЛЕСА

17.1. Общие понятия

Лес представляет собой совокупность множества различных лесных насаждений, отличающихся между собой по макро- и мезорельефу, плодородию почв, условиям влажности, породному составу и возрасту древостоев, морфологическому строению древостоев и насаждений, особенностям хода естественного возобновления, хозяйственной ценности и целевому назначению. В то же время некоторые лесные насаждения тождественны или очень близки между собой и объединяются общими признаками и свойствами, представляя некий тип, отличающийся от других подобных типов. Это *типы леса*. Совокупность различных типов леса составляет *типологическую* классификационную структуру, или классификационный спектр типов леса. Каждый географический регион характеризуется своим спектром типов леса, т. е. типологическая классификация лесов имеет географическую дифференциацию.

Лесная типология изучает закономерности структуры и функционирования лесных насаждений, их лесорастительные условия, закономерности пространственного размещения, изменчивости и динамики лесов.

В современной трактовке тип леса – это совокупность участков леса, характеризующихся общим типом лесорастительных условий, одинаковым составом древесных пород, количеством ярусов, аналогичной фауной, требующих одних и тех же лесохозяйственных мероприятий при равных экономических условиях. *Лесорастительные условия* – это комплекс климатических, орографических и почвенно-гидрологических факторов на какой-либо территории. Соответственно

тип лесорастительных условий – совокупность покрытых и не покрытых лесом участков с одинаковыми лесорастительными условиями.

Лесная типология имеет 150-летнюю историю. Основной вклад в учение о типах леса внесли российские ученые. Значительная лепта принадлежит уральским ученым. Среди них Д.А. Милованович, П.А. Чудников, А.А. Козловский, Ф.А. Соловьев, В.С. Голутвин, Н.А. Коновалов, Б.П. Колесников, П.Л. Горчаковский, В.М. Ионин, Е.П. Смолоногов, Р.С. Зубарева, Е.М. Фильрозе, Н.И. Михеев, В.Г. Турков, В.П. Фирсова, А.Е. Рябчинский, А.М. Шебалов, С.Н. Санников, С.А. Зубов, В.А. Кирсанов, Н.И. Теринов, В.И. Маковский, П.Ф. Трусов, И.А. Фрейберг, Е.Л. Маслаков, С.А. Мамаев, Р.П. Исаева, Н.А. Луганский, С.В. Залесов, С.Г. Шиятов, З.Я. Нагимов, В.М. Соловьев и др.

17.2. Истоки лесной типологии (доморозовский период)

Лесная типология зародилась одновременно с возникновением научных основ лесопользования и ведения лесного хозяйства. Как свидетельствуют литературные источники, первые классификации леса были разработаны в Германии. В 1791 г. одна из них была предложена Т. Гартигом, а затем в 1816 г. еще одна – Г. Коттой. Эти классификации базировались на составе, качестве и происхождении древостоев. Смысл классификаций был исключительно хозяйственный, поэтому они имели узкое применение. Нужна была естественная классификация лесов, которая позволила бы на их основе проводить инвентаризацию, назначать комплексы хозяйственных мероприятий и прогнозировать лесообразовательный процесс на перспективу.

В России лесная типология берет свое начало из глубин народного опыта общения с лесом (Львов, Ипатов, 1976; Мелехов, 1980; Неволин, 1992; Мигунова, 1994; и др.). Крестьяне с большим пониманием разделяли лес на отдельные участки с устойчивыми природны-

ми признаками и свойствами, имеющими различное хозяйственное назначение. Однородные участки обобщали определенными названиями (Неволин, 1992): смолокурный бор, брусняжный бор, бор-ягодник, холмовая ровнядь, согра, рада, болото, исада и др. Северному крестьянину было хорошо известно (Ткаченко, 1955; Неволин, 1992), что лучший осмол можно получить на «беломохе» – в смолокурном бору; лучший материал для строительства растет в брусняжном бору, бору-ягоднике или на еловых «холмах». Если же вырубить строевое бревно в согре, оно будет суковато, с кренью и менее долговечно. Согра следует расчищать под сенокос, лучший ивовый прут можно добыть для плетения корзин в исаде. Позднее народный опыт стихийной типологической классификации лесов получил свое воплощение и развитие у практиков-лесоводов и ученых. Лесотипологические классификации в России, в отличие от германских классификаций, в основе имеют природные условия, в первую очередь почвенно-грунтовые. Крестьяне России давно обратили внимание на то, что «каков грунт земли, таков и лес» (Ткаченко, 1955). Уже в первой российской лесоустроительной инструкции 1830 г. было предусмотрено вести таксацию (учет) леса по породному составу древостоев, их возрасту, полноте и почвенным условиям.

В 1835 г. лесничий из Курляндии (ныне Латвия) Г. Гаффельдер предложил классификацию лесов по качеству почвы (табл. 28), на 100 лет опередившую аналогичный подход украинских ученых (Мигунова, 1994).

Согласно приведенной таблице почва подразделена по трофности и увлажнению. Продуктивность почв оценена текущим приростом древесины, который составил в I классе почв $4 \text{ м}^3/\text{га}$, в X – 0,7. Автор классификации лесов Г. Гаффельдер является зачинателем идеи ведения лесного хозяйства по типам почв, в современном понимании – по типам леса (Мигунова, 1994).

Разделение лесной почвы на классы по производительности
по Г. Гаффельдеру (Мигунова, 1994)

Класс почвы	Качество почвы		На лоф. м куб. футов	
			Ежегодный прирост	Промежуточное пользование
I	Хорошая почва	Сухая	55	15
II		Умеренно сырая	50	13
III		Мокрая	45	11
IV	Посредственная почва	Сухая	45	9
V		Умеренно сырая	35	8
VI		Мокрая	30	7
VII	Дурная почва	Сухая	25	6
VIII		Умеренно сырая	20	5
IX		Мокрая	15	4
X	Железистая почва, вовсе негодная	Мокрая	10	3

Примечания: 1. Лоф. м – 3,6 га; куб. фут – 0,03 м³. 2. Промежуточное пользование – получение древесины в процессе лесовыращивания.

Дальнейшее развитие идеи типологической классификации лесов получили в работах лесоустроителей А.Ф. Рудзского, Н.К. Генко, И.И. Гуторовича, Д.М. Кравчинского, В.Д. Петропавловского, П.П. Серебренникова, А.С. Рожнова и др. В конце 80-х годов XIX столетия А.Ф. Рудзский первым из ученых-лесоводов предложил при лесоустройстве разделять лес на «первообразы» (Неволин, 1992). Это положение он воплотил в схему «примерного расчленения» лесной дачи на семь отделов по господствующей породе: сосна кондовая на свежей и глубокой боровой почве; сосна мяндовая в тощем и сухом песке; сосна на мшарине; ель по рамени; береза чистая или с примесью осины, реже хвойных; хвойно-лиственный лес; дуб с примесью осины и липы.

Устраивая в 1889 г. лес Беловежской пуци в Белоруссии, Нестор Карлович Генко подразделил его на различные участки по составу древостоев и условиям произрастания, а затем объединил их в 8 основных типов: 1) борлядо – сосновое насаждение по суходолу;

Электронный архив УГЛТУ

2) багон – сосновое насаждение по заболотившейся почве; 3) бор с дубиной – дубняк со старой сосной; 4) бор с березиной – березняк (и осинник) со старой сосной; 5) бор с елиной – ельник с сосной; 6) елосмыч – ель с лиственными породами; 7) груд – лиственный лес по суходолам и 8) олес – лиственный лес (преимущественно ольха и ясень) по мокрой почве (цит. по: Мигунова, 1994). По признанию самого Н.К. Генко, приведенные названия типов насаждений (по современному типов леса) он почерпнул в первых описаниях Бело-вежской пуци 1554 г. (Мигунова, 1994).

Аналогичную лесотипологическую классификацию предложил И.И. Гуторович при устройстве лесов Вологодской губернии в 1896 г. (табл. 29).

Таблица 29

Типологическая классификация леса И.И. Гуторовича
(Коновалов, 1971а)

Признаки	Типы		
Сосна	1. Бор	2. Суболоть	3. Рада
Почва	Сухая песчаная	Сырая песчаная	Торф
Положение	Высокое	Разное	Низкое
Рост и качество древостоев	Пиловочный лес прекрасного качества	Высокоствольный, но древесина плохая	Плохие
Сосна + ель	4. Билль	—	5. Согра
Почва	Глинистая		Травяное болото
Положение	Высокое		Низкое
Рост и качество древостоев	Гладкоствольный лес		Плохие
Ель	6. Холм	7. Ровнядь	8. Лог
Почва	Суглинок	Глинистый подзол	Перегноная
Положение	Возвышенное	Ровное	Низкое
Рост и качество древостоев	Прекрасного качества	Плохие	Плохие
			9. Болото без леса

На Урале в Билимбаевской даче (южная подзона тайги, Свердловская область) в 1901 г. при лесоустройстве также был применен лесотипологический принцип. Было выделено 7 типов леса (Турков, 1987): бор-беломошник, бор-зеленомошник, сухой бор, травяной бор по сметнику и березово-сосновый сметник, березовое полуборье, осинновый сметник, ель-согра.

В начале XX столетия возникает геоботаническое описание лесов (Коновалов и др., 1982). В частности, на Урале А.Я. Гордягин в 1901 г. выделил сосняки лишайниковый, зеленомошник и травяной. Сосняк лишайниковый произрастает на суховатых почвах, зеленомошник – на свежих, травяной – на влажных. Соответственно в живом напочвенном покрове доминирование принадлежит лишайникам («белым мхам»), зеленым мхам и широколистным травам с участием вейника лесного и наземного.

Таким образом, к началу XX в. в лесоведении России уже сложились общие представления о типах леса, о связи лесных насаждений с почвами, о ведущей роли почвенно-гидрологических условий в формировании и развитии леса.

17.3. Учение о типах насаждений и типах леса

Г.Ф. Морозова

Безусловно, Георгий Федорович Морозов типологию леса разрабатывал с учетом предшествующих материалов по проблеме, а также на основе генетического учения о почвах В. В. Докучаева. К необходимости разработки научной теоретической базы ведения лесного хозяйства в виде учения о типах леса привела Г. Ф. Морозова шаблонная реализация мероприятий в лесу независимо от географического региона, условий местопроизрастания, особенностей лесных насаждений. Лесное хозяйство необходимо было переводить на зонально-лесотипологические основы. Эта предпосылка и сориентировала Г.Ф. Морозова на положение о том, что типы леса имеют гео-

графические ареалы, т.е. для каждого географического региона существует свой набор типов леса.

В развитии учения Г.Ф. Морозова вначале о типах насаждений, а затем и типов леса наблюдаются два периода. Первый, ранний, период характерен тем, что Г.Ф. Морозов выделял типы насаждений исключительно по общности условий местопроизрастания, или почвенно-грунтовых условий, только их полагая определяющими для состава, полноты, роста древостоев. Другие ярусы растительности в насаждении им не учитывались. В качестве основного критерия единства условий среды и лесной растительности Г.Ф. Морозов взял ход естественного возобновления леса. Он писал (цит.: по Коновалов и др., 1982), что «лишь те различия в почвенно-грунтовых условиях, которые влекут за собой иную возобновляемость насаждений, вызывая поэтому назначение иного способа возобновления, приобретают значение момента, оправдывающего выделение известной совокупности насаждений в особый тип». Таким образом, для раннего периода учения Г.Ф. Морозова о типах насаждений характерно выделение их по условиям местопроизрастания и естественному возобновлению леса. Согласно Г.Ф. Морозову, тип насаждения (леса) в этот период определялся как «совокупность насаждений, объединенных в одну обширную группу общностью условий местопроизрастания, или почвенно-грунтовых условий».

В более поздний период, осмыслив состояние науки по типологии леса и учтя критику многих ученых за узость подхода к лесной типологии, Г.Ф. Морозов внес в свое учение существенные коррективы. Согласно этим коррективам типы насаждений должны выделяться по 5 группам признаков: 1) природной среде – климату, рельефу, почвенно-грунтовым условиям; 2) биологическим и экологическим свойствам древесных пород; 3) взаимоотношениям между растениями всех ярусов насаждения, между ними и средой, между ними и фауной; 4) историко-геологическим факторам и 5) роли человека. Эта концепция Г.Ф. Морозова отражает его взгляды на единство живых организмов и среды. Он писал (Морозов, 1930б): «Лес не есть только

общежитие древесных пород, он представляет собою общежитие более широкого порядка; в нем не только растения приспособлены друг к другу, но и животные к растениям и растения к животным; все это взаимно приспособлено друг к другу и все это находится под влиянием внешней среды, под властью земли и неба. Это взаимное приспособление всех живых существ друг к другу в лесу в тесной связи с внешними географическими условиями создает в этой стихии свой порядок, свою устойчивость и то подвижное равновесие, какое мы всюду наблюдаем в живой природе, пока не вмешался человек. Такое широкое общежитие живых существ, взаимно приспособленных друг к другу и к окружающей среде, получило в науке – зоогеографии – удачное название биоценозы, и лес есть ни что иное, как один из видов такой биоценозы».

Внеся решающий вклад в развитие учения о типах леса, Г.Ф. Морозов, однако, стройной классификации не разработал (возможно, просто физически не успел).

Типологические идеи Г.Ф. Морозова первого периода легли в основу дальнейших теоретических разработок А.А. Крюденера и украинского направления. Идеи Г.Ф. Морозова второго периода развивались акад. В. Н. Сукачевым и его учениками, хотя лесотипологическая школа В.Н. Сукачева возникла параллельно с творческой деятельностью Г.Ф. Морозова.

17.4. Классификация типов леса А.А. Крюденера

Ранние взгляды на типы леса Г.Ф. Морозова развивал его ученик и коллега Артур Артурович Крюденер (1869-1951) из Лифляндской губернии (ныне Эстония). Он внес большой вклад не только в учение о типах насаждений (леса), но и в лесорастительное районирование (Мигунова, 1994), поскольку главную роль в формировании типов леса А.А. Крюденер отводил климату. На второе место он ставил почвенно-грунтовые условия. Главную свою работу о типах леса он опубликовал в 1916 и 1917 гг.

С учетом климата и рельефа Европейской России А.А. Крюденер подразделил (Остапенко, 1979; Мигунова, 1994) ее территорию на 6 зон: арктически-альпийскую, подтундровую, дерново-подзолистую, или таежную, лесостепную, пристепную и степную. Таежная зона была разделена на две подзоны – южную и северную. Зоны и подзоны подразделялись, в свою очередь, на области, в основном по особенностям их орографии. Это первое лесорастительное районирование предвосхитило современные концепции по данной проблеме.

В пределах каждого однородного лесорастительного таксона А.А. Крюденер по почвенно-грунтовым условиям, под которыми понимались не только почвы как таковые, но и особенности рельефа и режимы увлажнения, выделял типы леса. Критериями качества почв он взял механический состав и влажность, полагая, что механический состав непосредственно определяет трофность почв. Такая связь, конечно, есть, но она не очень тесная. С учетом механического состава почв А.А. Крюденер выделил семейства типов леса (Коновалов и др., 1982): боры – на песках, суборы – на супесях, сурамени – на суглинках и рамени – на тяжелых суглинках и глинах. Боры представлены в основном сосной, суборы – сосной и елью, сурамени – елью и сосной, рамени – елью.

По режимам увлажнения, которые зависят от положения участка леса в рельефе, дренированности территории, глубины залегания и режима подвижности (проточности) грунтовых вод, выделено 15 групп почвогрунтов, из которых 5 по суходолу, 3 пойменных и 7 разной степени заболоченности (Мигунова, 1994). На основе увлажнения почвогрунтов семейства типов леса включают (Коновалов и др., 1982; Мигунова, 1994) типы леса, в частности, по суходолу: бор сухой, бор свежий наземистый, бор свежий кислоперегнойный, бор влажный кислоперегнойный, бор влажный наземистый. Аналогичные типы леса включены в суборы, сурамени и рамени. Классификационная схема типов леса А.А. Крюденера была сложной и громоздкой.

Все типы леса А.А. Крюденером описаны по единой схеме (Мигунова, 1994): распространение и расположение участка, почвогрунт

и водный режим, живой напочвенный покров, подлесок, древостой, смена пород и возобновление, народнохозяйственное значение типа леса. В основном эта схема используется до настоящего времени.

Итак, согласно А.А. Крюденеру, тип леса – это «известное растительное сообщество, образовавшееся при данном климате, при известных почвенно-грунтовых условиях и носящее без вмешательства человека более или менее константный преобладающий характер» (цит. по: Мигунова, 1994).

17.5. Украинское лесотипологическое направление

На основе концепции Г.Ф. Морозова первого периода учения о типах леса и итогов исследований А.А. Крюденера разработано украинское лесотипологическое направление, получившее название *эколого-лесоводственного*.

Первым представителем украинского направления в типологии леса был Евгений Венедиктович Алексеев (1869-1930). Свою классификацию типов леса он, как и А.А. Крюденер, построил на двух признаках почв: механическом составе и влажности. Осознавая разницу в почвах одинакового механического состава, но с различной лесной растительностью, он прибег к использованию растений в качестве индикаторов богатства почв. Названия типов леса даны также в соответствии с названиями А.А. Крюденера (Коновалов и др., 1982). Однако схему типов леса А.А. Крюденера Е.В. Алексеев значительно упростил. Но если А.А. Крюденер под механическим составом почв понимал петрографический состав грунтов, на которых формировались почвы, т. е. учитывалось отличие почв по минералогическому составу, а следовательно, и по химическому (Мигунова, 1994), то Е.В. Алексеев использовал лишь сугубо механический состав почв.

Типологическая схема Е.В. Алексеева представляет собой двухмерную сетку (Погребняк, 1963). В этой сетке слева направо показано 6 групп типов леса по механическому составу почв: боры, субори, груды, дубравы, багны (моховые болота) и ольсы (ольшанники);

сверху вниз отражены почвы по их увлажнению: сухие, свежие, влажные, сырые и мокрые (болота). Боры размещены на песках, субори – на супесях, дубравы – на черноземах и т. д.

Продолжатель украинского лесотипологического направления Петр Степанович Погребняк (1900-1976) усовершенствовал типологическую схему типов леса Е. В. Алексеева, которая также представляет собой сетку, получившую название *эдафической сетки типов леса* (табл. 30). Тип леса называется по трофо- и гидротопу (эдафотопу): свежий сугрудок (С₂), сухая суборь (В₁) и т. д. В условиях оптимального увлажнения низкотрофные боры (А) представлены породами-олиготрофами, в основном сосной. Классы бонитета с III и ниже. В субориях (В) в сосновых древостоях во втором ярусе могут быть представлены ель, дуб. Классы бонитета древостоев II-III. В относительно высокотрофных сугрудках (С) произрастают сосново-еловые и сосново-дубовые насаждения с примесью мезо- и мегатрофов – граба, липы, кленов, лещины. Высокотрофные груды (Д) представлены дубняками, букняками I-Ia классов бонитета.

Значительный вклад в развитие украинского типологического направления внесли Д.В. Воробьев, П.П. Кожевников, Д.Д. Лавриненко, Б.Ф. Остапенко. Д.В. Воробьев предложил систему из трех типологических единиц: тип лесного участка, тип леса и тип древостоя (Коновалов, 1971а; Остапенко, 1979; Мелехов, 1980; Мигунова, 1994).

Таблица 30

Эдафическая сетка П.С. Погребняка

Группы влажности почв (гидротопы)	Группы трофности почв (трофотопы)			
	А – бедные боры	В – относительно бедные субори	С – относительно богатые сугрудки	Д – богатые груды
Очень сухие	А ₀	В ₀	С ₀	Д ₀
Сухие	А ₁	В ₁	С ₁	Д ₁
Свежие	А ₂	В ₂	С ₂	Д ₂
Влажные	А ₃	В ₃	С ₃	Д ₃
Сырые	А ₄	В ₄	С ₄	Д ₄
Мокрые	А ₅	В ₅	С ₅	Д ₅

Электронный архив УГЛТУ

Тип лесного участка (эдафотоп, тип условий местопроизрастания) объединяет климатически, географически, ареогенетически замещающие типы леса, т. е. встречающиеся в различных зонально-географических регионах, сходных по плодородию почвы.

Тип леса объединяет лесные участки, занятые одним коренным типом древостоя, сформировавшимся в результате продолжительного приспособления растительности к климатическим и почвенным условиям в естественной обстановке, и всеми производными от него типами древостоев, которые возникли в результате вмешательства в жизнь леса внешних факторов – пожара, рубки, пастьбы скота и т. п. (в пределах типов лесных участков).

Тип древостоя (тип насаждения) объединяет насаждения, одинаковые по составу древесного яруса, при однородных условиях местопроизрастания (в пределах типов леса).

По украинскому лесотипологическому направлению отмечается несколько общих положений.

1. Эдафическая сетка, претерпев некоторые уточнения, сохранилась до настоящего времени.

2. Типы леса, как это общепринято, рассматриваются в границах зонально-географических регионов.

3. Типы леса охватывают как коренные и производные древостои, так и безлесные участки.

4. Некоторые ученые считают, что в эдафической сетке тип леса и тип лесорастительных условий синонимы. Однако И. С. Мелехов признает ее более классификацией типов условий местопроизрастания, чем типов леса.

Согласно современной трактовке тип леса, по украинской классификации, – это «совокупность лесных участков, сходных по подчиненно-гидрологическим и климатическим условиям с учетом исторического фактора». Тип леса устанавливается в пределах типа лесорастительных условий (т. е. по требовательности отдельных видов растений разных ярусов к трофности и влажности местообитаний) по однородному составу пород в коренных насаждениях и приблизительно

одинаковой их производительности. Кроме коренного лесного насаждения (коренного типа лесного биогеоценоза), тип леса объединяет и неопределенное количество типов производных насаждений.

Украинская типология лесов имеет применение на территории нашей страны, в частности на Урале. Однако здесь ее применение должно быть ограничено равнинными территориями Южного Урала; в горной и предгорной частях Уральских гор она недопустима, поскольку не соответствует конкретным природным условиям.

17.6. Типология леса В.Н. Сукачева

Акад. В.Н. Сукачев и его ученики (согласно И.С. Мелехову, 1980) – С.Я. Соколов, А.П. Шенников, В.А. Поварницын, А.А. Кочергин, Н.А. Коновалов, К.П. Соловьев, Б.И. Иваненко, Н.И. Пьявченко, И.Д. Юркевич, В.З. Гулишавили, Н.Е. Кабанов, Н.В. Дылис, В.Н. Смагин, Г.В. Крылов, Л.Н. Грибанов, Л.П. Рысин, А.Я. Орлов, И.П. Щербаков, А.И. Уткин и др.) внесли выдающийся вклад в развитие учения о лесной типологии. В определенной мере в основу были положены идеи Г.Ф. Морозова, выраженные им во второй период разработки учения о типах леса. Однако многие положения разработаны вновь.

В основу типологии В.Н. Сукачева положены характеристики насаждений (фитоценозов), включая нижние ярусы растительности, с учетом экологических (климат, рельеф, почвенно-гидрологические условия) факторов. Поскольку приоритет отдан растительному комплексу, типологическое направление В.Н. Сукачева называется *фитоценологическим*. Кроме того, эта лесотипологическая классификация приложима в основном к естественным, мало затронутым хозяйственной деятельностью лесам, в связи с чем ее называют иначе – *естественно-фитоценологической* классификацией. Типы леса выделяют на основе сходства и различий лесных насаждений с учетом природных факторов. Название типа леса бинарное. В названии используют доминирующую древесную породу, имея в виду, что она

является эдификатором, а также или доминанту живого напочвенного покрова, или другие ярусы растительности, или условия местообитания. Так, в сосновых лесах выделяются, например, типы леса: сосняк брусничный, сосняк липняковый, сосняк каменистый; по ельникам – ельник черничный, ельник липняковый, ельник приручье́вый.

Поскольку лесное насаждение и биогеоценоз (в трактовке В.Н. Сукачева) синонимы, то тип леса, относящийся к лесному насаждению, есть и тип лесного биогеоценоза, о чем подчеркивали и сам В.Н. Сукачев (Основы..., 1964) и другие ученые (Мелехов, 1980; и др.). Границы и лесного насаждения, и лесного биогеоценоза определяются по лесному фитоценозу и совпадают.

Спецификой типологического направления В.Н. Сукачева является признание за типом леса только участков, покрытых лесом. Непокрытые участки леса рассматриваются как самостоятельные категории типов лесорастительных условий, поскольку в этом случае нет основной составляющей для определения типа леса – древесной породы. В трактовке В.Н. Сукачева (Основы..., 1964) тип леса – «это объединение участков леса (т.е. отдельных лесных биогеоценозов), однородных по составу древесных пород, по другим ярусам растительности, фауне, по микробному населению, по климатическим, почвенно-грунтовым и гидрологическим условиям, по взаимоотношениям между растениями и средой, по внутрибиогеоценозическому и межбиогеоценозическому обмену веществом и энергией, по восстановительным процессам и по направлению смен в них. Эта однородность свойств компонентов биогеоценозов и биогеоценозов в целом, объединяемых в один тип, требует при одинаковых экономических условиях применения и однородных лесохозяйственных мероприятий».

Классификационная схема типов леса В.Н. Сукачева построена на координационной сетке по принципу «креста» (рис. 3). Имеется в виду пересечение под прямым углом двух прямых линий, на которых во все четыре стороны откладываются эдафические условия: трофность почв и их влажность. Центр «креста» около пересечения линий – осей занимает тип леса, удовлетворительный по всем эдафическим параметрам

(трофности, влажности, аэрации), в частности, сосняк и ельник кисличные. Вверх по оси идет ряд условий местопроизрастания в сторону уменьшения влажности и трофности почв; вправо представлены плодородные дренированные условия; влево – условия увеличивающегося застойного увлажнения, уменьшения количества доступных растениям минеральных веществ из-за плохого дренажа и кислой реакции почвы; вниз располагаются избыточно увлажненные местоположения, но с проточной водой, обеспечивающей минеральными веществами и кислородом. Каждому типу леса соответствует один (свой) класс бонитета.

На один «крест» можно нанести типы леса нескольких лесных формаций. Соединив внешние типы леса той или иной лесной формации линиями (границами), можно получить их типологические ареалы, что представляет собой обобщенную схему типологических ареалов различных лесных формаций. Такую обобщенную схему для сосны, лиственницы даурской, кедра сибирского, ели сибирской (европейской), лиственницы сибирской, пихты сибирской предложил В.Н. Сукачев.

Лесотипологическая схема В. Н. Сукачева, как и любая другая, имеет свои преимущества и недостатки (Белов, 1976; Львов, Ипатов, 1976; Мелехов, 1980; Алексеев, 1982, и др.).

Преимущества

1. Простота, наглядность и доступность выделения типов леса.
2. Ясность и простота названий типов леса по четко видимым древесной породе и видовому признаку типа — доминанте живого напочвенного покрова, подлесочной породе или местоположению.
3. Наглядность схем типов леса.
4. Незакрытость схем, которые могут пополняться по мере выявления новых типов леса.

Недостатки

1. Равнозначное применение в названии типов леса доминантов живого напочвенного покрова, подлеска и местоположения. Без-

Электронный архив УГЛТУ

условно, было бы лучше использовать только доминанты-индикаторы растений живого напочвенного покрова.

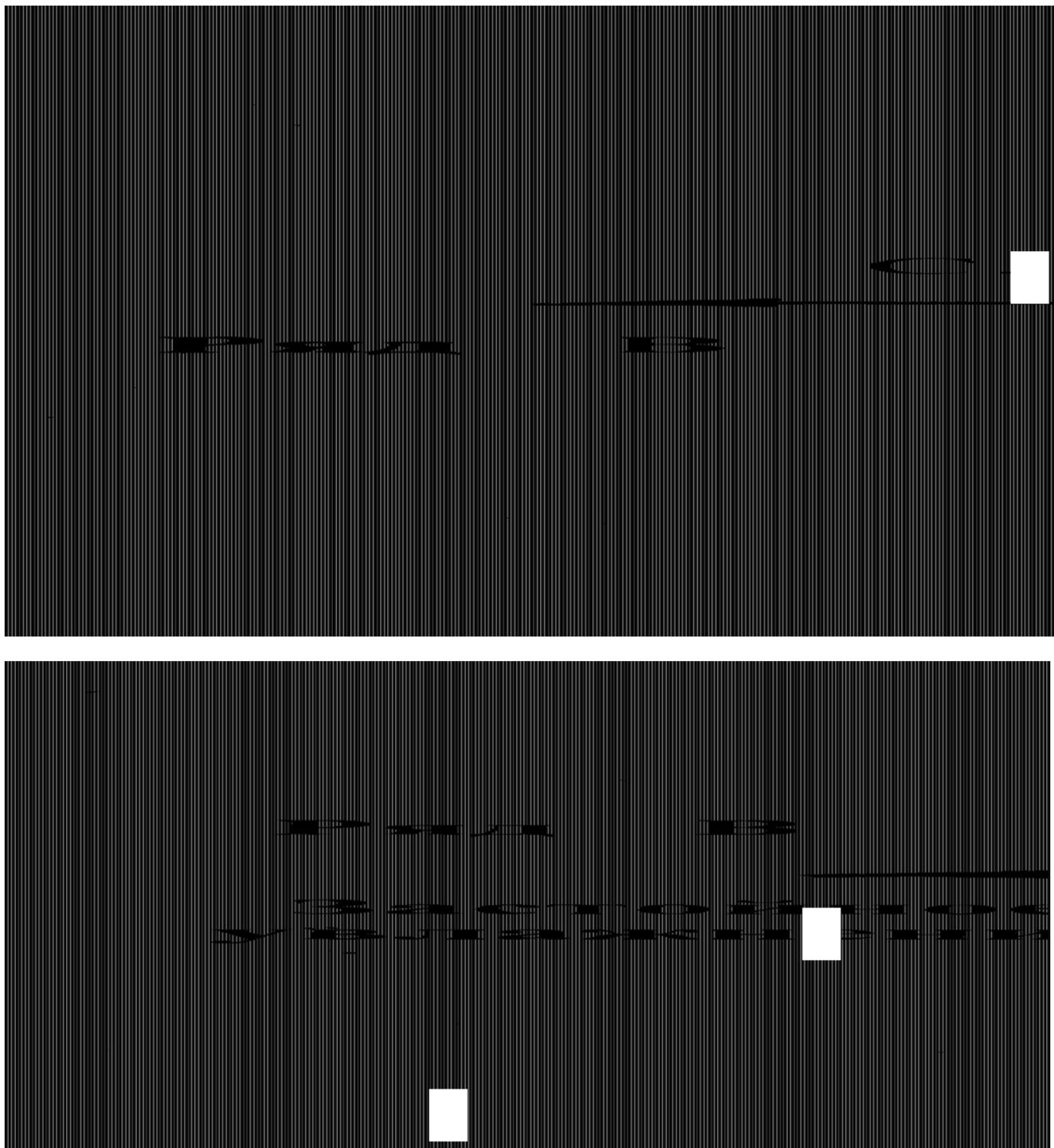


Рис. 3. Схема рядов сосновых и еловых типов лесов В.Н. Сукачева
(Белов, 1976)

2. Выделение типов леса по живому напочвенному покрову не всегда правильно отражает экологические условия. Некоторые виды растений, например, багульник, на Урале приурочены к переувлажненным местам, но встречаются и на дренированных поднятиях. Изменения в световой обстановке в лесных насаждениях, например, в результате разреживания, могут привести к изменению доминанты в живом напочвенном покрове. Черника в таежных условиях произрастает и на переувлажненных с плохой аэрацией суглинистых почвах, и на почвах свежих, относительно легких по механическому составу. Поэтому выделенный В.Н. Сукачевым тип леса черничный, занимающий место между кисличным и долгомошным, позже был разделен на черничник влажный и черничник свежий (Мелехов, 1980).

3. Выделяя в основном типы леса по живому напочвенному покрову, остальные факторы (рельеф, местоположение, состав растительности) во внимание почти не принимают. Такой подход ведет к выделению огромного количества типов леса, что не оправдано ни теоретически, ни практически.

4. Достаточно не раскрыта связь почв с типами леса, что обуславливает выделение одного и того же типа леса на различных почвах.

5. Все характеристики типов леса относятся только к возрасту спелости древостоев. Для других возрастов онтогенеза типологические критерии не разработаны и не предложены, т. е. в данной типологии не отражена динамика признаков типов леса.

6. Коренные хвойные насаждения при лесоустройстве для организации в них хозяйства включаются в хвойную секцию, что правильно. Мягколиственные насаждения, получив самостоятельный статус типа леса, включаются в мягколиственную секцию, чем закрепляется на дальнюю перспективу или навсегда смена пород.

17.7. Коренные и производные типы леса, серии и циклы типов леса

Морозов Г.Ф. подразделил типы леса на *материнские* (основные) и *временные*, полагая (Львов, Ипатов, 1976; Мелехов, 1980; Коновалов и др., 1982), что первые охватывают насаждения, в наибольшей степени соответствующие конкретным лесорастительным условиям с долговечными древесными породами. Временные же типы леса формируются древесными породами, сменившими материнские, они менее долговечные и ценные в хозяйственном отношении. Материнские типы леса – сосняки и ельники, например, временные типы леса – березняки, осинники, ольшанники, возникшие на месте сосновых и еловых типов леса. Затем В.Н. Сукачев и П.С. Погребняк по аналогии с Г.Ф. Морозовым подразделили типы леса на *коренные* и *производные* (соответственно материнские и временные – по Г.Ф. Морозову), что в большей степени соответствует существу явления (Коновалов и др., 1982).

Коренные типы леса те, которые устойчиво и длительное время существует при данных условиях произрастания. Структура насаждений исключает явление смен древостоев и других ярусов растительности. Производные типы леса те, в насаждениях которых протекают или могут протекать демутационные (восстановительные) процессы коренных эдификаторов. Однако могут быть и необратимые процессы развития производных типов леса.

Согласно В.Н. Сукачеву (Мелехов, 1980), в европейской части Российской Федерации ельники обычно имеют коренные типы леса, сосняки – производные от ельников, за исключением сухого лишайникового и сфагнового (болотного) типов. В.Н. Сукачев отнес к производному и тип леса сосняк зеленомошный, который формируется из сосняка сфагнового под влиянием осушительной мелиорации. После рубки семенного дубового древостоя взамен его формируется порослевой дубняк производного типа леса. Однако на Урале и ельники, и

сосняки формируют коренные типы леса, если не происходит смена пород.

В случае смены ели и сосны на березу, осину, ольху на Урале формируются производные типы леса. Возможна смена коренных ельников на сосновые производные насаждения. Основным фактором, влияющим на смену коренного типа леса на производный, – смена коренных древостоев на производные. Причинами этого могут быть сплошнолесосечные рубки, верховые пожары, массовые повреждения вредными насекомыми, ветровал, дигрессия насаждений под влиянием аэропромвыбросов, рекреационных нагрузок, неурегулированной пастьбы скота.

Смены типов леса, как и древостоев, могут быть (Коновалов, 1971а) *кратковременные*, когда возврат к коренному типу леса произойдет в срок до 150 лет; *длительно-временные* – возврат к коренному типу леса возможен, но в срок, превышающий 150 лет; *устойчиво-производные*, когда возврат к коренным типам леса естественным путем невозможен или возможен, но через неопределенный срок. В первом случае причина, вызывающая смену коренного типа леса производным, действует так, что древостой коренного типа леса восстанавливается в более короткие сроки, чем во втором случае, например, за один оборот рубки. При третьей же степени временности образуется устойчиво-производный тип леса, формирование из которого коренного типа леса не только невозможно без устранения причины, вызвавшей переход коренного типа леса в производный, но и требует часто активного воздействия человека. Например, систематическая вырубка березы, появившейся на месте еловых лесов, часто исключает всякое возобновление ели. Только прекращение рубки березы в 40-60 лет и подпологовые культуры ели могут сформировать коренной тип леса.

Ряд типов леса, состоящий из коренного и в его рамках производных типов леса, С.Я. Соколовым (Коновалов и др., 1982; Алексеев, 1982) назван «*серией типов леса*». Позднее В.Н. Смагин (1973) этому феномену дал название «*цикл типов леса*».

17.8. Типология леса Б.А. Ивашкевича и Б.П. Колесникова

Лесотипологическое направление, разработанное Б.П. Колесниковым и его учениками, называется *географо-генетическим*. Географизм заключается в том, что в этой классификации географический принцип спектров типов леса, выдвинутый Г.Ф. Морозовым и В.Н. Сукачевым, нашел полное реальное воплощение, поскольку типологические схемы, в частности для Свердловской области, разработаны в пределах лесорастительных таксонов – лесорастительных подзон, областей, провинций, округов (Колесников и др., 1973). Генетичность типологии заключается в том, что она охватывает все возрастные и восстановительные этапы развития леса как коренных, так и производных типов. Имеется в виду, что лес рассматривается в виде совокупности участков, где последующие этапы развиваются в недрах предыдущих, т. е. возрастные и восстановительные этапы находятся в генетической зависимости и обусловленности. Географо-генетическую классификацию следует рассматривать как более современный этап в развитии учения о типах леса по отношению к предыдущим лесотипологическим классификациям. В частности, естественно-фитоценологическая классификация В.Н. Сукачева разрабатывалась в таежных лесах, слабо подверженных хозяйственному воздействию. К этим лесам она в основном и применима. Географо-генетическая классификация разработана для лесов, в сильной мере подверженных хозяйственной деятельности человека. Генетические классификации в исторической перспективе являются закономерным продолжением естественных.

Начало генетическому направлению в лесотипологической классификации лесов положил Б.А. Ивашкевич, работая в лесах Дальнего Востока. Далее это направление развивал Б.П. Колесников с многочисленными учениками и коллегами, вначале также в лесах Дальнего Востока, главным образом в кедрово-широколиственных, а

затем на Урале. Истоки этой классификации лежат в учении о типах леса Г.Ф. Морозова и В.Н. Сукачева. В ней в полной мере реализованы идеи Г.Ф. Морозова о единстве лесной растительности и природной среды и В.Н. Сукачева – о смене пород.

Главное внимание уделено лесорастительным условиям. Тип леса – прежде всего это тип лесорастительных условий, который складывается из принадлежности участка к высотному поясу (положению над уровнем моря), крупным формам рельефа, режиму увлажнения, приуроченности к элементам рельефа, почвам. В пределах каждого типа лесорастительных условий определены коренные типы леса, типы вырубок и производные насаждения. Коренные типы леса включают и условно-коренные, под которыми понимаются типы леса, где древостои составляют материнские породы, но уже новой генерации, возникшие в результате сплошной рубки или пожаров, т. е. насаждения не являются абсолютно идентичными материнским. Коренной (условно-коренной) тип леса включает в пределах одного типа условий произрастания коренные насаждения различных лесных формаций – сосняки, ельники, кедровники, лиственничники, березняки, а также производные насаждения – короткопроизводные, длительнопроизводные и устойчиво-производные (березняки, осинники). Отсюда видно, что тип леса в рамках того или иного типа лесорастительных условий охватывает все этапы лесовосстановительной динамики, и покрытые лесом участки, и не покрытые, но потенциально лесные.

Производные насаждения имеют следующие особенности (Колесников и др., 1973).

Короткопроизводные насаждения характеризуются заметным участием главной (материнской) лесообразующей породы в составе древостоев из одной или нескольких сопутствующих (временных) пород, или она обильно представлена в подросте. В том и другом случаях преобладание главной породы в древостое обеспечивается за период жизни одного поколения короткоживущей сопутствующей (временной) породы. Древостои, как правило, частично или полностью

одновозрастные. Возникают они в результате сплошных рубок или пожаров.

Длительно-производные насаждения в составе древостоев материнскую породу имеют в небольшом количестве деревьев, которого недостаточно для восстановления ее преобладания за время жизни одного поколения сопутствующей (временно преобладающей) породы. Однако главная древесная порода способна обсеменить площадь лесного участка и образовать молодое поколение, которое в дальнейшем может достигать преобладания в древостое. Для этого типа насаждений переход к исходному материнскому насаждению возможен за период времени, превышающий возраст физической спелости одного поколения главной лесообразующей древесной породы (необходим период 3-4 поколений производных древесных пород).

К *устойчиво-производным* насаждениям относятся те, которые не имеют условий и предпосылок для естественной трансформации в сторону коренного (условно-коренного) материнского насаждения. Им свойственна необратимость лесовосстановительных смен, и они дают начало новым типам леса. Возврат к исходному типу леса возможен у них только после применения специальных лесоводственных и лесомелиоративных мероприятий.

Лесные насаждения в пределах типа леса представляют собою *типы насаждений*: сосновый тип, еловый тип и т. п. Типы леса называются, как и в классификации В.Н. Сукачева: сосняк брусничный, ельник хвощово-мшистый, кедровник чернично-мшистый и т. п. Тип насаждения – это форма существования типа леса. На стадии спелости насаждений типы леса и по классификации В.Н. Сукачева, и по классификации Б.А. Ивашкевича – Б.П. Колесникова абсолютно идентичны, о чем неоднократно как в печати, так и устно заявлял Б.П. Колесников.

Таким образом, тип леса по классификации Б.А. Ивашкевича – Б.П. Колесникова понятие более широкое, чем по классификации В.Н. Сукачева. Если по классификации В.Н. Сукачева основной низшей единицей является тип леса (тип лесного биогеоценоза), то в

классификации В.А. Ивашкевича – Б.П. Колесникова тип леса является также основной единицей, но не низшей; низшая единица соответственно это тип насаждения (лесная ассоциация, тип лесного биогеоценоза).

Согласно классификации В.Н. Сукачева, любой тип леса, зафиксированный по древесной породе (и по живому напочвенному покрову или другим признакам), предполагает соответствующие хозяйственные мероприятия, направленные на поддержание фактически сложившегося типа леса. Классификация же В.А. Ивашкевича – Б.П. Колесникова обуславливает необходимость применения мероприятий, направленных на поддержание коренных (условно-коренных) типов леса и восстановление коренных типов леса из короткопроизводных и длительно-производных типов леса. И только устойчиво-производные типы леса, когда нет условий для перевода их в коренные типы леса, фиксируются по новому типу леса на постоянный статус в лесном фонде. Коротко- и длительно-производные насаждения, вырубki и гарь с одним типом лесорастительных условий объединяются в один коренной (условно-коренной) тип леса.

Итак, тип леса в трактовке Б.П. Колесникова имеет следующее определение: «тип леса – это участки леса, принадлежащие к различным стадиям возрастных и коротковосстановительных смен, свойственных данному типу условий местопроизрастания, и характеризующиеся общностью главной породы, а также других пород, закономерно сопутствующих главной на всех стадиях указанных смен». Или проще: «тип леса – это совокупность лесных насаждений, вырубok, гарей в рамках одного типа лесорастительных условий, находящихся на различных этапах возрастной и восстановительной динамики».

В целях обеспечения электронной обработки полевых материалов по типам леса Б.П. Колесниковым и др. (1973) предложена их шифровка. Например, 331/Е-С.тр. Это значит, что на территории Среднеуральской низкогорной провинции (см. рис. 1) произрастает коренной ельник-сосняк травяной (Е-С.тр.) в низкогорно-предгорной полосе (класс лесорастительных условий «3»), характеризуется све-

жим режимом увлажнения (группа лесорастительных условий «3») и приурочен к придолинному склону с легкосуглинистой дерново-подзолистой почвой (тип лесорастительных условий «1»). Если в коренном типе леса на данном участке представлен производный березняк разнотравный, то он указывается дополнительно к коренному типу леса как тип насаждения – «березняк разнотравный»).

17.9. Черты динамической типологии И.С. Мелехова и других течений в лесной типологии

Генетическая лесотипологическая классификация, как считает И.С. Мелехов (1990), базируется в основном на природной динамике лесов, антропогенная же динамика учитывается слабо. Динамическое лесотипологическое направление предполагает учет антропогенной динамики, вызываемой главным образом широкомасштабными сплошнолесосечными рубками спелых и перестойных насаждений. Динамическая типология И.С. Мелеховым разрабатывалась с начала 60-х годов и зародилась она в недрах классификации В.Н. Сукачева. Существенную часть динамической типологии составляют типы вырубок и гарей.

Согласно трактовке И.С. Мелехова (1990), тип леса охватывает в одно целое все компоненты леса с его средой в пространстве (однородные участки леса) и во времени (определенный, четко выраженный этап или серию этапов в развитии леса). К одному типу леса относятся участки леса, объединенные общим характером древостоя, других составных частей (нижние ярусы насаждения), общими особенностями лесорастительных условий, общностью этапов и наметившихся тенденций дальнейшего развития леса. Динамическая типология охватывает экзо- и эндогенные изменения в лесу, переходы одного типа леса в другой и переход этапов в пределах одного типа леса. Значимо в концепции И.С. Мелехова то, что, как он считает, тип леса существенно изменяется не только на протяжении нескольких

поколений пород-лесообразователей, но и в пределах одного поколения.

Переход одного типа леса в другой как на протяжении ряда поколений, так и в пределах одного поколения, особенно под влиянием аэропромвыбросов и рекреационных нагрузок, признается и другими авторами (Волкорезов, Ибрагимов, 1990; Хайретдинов, Конашова, 1994; Сеннов, 2001; и др.)

В развитии типа леса И.С. Мелехов выделяет этапы: 1) предшествующий образованию леса (типы вырубок или гарей), 2) формирующегося типа леса (включая промежуточные или переходные типы леса), 3) сложившегося типа леса (в спелом возрасте древостоев). Число этапов в различных условиях может быть неодинаковым.

Наиболее разработана И.С. Мелеховым типология вырубок, как этапа типа леса. На сплошных вырубках древостоя нет, поэтому эдификаторные функции переходят в основном к живому напочвенному покрову. Безусловно, тип вырубки генетически связан с типом леса и им в основном определяется. Однако на тип вырубки влияют сезон рубок, технология и технические средства лесозаготовительных работ, последующие природные и хозяйственные воздействия на вырубки. Тип вырубки может формироваться или при воздействии огня (паловые вырубки), или без него (беспаловые вырубки). Тип вырубки дает возможность прогнозировать развитие лесообразовательных процессов на ней и соответственно назначать хозяйственные мероприятия.

Тип вырубки (Мелехов, 1980) – «совокупность участков сплошной рубки однородных по комплексу лесорастительных условий, характеризующихся определенным напочвенным покровом, микроклиматическим, почвенно-гидрологическим и микробиологическим режимами, определяющими общие тенденции изменения лесорастительных условий и лесовосстановительного процесса». Связь типов вырубок с типами леса показана на рис. 4. Из приводимой схемы видно, что чем выше плодородие почв того или иного типа леса, тем большее число типов вырубок в его рамках представлено. В лесорас-

тительных условиях, близких к пессимальным, типу леса соответствует один тип вырубки. Каждому типу вырубки свойственна специфическая микросреда, формируемая микроклиматом и эдификаторами подлеска и живого напочвенного покрова. Эти факторы в основном и определяют последующее лесовозобновление вырубок. Исследованиями в европейской части Российской Федерации выявлено (Мерзленко, 1991), что в порядке улучшения условий для лесовозобновления типы сплошных вырубок одной давности (одного этапа) располагаются в следующий ряд: таволговый, луговиковый, вейниковый, разнотравный, долгомошный, сфагновый, малинниковый, кипрейный, вересковый, кипрейно-паловый. Кипрей не только не препятствует возобновлению леса, но и подавляет развитие злаков и выполняет покровные функции по отношению к всходам и самосеву ценных древесных пород, особенно ели.

Специфическими предложениями отличаются взгляды В.Г. Нестерова (1954) по так называемой *лесоводственной* классификации типов леса. Под типом леса В.Г. Нестеров понимал «совокупность участков леса однородных по составу древесных пород и условиям среды». Наименование типам леса он дал двойное, по породе и почве или увлажнению: сосняк на свежих супесчаных почвах, сосняк сухой, ельник сложный (сурамень), ельник застойно-сырой, осинник по тальвегу. Классификация разработана для сосняков, ельников, дубняков, березняков, осинников и ольшанников. В специальной таблице дано определение типов почв и режима увлажнения для каждого типа леса, а также пределы колебаний классов бонитета.

Свои предложения по так называемой *многофакторной экологической классификации* типов леса и вырубок дал С.В. Белов (1976, 1983). Он исходил из того, что все предыдущие классификации строились только на двух факторах: например, почвенно-грунтовых условиях и ходе естественного возобновления. Этот автор предложил из множества факторов использовать для выделения типов леса следующие: преобладающую породу, рельеф, механический состав и влажность почв, класс бонитета.

Электронный архив УГЛТУ

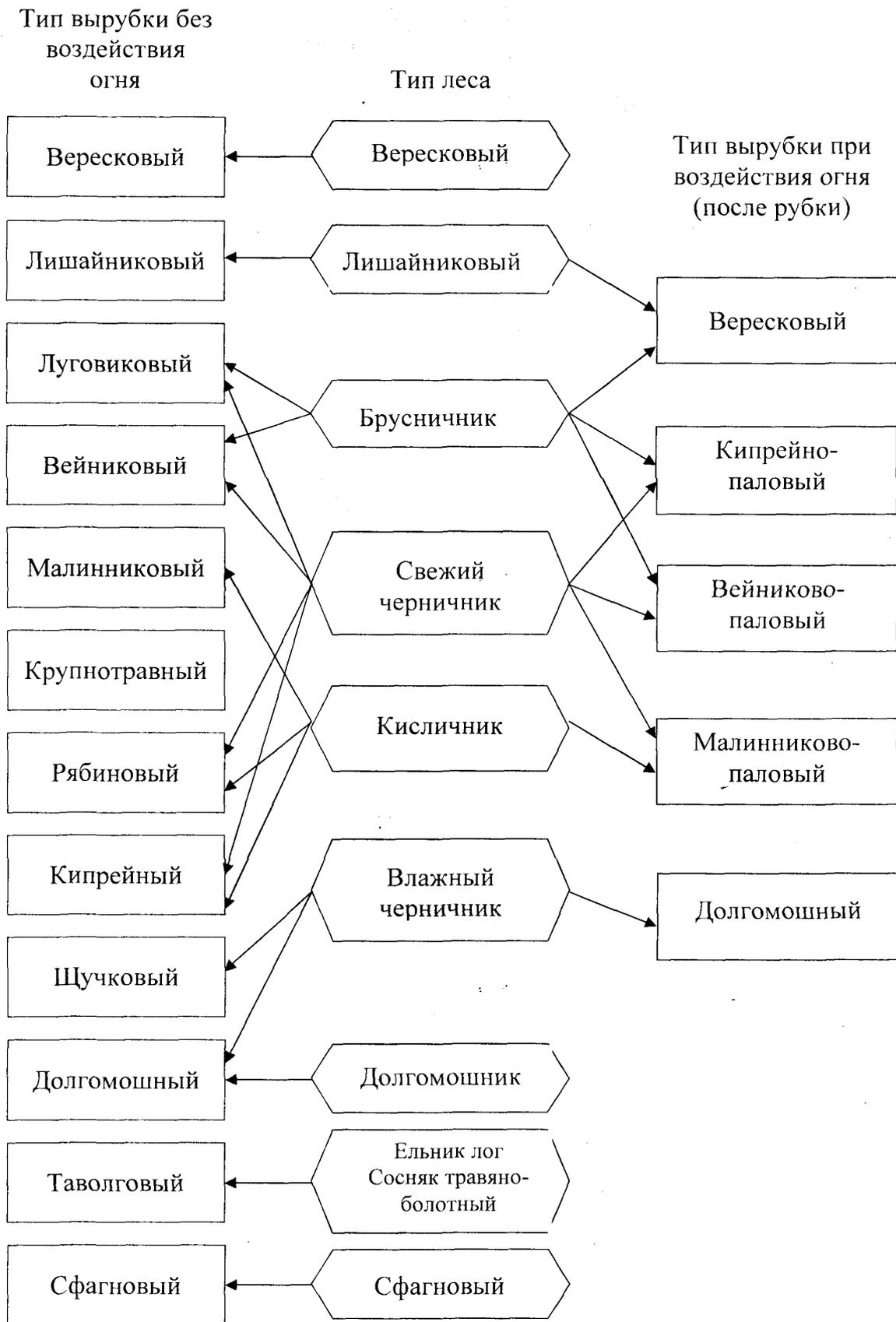


Рис. 4. Связь типов вырубок с типами леса (по И.С. Мелехову)

С.В. Белов считает, что определение типа леса В.Н. Сукачева невыполнимо, поскольку-де оно не требует однородности участков леса по составу древостоев и другим признакам. Вот определение типа леса С.В. Белова (1976): «Тип леса есть совокупность участков леса, имеющих одинаковую преобладающую породу и одинаковый характер лесорастительных условий. т.е. рельеф, почвогрунты, режим увлажнения, и близкие бонитеты (в пределах двух классов), не задержанных в росте насаждений, требующих одинаковых лесохозяйственных мероприятий при равных экономических условиях». Согласно С. В. Белову, полное название типа леса такое, например: сосняк на вершинах песчаных гряд сухой V класса бонитета или ельник средних возвышений на суглинистой свежей почве II класса бонитета.

Если сравнить изложенные концепции различных типологий, то видно, что лишь в доморозовский период типы леса выделялись по двум факторам. Более поздние классификации все базируются на множестве факторов, на их комплексе, даже украинская, в которой учитывается и древесная порода, и живой напочвенный покров, и др., тем более это характерно для географо-генетической типологии. Поэтому, к сожалению, С.В. Белов приписал недостатки предыдущим классификациям, которых они лишены. Внимательно сравнив определение типа леса В.Н. Сукачева и С.В. Белова, видим, что последнее определение абсолютно идентично первому, оно лишь в несколько сокращенном варианте. Названия типов леса С.В. Белова громоздки, они представляют собой краткое описание типов леса. Такое усложнение названия типов леса вряд ли доступно производственникам.

В литературе констатируется, что есть специфические течения в учении о типах леса, которые вносят в него элементы новизны. Это отмечается для Белоруссии (И.Д. Юркевич, В.С. Гельтман и др.), Прибалтики (К.К. Буш, Л.А. Кайрюкштис, С.П. Каразия), Кавказа (Л.Б. Махатадзе), Казахстана (Л.Н. Грибанов, В.Н. Бирюков), Сибири (Г.В. Крылов и др.), Дальнего Востока (В.А. Розенберг, Ю.И. Манько). В недрах естественно-экологического направления выдвинута концепция *биогеоэкологической* типологии, где в качестве основного

типологообразующего фактора принят материально-энергетический обмен, т. е. поток вещества и энергии в биогеоценозах (Н.В. Дылис, А.И. Уткин).

17.10. Характеристика типов леса

Характеристика сосновых, еловых, кедровых и широколиственных типов леса дается по описаниям Н.А. Коновалова (1971а), который, в свою очередь, использовал все накопившиеся данные предшествующих исследований, проведенных на Урале. Характеристики относятся к насаждениям в стадии спелости и перестойности. Применена классификация В.Н. Сукачева. Приводим их в виде табл. 31, полагая, что табличный материал будет легче воспринят студентами, чем текстовой. Кроме того, следует иметь в виду и таблицы Б.П. Колесникова и др. (1973) типов лесорастительных условий и типов леса, которые разработаны на основе географо-генетической классификации для Свердловской области в пределах 3 лесорастительных областей, 8 лесорастительных провинций, 6 лесорастительных подзон и 21 лесорастительного округа. В них описано 362 коренных (условно-коренных) типов леса в стадии спелости и перестойности насаждений: сосняков, сосняков-ельников, ельников-сосняков, ельников, кедровников, березняков, сероольшанников, лиственничников, пихтарников, дубняков.

Таблица 31

Характеристика типов леса Урала

Тип леса (шифр)	Местоположение	Почва	Класс бонитета	Модальная полнота	Доминанты живого напочвенного покрова
1	2	3	4	5	6
Сосняки					
Нагорный (С. нг.)	Возвышенные места	Каменистая	IV-V	0,4–0,5	Брусника, кошачья лапка
Лишайниковый (С. лш.)	Вершины дюн	Песчаная	IV-V	0,5–0,7	То же, лишайники

Продолжение табл. 31

1	2	3	4	5	6
Брусничный (С. бр.)	Вершины холмов	Суховатые суглинки и супеси	IV	0,7–0,8	Брусника, вейник лесной
Ягодниково- вый (С. яг.)	Пологие склоны	Свежие суглинки и супеси	II-III	0,8–0,9	Брусника, черника, вейник
Черничный (С. черн.)	Нижние части склонов, ровные места	Свежие и влажные суглинки и супеси	II	0,8–0,9	Черника, брусника, костяника
Кисличный (С. кс.)	Нижние части склонов	Глубокая, подстилаемая известняком	III-IV	0,8–0,9	Кисличка, сплошной моховой покров
Разнотравный (С. ртр.)	Пологие склоны и ровные места	Свежие суглинки и супеси	II	0,8	Разнообразный покров
Липняковый (С. лп.)	Нижние части склонов	Богатые суглинки и супеси	I-II	0,8–0,9	Вейник, аконит, медуница
Долгомошный (С. дгм.)	Пониженные слабо дренированные места	Подзолистая слабо заболоченная	III-IV	0,7–0,8	Черника, брусника, лабазник
Сфагновый (С. сф.)	Места с застойной влагой	Торфяная	V-Va	0,6–0,7	Багульник, кассандра, пушица
Осоково-сфагновый (С. ос.-сф.)	Места со слабо проточной влагой	То же	V	0,6–0,7	Сфагнум, осоки
Сфагново-хвощовый (С. сф.-хв.)	То же	Болотная	IV-V	0,5–0,7	Хвощ, багульник, кассандра
Приручье- вый (С. прч.)	Вдоль ручьев	Аллювиально-делювиальная переувлажненная	II-III	0,8	Вейник ланцетовидный, таволга
Ельники					
Хребтовый (Е. хр.)	Хребты и крутые склоны	Каменистая слабо развитая	V-Va	0,5	Герань лесная, брусника, грушанка

Продолжение табл. 31

1	2	3	4	5	6
Нагорный (Е. нг.)	Вершины холмов и повышенные участки водоразделов	Щебнистые подзолистые суглинки	IV-V	0,5–0,6	Брусника, черника, майник
Черничный (Е. черн.)	Нижние и средние части склонов, ровные местоположения	Подзолистая суглинистая и супесчаная	II-III	0,8–0,9	Черника, кисличка, седмичник, брусника
Зеленомошный (Е. зм.)	В основном ровные участки	Подзолистая суглинистая	V	0,7–0,9	Папоротник, седмичник, линнея, кислица
Разнотравный (Е. ртр.)	Пологие склоны и ровные дренированные места	Дерново-подзолистая влажноватая	II-III	0,8–0,9	Вейник лесной, борец, костяника, сныть
Кисличный (Е. кс.)	Ровные дренированные места и пологие склоны	Дерново-подзолистая суглинистая и супесчаная	I-III	0,8–0,9	Кислица, майник, копытень, костяника, линнея
Липняковый (Е. лп.)	Склоны пологие и средней крутизны	Дерново-слабо-подзолистая или перегнойно-карбонатная	I-II	0,9	Сныть, кислица, ясменник, майник, фиалка, аконит
Приручьевый (Е. прч.)	Долины небольших речек	Дерново-подзолистая иловатая влажная	II-IV	0,7–0,8	Гаволга, аконит, дудник, осот
Долгомошный (Е. дгм.)	Ровные пониженные с затрудненным дренажом	Подзолисто-глеявая	III-V	0,7–0,8	Хвощ, осоки, молиния, багульник
Хвощовый (Е. хв.)	Заболачивающиеся долины речек	Глееватые суглинки	IV	0,7–0,8	Хвощ, вейник лесной
Сфагновый (Е. сф.)	Пониженные участки со слабо проточной влагой	Торфяно-болотная	V-Va	0,4	Осоки, черника, папоротник

1	2	3	4	5	6
Кедровники					
<i>Горные условия</i>					
Каменистый (К. км.)	Верхние и средние части увалов	Грубо- щепневато- каменистая	V	0,5–0,6	Брусника, вей- ник, черника, костяника
Кислично- разнотрав- ный (К. кс.-ртр.)	Нижние части увалов	Дерново- подзолистая суглинистая	III	0,7–0,8	Кисличка, вей- ник, папорот- ник, майник
Вейниково- разнотрав- ный (К. вн.-ртр.)	Средние части увалов	Дерново- подзолистая суглинистая	III	0,7–0,8	Вейник, кис- личка, папо- ротник, майник
Зеленомош- ный (К. зм.)	Нижние части увалов или ровные места	Подзолистая суглинистая маломощная	IV	0,7–0,8	Брусника, чер- ника, майник, хвощ, сплошь мхи
Черничный (К. черн.)	Верхние и средние части увалов	Маломощная горно-лесная	V	0,6–0,7	Черника, брус- ника, майник, кисличка, сплошь мхи
<i>Равнинные условия</i>					
Кисличный (К. кс.)	Ровные места на междуречьях	Дерново- среднеподзо- листая	II	0,7–0,8	Кисличка, вей- ник, брусника, мхи
Сфагново- травяной (С. сф.-тр.)	Приподнятые местоположе- ния	Подзолистая суглинистая, глеевая	III	0,7	Хвощ лесной, осоки, сфагнум
Хвощово- зеленомош- ный (К. хв.- зм.)	Низкие избы- точно увлаж- ненные места	Подзолистая суглинистая, глеевая	IV	0,6–0,7	Хвощ лесной, осоки, папо- ротник
Осоково- сфагновый (К. ос.-сф.)	Низкие пере- увлажненные места	Торфянистая	IV	0,7–0,8	Осоки, багуль- ник, сфагнум
Сфагново- хвощовый (С. сф.-хв.)	Низкие пере- увлажненные места	Торфяно- глеевая	IV	0,6–0,7	Хвощ лесной, осоки, сплошь мхи, в основ- ном из сфаг- нума

1	2	3	4	5	6
Сфагновый (К. сф.)	Низинные места с застойным увлажнением	Торфяно-глеевая	V	0,4–0,5	Хвощ, багульник, сплошь сфагнум
Дубняки (дубравы)					
Снытевый (Д. сн.)	Равнинные места	Серая и светло-серая	III	0,8	Сныть, злаки, костяника
Широко-травный (Д. штр.)	Нижние и средние части склонов	Темно-серая суглинистая и черноземные суглинки	III	0,8	Аконит, сныть, вейник, осот
Костяничниковый (Д. ксч.)	Нижние части склонов и ровные места	Серая лесная гумусированная	II	0,8	Костяника, вейник, папоротник
Злаковый (Д. зл.)	Плато и пологие склоны южной экспозиции	Серая и светло-серая лесная	IV	0,6–0,7	Вейник, папоротник, клубника
Вейниковый (Д. вн.)	Средние части склонов высоких хребтов	Мелкие суглинки, серая лесная	V-Va	0,5–0,6	Вейник, типчак, клубника, подмаренник
Типчаковый (Д. тч.)	Верхние части склонов, южная экспозиция	Мелкая грубоскелетная суглинистая сухая	V-Va	0,5–0,6	Типчак, вейник

17.11. Группы типов леса

Природное разнообразие лесов обусловило выделение огромного числа типов леса, особенно с использованием естественно-фитоценотической и географо-генетической классификаций. Буквально, любой градиент в признаках, принятых в качестве типобразующих, служил поводом для обособления типа леса. На Дальнем Востоке было выделено 800 типов леса (Мороз, 1973). В Свердловской области нет большого породного разнообразия в лесах по сравнению с Дальним Востоком, однако типов леса выделено также много.

Выделение большого разнообразия типов леса лишено практического смысла. По ним невозможно организовать лесоустройство и тем более хозяйство, поскольку градиентная разница в признаках типологических признаков настолько мала, что хозяйственные мероприятия по своим параметрам практически по типам леса неотличимы. Это обусловило необходимость сокращения числа типов леса главным образом путем объединения их в группы.

На необходимость объединения типов леса в группы указал еще Г.Ф. Морозов (Коновалов, 1971а). Позднее эта идея настойчиво пробивала себе дорогу в теорию и практику лесной типологии (Основы..., 1964; Колесников, 1969а,б; Коновалов, 1971а; Буш, 1973; Кабанов, 1973; Махатадзе, 1973; Мороз, 1973; Колесников и др., 1973; Рысин, 1974; Мелехов, 1976, 1980; Побединский, 1977; Фильрозе и др., 1990; и др.). К.К. Буш (1973) считает, что для каждого географического региона (лесорастительного таксона) число укрупненных типов леса (групп типов леса) должно быть не более 25. Для Дальнего Востока (имеются в виду все лесорастительные таксоны) 800 типов леса были объединены в 117 групп (Мороз, 1973), А.В. Побединский (1977) рекомендует для каждого лесорастительного таксона иметь 5-6 групп типов леса.

Принципы образования групп типов леса предлагаются разные. Одни ученые (Основы..., 1964; Колесников, 1969а,б; Коновалов, 1971б; Кабанов, 1973) в основу кладут одинаковость типов условий местопроизрастаний, один эдификатор (одну древесную породу), близкую структуру подлеска, травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового покровов. Другая группа ученых (Мелехов, 1976; Побединский, 1977) образование групп типов леса подчиняет интересам проведения лесохозяйственных мероприятий, т. е. группы типов леса должны включать типы леса, однородные по комплексам проводимых мероприятий. Л.Б. Махатадзе (1973) считает, что критериями объединения типов леса в группы должны быть как природные признаки, так и направленность лесохозяйственных мероприятий. Л.П. Рысин (1974) предлагает в одну группу типов леса включать типы леса, ло-

кализованные по лесорастительным регионам, назвав их *географическим рядом* типов леса. В одну группу войдут в данном случае сосняки брусничные разных подзон тайги, соответственно ягодниковые типы леса образуют другую группу и т. д. Такая группировка типов леса используется в географо-генетической классификации Б.А. Ивашкевича – Б.П. Колесникова.

По классификации типов леса В.Н.Сукачева выделяется 6 групп: 1 – сухие типы леса (лишайниковый, вересковый); 2 – мшистые типы леса (брусничный, ягодниковый, кисличный); 3 – сложные типы леса (липняковый, лещиновый, дубняковый); 4 – долгомошная (тип леса долгомошный); 5 – влажные травяные типы леса (травяной, приручевый); 6 – сфагновая (тип леса сфагновый, багульниковый, осоково-сфагновый, хвощово-сфагновый). Аналогичную группировку сосновых типов леса дал Н.А. Коновалов (1971б). Им выделено 7 групп, те же, что приведены выше, и еще одна группа – разнотравные типы леса (разнотравный, орляковый). Для еловых лесов им выделены те же 6 групп.

На основе имевшихся научных разработок по группировке типов леса вариант из 7 групп дан для практического применения в «Правилах рубок главного пользования в лесах Урала» (1994). Типы леса объединены по режиму увлажнения, почвам и приуроченности к крупным элементам рельефа. Эти группы охватывают следующие типы леса: 1-я — нагорный и лишайниковый, высокогорные редколесья и криволесья, преимущественно с неустойчивыми по увлажнению примитивно-аккумулятивными фрагментарными каменистыми почвами на верхних частях склонов, водоразделах и прилегающих к ним склонах; 2-я – брусничный, со свежими периодически сухими и периодически влажными сравнительно глубокими супесчаными или легкосуглинистыми слабоподзолистыми почвами на возвышенных и склоновых элементах рельефа; 3-я – ягодниковый, со свежими, периодически сухими и устойчиво свежими щебнистыми горно-лесными дерново-подзолистыми почвами на вершинах спокойных возвышенностей; 4-я – липняковый, разнотравный, кисличный, сложный, с

устойчиво свежими, периодически влажными бурыми горно-лесными слабоподзоленными суглинистыми почвами на покатых и крутых склонах; 5-я – крупнотравно-приручьевый и долгомошный, с влажными периодически сырыми лесными оглеенными почвами на днищах логов, прирусловых частях долин, ручьев и небольших речек; 6-я – мшисто-хвощовый, с влажными периодически сырыми, перегнойно-торфянистыми оглеенными тяжелосуглинистыми почвами на выровненных местоположениях и неглубоких понижениях в условиях плоских водоразделов; 7-я – сфагновый и травяно-болотный, с устойчиво сырыми и мокрыми торфяно-глеевыми тяжелыми почвами в надпойменных широких речных долинах вблизи коренного берега.

Уральская ЛОС (Исаева, Луганский, 1980) для сосняков и ельников Свердловской области предложила свою группировку типов леса в соответствии с географо-генетической классификацией (табл. 32). Типы леса объединены в 9 хозяйственных групп. Каждая группа включает основные, наиболее представленные в лесном фонде и хозяйственно важные на определенной территории типы леса по сходству естественно-природных характеристик, одинаковому комплексу мероприятий по ведению хозяйства в них и близким параметрам проведения работ.

17.12. Значение лесной типологии для теории и практики лесного хозяйства

Типы леса обусловлены большим количеством признаков и свойств (количественных и качественных) природного и антропогенного происхождения, поэтому учение о типах леса (лесная типология) есть синтез всех лесоводческих знаний. Лесная типология, таким образом, является обобщающей, заключительной частью науки о природе леса.

Хозяйственные группы типов леса в Свердловской области

Группа типов леса, их доля в лесопокрытой площади, %	Группы типов лесорастительных условий по режиму увлажнения	Местоположение, рельеф	Почвы	Классы бонитета	Возобновление под пологом
1	2	3	4	5	6
Нагорная, 1	Свежие с неустойчивым режимом увлажнения	Каменистые вершины, верхние и средние части крутых и покатых склонов	Каменистые бурые горно-лесные	V-Va	Слабое
Брусничная, 8	Свежие периодически сухие	Выпуклые водоразделы и части увалов, крутые и покатые склоны	Щебенчатые бурые горно-лесные	IV-V	Хорошее
Ягодниково-зеленомошная, 18	Устойчиво свежие	Водораздельные участки и прилегающие пологие склоны, придолинные склоны южных экспозиций	Подзолистые супесчаные или суглинистые, бурые горно-лесные	III-IV	Хорошее
Травяно-зеленомошная, 24	Влажные периодически свежие	Нижние части пологих склонов, плоские и плоско-вогнутые участки	Дерново-подзолистые и подзолистые супесчаные или суглинистые, на юго-востоке – серые лесные	II-IV	В основном хорошее

Электронный архив УГЛТУ

Окончание табл. 32

1	2	3	4	5	6
Разнотравная, 15	Свежие периодически влажные	Пологие и покатые склоны, ровные слегка приподнятые участки водоразделов	Бурые горно-лесные, дерново-подзолистые суглинистые, серые лесные	II	Слабое и удовлетворительное
Липняковая, 4	Устойчиво свежие	Плоские вершины невысоких возвышенностей, покатые склоны, нижние части пологих склонов	Дерново-подзолистые суглинистые, бурые горно-лесные, на юге – серые лесные	I-III	Удовлетворительное
Крупнотравно-приручьевая, 3	Устойчиво влажные	Нижние части пологих склонов, неширокие террасы рек, днища ручьев и речек	Подзолистые глубокие супесчаные, аккумулятивно-глеевые суглинистые	III-IV	Слабое и удовлетворительное
Долгомошно-хвощовая, 8	Влажные периодически сырые	Плоские ложбины, между-речья, гривы среди болот	Торфяно-подзолисто-глеевые	IV-V	От слабого на севере до хорошего на юге
Торфяно-болотная и сфагновая, 19	Устойчиво сырые и мокрые	Западины, низкие поймы долин, болота	Торфяно-болотные, торфянисто-глеевые	V-Va	Слабое

Типологические исследования лесов позволили вскрыть многие процессы и закономерности в жизни леса. Выявлено ведущее значение типов лесорастительных условий в формировании леса, вскрыта общая картина лесовозобновительных процессов по типам леса в рамках различных лесорастительных регионов, установлена типологическая специфика параметров малого биологического круговорота, исследованы закономерности возрастной и восстановительной динамики лесов, материально-энергетического баланса и др. Подобные работы в дальнейшем должны быть расширены и углублены. Возможно, удастся выработать единую лесотипологическую классификацию, которая позволила бы повысить теоретическую и практическую результативность лесной типологии. Правильное ведение лесного хозяйства на научной основе, его дальнейшая интенсификация, повышение продуктивности лесов могут быть обеспечены только при успешном использовании лесной типологии, т.е. типология леса – это теоретическая основа нормирования и интенсификации лесного хозяйства.

Различные типы леса отличаются между собой по местоположению, почвенно-грунтовым условиям, составом древостоев, нижними ярусами растительности, производительностью древостоев и продуктивностью насаждений, ходом естественных процессов лесовозобновления. Как показали исследования Р.С. Зубаревой в лесах Урала (Зубарева, 1981), изученные типы леса существенно отличаются между собой и по комплексу микроклиматических показателей. Одни типы леса (сосняк брусничный, например) излишне прогреваются, у них ниже относительная влажность воздуха, большие перепады суточных температур и др. Это отрицательно отражается на процессах естественного лесовозобновления и роста всходов, самосева и подроста. В других типах леса (например ельник хвощово-осоковый) отмечается излишек влаги и недостаток тепла, почвы даже летом достаточно не прогреваются, в связи с чем приросты древостоев остаются низкими.

Типы леса имеют различное народно-хозяйственное значение. Нагорная и брусничная группы типов леса в наибольшей мере ценны

в связи с их почвозащитными функциями; ягодниково-зеленомошная, травяно-зеленомошная, разнотравная группы остаются в основном как источники древесного сырья; крупнотравно-приручьевая, долгомошно-хвощовая, травяно-болотная и сфагновая группы имеют приоритет в водоохранном и водорегулирующем направлениях. Безусловно, для всех групп типов леса характерен широкий спектр экологических функций.

Различия в основном народно-хозяйственном значении групп типов леса, структурных особенностей их древостоев, ходе естественного возобновления, степени устойчивости древостоев против ветровала и других признаков обуславливают необходимость дифференциации комплексов лесохозяйственных мероприятий и их параметров. Брусничная группа сосняков и ельников хорошо возобновляется естественным путем, древостои у них одновозрастные, поэтому здесь допустимы сплошнолесосечные рубки. Разнотравная группа сосняков и ельников возобновляется слабо, особенно на сплошных вырубках, поэтому для ее лесных насаждений целесообразны выборочные рубки, желательны с мерами содействия естественному лесовозобновлению. В ельниках высокопроизводительных групп типов леса с разновозрастными древостоями также эффективны выборочные рубки.

Дифференцируются по типам леса и группам типов леса такие мероприятия, как оставление обсеменителей на сплошных вырубках, способы очистки лесосек, меры содействия естественному лесовозобновлению, борьба с пожарами. Типы леса определяют тип лесных культур, способы их создания и выращивания. Чем более ветровальны древостои в тех или иных типах леса, тем большие по размерам оставляются обсеменители. В ветроустойчивых древостоях оставляются отдельные деревья (брусничная группа типов леса), в слабоустойчивых (крупнотравно-приручьевая, долгомошно-хвощовая группы) допустимы обсеменители в виде куртин и полос леса, которые отличаются повышенной ветроустойчивостью по сравнению с отдельно стоящими деревьями. В нагорной и брусничной группах ти-

пов леса с низкотрофными лесорастительными условиями порубочные остатки после рубки леса следует разбрасывать по площади для обогащения почвы питательными веществами, в крупнотравно-приручьевой и долгомошно-сфагновой группах их надо складировать в кучи и валы и оставлять на перегнивание. Перегнив, кучи и валы оставят микроповышения, на которых происходит лесовозобновление. Обработку почвы с целью содействия естественному возобновлению в типах леса с сухими и суховатыми лесорастительными условиями необходимо проводить путем создания микропонижений, а в переувлажненных типах лесах – микроповышений.

В настоящее время по различным лесорастительным регионам разрабатываются комплексы лесохозяйственных мероприятий, дифференцированных по типам леса или группам типов леса.

Актуальность лесной типологии Е.П. Смолоногов (2006) выразил в следующей формулировке: «Тип леса – основная единица классификации лесных биогеоценозов, научная база для разностороннего изучения лесного покрова и разработки рациональных систем использования и воспроизводства лесных ресурсов, а также комплекса хозяйственных мер, повышающих биоресурсную роль и социально-экономическую значимость лесного покрова тех или иных территорий».

Несмотря на большое значение лесной типологии для обеспечения необходимого технического уровня ведения лесного хозяйства и на достаточную давность теоретических разработок, внедрение типологии и производство идет с большим трудом (Побединский, 1973; Мороз, 1973 и др.). А.В. Побединский (1973) считает, что широкому внедрению в практику лесного хозяйства лесной типологии мешают следующие причины:

- использование в одних и тех же лесорастительных регионах и лесных массивах при проведении очередных лесоустроительных работ различных лесотипологических классификаций;
- часто выделяется совершенно неоправданно большое количество типов леса, значительно превышающее число по классификации В.Н. Сукачева;

Электронный архив УГЛТУ

- определяя тип леса только по живому напочвенному покрову при очередном лесоустройстве, таксаторы затрудняются в его идентификации или даже присваивают ему другой статус;

- в большинстве регионов нет еще разработанных комплексов лесохозяйственных мероприятий по типам леса или группам типов леса.

Контрольные вопросы

1. Понятие о типе лесорастительных условий.
2. Что понимается под типом леса?
3. Истоки лесной типологии (классификации Н.К. Генко, И.И. Гуторовича).
4. Два этапа учения о типах леса Г.Ф. Морозова, в чем их суть и отличия.
5. Содержание (суть) эдафической сетки типов леса.
6. Как записать тип лесорастительных условий и тип леса по эдафической сетке?
7. Объясните, почему эдафическая сетка типов леса не может быть применена в горных условиях Урала.
8. По каким признакам выделяются типы леса согласно учению о типах леса В.Н. Сукачева?
9. Дайте определение типа леса по учению В.Н. Сукачева.
10. Что такое «крест» типов леса В.Н. Сукачева и его содержание?
11. В чем заключаются преимущества и недостатки типологии В.Н. Сукачева?
12. Дайте понятие о коренных и производных типах леса.
13. Объем типа леса по географо-генетической классификации.
14. В чем отличие и сходство фитоценологической и географо-генетической классификаций?
15. Назовите три типа продолжительности продуктивности лесных насаждений (по географо-генетической классификации) и в чем их лесоводственное значение.

Электронный архив УГЛТУ

16. В чем смысл предложений И.С. Мелехова о динамическом подходе к лесотипологической классификации?

17. Что такое тип сплошной вырубki и его значение для лесоведения и лесоводства?

18. Есть ли генетические связи типа вырубok с типами леса и их примеры?

19. Понятие о группах типов леса и примеры группировок.

20. В чем заключается значение лесной типологии для лесоведения и теории и практики лесного хозяйства?

18. ЛЕСА БУДУЩЕГО

В нашей стране давно обсуждается проблема формирования лесов будущего, однако попытка научно моделировать их предпринята относительно недавно. Проблема формирования лесов будущего сложная и многогранная. В ее рамках следует учитывать не только то, какие должны быть леса будущего, но и тенденции развития экономики отдельных крупных природно-экономических регионов и страны в целом, а также мировой конъюнктуры на лесную продукцию и потребностей в экологических и социальных функциях лесов. Возможно, надо учесть и такие факторы, как народонаселение и ожидаемое резкое потепление климата Земли. Несомненно, надо исходить из того, что лесопользование по своим видам в будущем будет усиливаться, поэтому необходимо адекватно формировать леса будущего. При этом следует руководствоваться следующим основными направлениями.

1. Все леса Российской Федерации должны быть государственными. Только государство в состоянии обеспечить в полном объеме для всех огромных по площади и разнообразных по природным условиям и хозяйственному назначению лесов единую техническую политику по ведению в них хозяйства, необходимое материальное обеспечение и рациональное непрерывное лесопользование. И частные леса, и леса арендованные в целях ресурсного лесопользования обречены на все усиливающуюся деградацию в связи с единственным мотивом – получением прибыли.

2. Для каждого природно-хозяйственного региона необходимо обосновать и принять соотношение категорий земель (приблизительно по схеме): леса, аграрные территории, луга и пастбища, водные и болотные территории, индустриально-урбанизированные площади; могут быть предусмотрены и некоторые другие категории земель.

Безусловно, лесистость необходимо рассчитывать по оптимальному комплексному варианту.

3. В пределах природно-хозяйственных регионов определить наиболее продуктивные лесные формации, на которые в основном направлять хозяйство.

4. Формировать леса будущего по вариантам естественных или искусственных эталонных (модельных) насаждений, выделенных по типам леса или группам типов леса в каждом природно-хозяйственном регионе. Эти эталонные насаждения должны отвечать следующим требованиям (Лосицкий, Чуенков, 1980):

- состав и структура древостоев должны максимально обеспечивать использование потенциала плодородия почвы в данных климатических условиях;

- древостои формируются только из хозяйственно ценных пород, устойчивых против неблагоприятных внешних факторов;

- строение и сортиментная структура древостоев рассчитываются на получение продукции в соответствии с потребностями народного хозяйства в ближайшей и отдаленной перспективе;

- насаждение наилучшим образом должно выполнять экологические функции.

5. Лесовосстановление осуществлять по научно обоснованным нормативам соотношения естественного и искусственного методов, не допуская смену ценных пород на менее ценные; в таежных условиях абсолютное преобладание принадлежит естественному методу.

6. Совершенствовать соотношение категорий земель, увеличивая долю наиболее ценных, с жесткими режимами хозяйства, лесных насаждений (национальных парков, заповедников, заказников, памятников природы и т.д., и т.п.).

7. Вести работу по организации лесосеменного хозяйства страны на основе генотипической изменчивости древесных пород, а не на фенотипической изменчивости, как в настоящее время. Это направление за многие десятилетия с большими материальными затратами себя не оправдало.

8. Формировать леса будущего необходимо за счет естественных, а в нужных условиях искусственных насаждений из наиболее продуктивных быстрорастущих пород; древостои создавать смешанными, сложными, по возможности разновозрастными.

9. Разработать системы хозяйств и комплексы мероприятий по категориям лесных земель и группам типов леса для каждого природно-хозяйственного региона.

10. Усилить борьбу по защите лесов от глубокого негативного воздействия на них аэротехногенных загрязнений, нефтегазодобычи, неадекватных природе леса мероприятий (крупномасштабных сплошных рубок, неэкологизированных рубок и т.п.). Непринятие мер по формированию лесов будущего приведет к дальнейшей (необратимой) их деградации, а, возможно, и к глобальной экологической катастрофе.

11. Расширять плантационное выращивание лесных насаждений на основе применения интенсивных технологий из высокопродуктивных быстрорастущих древесных пород. На Урале это лиственница Сукачева или сибирская, различные виды тополя, включая гибридные сорта, кедр сибирский, некоторые интродуценты. Выращиваемые плантационным методом лесные насаждения могут быть приближены к местам потребления, и они заместят древесину из естественных лесов.

12. Создавать условия для эффективного побочного лесопользования (грибы, ягоды, орехи, лекарственное сырье, дикие животные и т.п.), что позволит поднять экономическую рентабельность лесного хозяйства.

13. Увеличить государственное финансирование лесного хозяйства, которое, как отмечено XI Всемирным лесным конгрессом, проведенным в Анталье (Турция) в 1997 г. (Итоги..., 2000), во многих странах остается низким. Это касается и Российской Федерации.

14. Расширять и углублять фундаментальные и прикладные научно-исследовательские работы, без которых прогресс в формировании лесов будущего невозможен.

Электронный архив УГЛТУ

Изложенными направлениями в формировании лесов будущего их спектр не исчерпан.

Контрольные вопросы

1. Какие причины вызывают необходимость пересматривать техническую политику по отношению к лесам будущего?
2. Каковы наиболее актуальные направления в формировании лесов будущего?
3. Назовите свои (дополнительные) направления (мероприятия) по формированию лесов будущего.
4. Почему леса Российской Федерации целесообразно сохранять в руках государства?
5. В чем смысл увеличения в лесном фонде доли лесов защитного назначения?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Абатуров Ю.Д. Некоторые особенности биологического круговорота азота и зольных элементов в сосняках Южного Урала // Лесные почвы Урала. Свердловск, 1966. С. 55 - 56.

Абатуров Ю.Д., Зворыкина К.В., Ильюшенко А.Ф. Типы березовых лесов центральной части южной тайги. М., 1982. 156 с.

Абоимов А.П. и др. Эколого-географические особенности при-тундровых лесов Сибири // Эколого-географические проблемы сохранения и восстановления лесов Севера / А.П. Абоимов, А.И. Бондарев, И.А. Коротко, М.А. Софронов. Архангельск, 1991. С. 64 - 69.

Абрамчук А.В. Антропогенные изменения растительности лесостепного Зауралья // Человек и ландшафты. 1. Общие проблемы изучения антропогенных ландшафтов. Свердловск, 1979. С. 3 - 4.

Алексеев В.А. Световой режим леса // Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. Л., 1965. С. 7 - 8.

Алексеев В.А. Экология лесов Центральной Азии. Л., 1982. 88 с.

Алексеев В.А., Кобак К.И. Поглощение и использование фотосинтетически активной радиации на прирост древесины сосновых древостоев // Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. Л., 1965. С. 18.

Алексеев В.И. Возобновление ели на вырубках. М., 1978. 130 с.

Алентьев П.Н. Восстановление дубовых лесов Северного Кавказа и повышение их продуктивности. Майкоп, 1976. 228 с.

Алехин В.В. География растений. М., 1950. 420 с.

Аникеева В.А. и др. Лесоводственно-экологическая и экономическая оценка антропогенных воздействий на лесные биогеоценозы и их регулирование на Европейском Севере // Международный симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие» / В.А. Аникеева, Г.А. Чибисов, Н.И. Вялых, Н.И. Кубрак, В.С. Серый, В.А. Гущин. Ч. IV. М., 1990. С. 49-61.

Артемьев А.И., Боголепов В.Г. Урожайность клюквы в сосняках осоково-сфагновых // Проблемы продовольственного и кормового использования недревесных и второстепенных лесных ресурсов. Красноярск, 1983. С. 33.

Асютин П.Ф. Биологический круговорот азота и зольных элементов в хвойных насаждениях БССР // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 252 - 254.

Аткин А.С. Фитомасса и обмен веществ в сосновых лесах. Красноярск, 1984. 34 с.

Аткин А.С., Аткина Л.И. Оценка хозяйственной деятельности человека в лесу // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 6 - 8.

Атрохин В.Г. Методы и программы рубок ухода за лесом // Оптимизация рубок ухода за лесом. М., 1985. С. 3 - 37.

Атрохин В.Г., Власюк В.Н. Окружающая среда и лесное хозяйство. Пушкино, 1980. 95 с.

Атрохин В.Г., Иевинь И.К. Рубки ухода и промежуточное пользование. М., 1985. 255 с.

Бабинцева Р.М. Лесообразовательный процесс в региональной системе лесохозяйственных мероприятий // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С. 9-11.

Бабушкина Л.Г. и др. Проблемы лесного хозяйства в районах промышленных выбросов таежной зоны Урала // Междунар. симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие» / Л.Г. Бабушкина, Е.М. Дорожкин, В.А. Калинин, Н.А. Луганский, Б.С. Фимушин, В.А. Щавровский. Ч. II. М., 1990. С. 89 - 99.

Бабушкина Л.Г. и др. Механизмы поражения и устойчивости искусственных сосновых насаждений, произрастающих в зоне промышленных загрязнений // Проблемы восстановления лесов на Урале / Л.Г. Бабушкина, Г.В. Зуева, Н.В. Марина, Н.М. Шебалова, В.В. Удилов, Т.Ф. Коковкина, Г.Н. Новоселова. Екатеринбург, 1992. С. 71 - 73.

Бабушкина Л.Г., Луганский Н.А. Комплексная оценка состояния лесных биогеоценозов в зоне промышленных загрязнений // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. II. М., 1990. С. 566 - 568.

Багинский В.Ф., Терехова Р.Л. Производительность сосново-еловых насаждений Белоруссии // Лесоведение. 1986, № 3. С. 25 - 33.

Банникова И.А. Влияние древесной и кустарниковой растительности на развитие нижних ярусов лесных биогеоценозов. М., 1967. 103 с.

Белов С.В. Лесоводство. М., 1983. 351 с.

Белов С.В. Лесоводство. Ч. I. Лесоведение. Л., 1976. 223 с.

Бельгард А.Л. Степное лесоведение. М., 1971. 336 с.

Беляк В.И., Войлошников В.А. Использование и охрана горных лесов // Охрана горных ландшафтов Сибири. Новосибирск, 1973. С. 67 - 70.

Бех И.А. Антропогенная трансформация равнинных таежных лесов Западной Сибири // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 83 - 85.

Бех И.А. Влияние антропогенных и других факторов на структуру и динамику таежных лесов // Леса Приобья. Красноярск, 1989. С. 21 - 31.

Бирюкова З.П. и др. Водный режим и устойчивость насаждений сосны в Северном Казахстане / З.П. Бирюкова, А.И. Верзунов, Л.Г. Мехедова, Г.И. Скоморохова // Лесоведение. 1989. № 1. С. 9 - 18.

Бобров Р.В. Исторические аспекты лесной политики // Лесоэксплуатация и лесосплав: экспресс-информ. М., 1990. Вып. 29-30. 50 с.

Бобров Р.В. Перспективы развития лесного хозяйства Урала в XI пятилетке // Основные направления совершенствования выращивания хвойных лесов. Пермь, 1982. С. 3 - 9.

Бойченко А.М. К вопросу о плодоношении сосны в северотаежных лесах Северного Зауралья // Лесообразовательные процессы на Урале. Свердловск, 1970. С. 193 - 202.

Боков В.Е. Артинская казенная горнозаводская дача // Отдельный оттиск из «Лесн. журнала». 1901. № 4. С. 21 - 32.

Ботман К.С. Ведение хозяйства в водохранилищно-защитных ореховых лесах Средней Азии // Лесн. хоз-во. 1979. № 5. С. 30 - 32.

Бузыкин А.И. Регулирование продуктивности лесов // Лесоведение. 1988. № 2. С. 3 - 11.

Электронный архив УГЛТУ

Бузыкин А.И. Дифференциация начальной стадии лесообразовательного процесса // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С. 19 - 21.

Бузыкин А.И. Формирование и продуктивность древостоев // Формирование и продуктивность лесных фитоценозов. Красноярск, 1982. С. 5 - 17.

Бузыкин А.И. и др. Анализ структуры древесных ценозов / А.И. Бузыкин, В.Л. Гавриков, О.П. Секретенко, Р.Г. Хлебопрос. Новосибирск, 1985. 94 с.

Буш К.К. Пути развития советской типологической школы // Второе всесоюз. совещ. по лесн. типологии. Красноярск, 1973. С. 20 - 22.

Быков Б.А. Геоботанический словарь. Изд. 2-е, перераб. и доп. Алма-Ата, 1973. 214 с.

Вайчис М.В. и др. Контроль за повреждениями лесных биогеоценозов токсическими эмиссиями / М.В. Вайчис, К.Э. Ариолайтис, В.М. Онюнас [и др.] // Лесоведение. 1988. № 4. С. 3 - 10.

Вакуров А.Д., Полякова А.Ф. Круговорот азота и минеральных элементов в 35-летних осинниках // Круговорот химических веществ в лесу. М., 1982. С. 44 - 54.

Ведрова Э.Ф. Влияние сосновых насаждений на свойства почв. Новосибирск, 1980. 102 с.

Веневский С.В., Чевелев К.В., Белотелов Н.В. Изменение климата и погоды на Русской равнине и их влияние на состояние лесов // Совещ. «Леса Русской равнины». М., 1993. С. 33-35.

Веретенников А.В. Метаболизм древесных растений в условиях корневой аноксии. Воронеж, 1985. 151 с.

Веретенников А.В. О возможной роли лесных экосистем в предотвращении усиления парникового эффекта на Земле // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 15 - 17.

Виленский Д.Г. Почвоведение. М., 1950. 383 с.

Влияние загрязнений воздуха на растительность. Причины. Воздействие. Ответные меры / пер. с нем. М., 1981. 181 с.

Водорегулирующая роль таежных лесов. М., 1990. 223 с.

Волков В.О. Лесная промышленность зарубежных стран. М., 1987. 201 с.

Волкорезов В.И., Ибрагимов Л.К. Об антропогенной деградации лесов пригородной зоны г. Горького // Проблемы лесоведения и лесной экологии: тез. докл. Ч. I. М., 1990. С. 87 - 89.

Воробьев Г.И. Лесовосстановление в СССР // Техника и технология лесовосстановления. Т. I. М., 1980. С. 30 - 43.

Воробьев Г.И. Лесное хозяйство в агропромышленном комплексе // Прилож. к журналу «Лесн. хоз-во». 1982. № 11. 32 с.

Воронков Н.А. Влагообороты бореальных лесов: методы оценки, роль в решении проблемы водного дефицита // Междунар. симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие». Ч. II. М., 1990. С. 31 - 43

Воронков Н.А. О гидрологических свойствах северных лесов и возможностях управления водными ресурсами эколого-лесоводственными методами // Лесн. журнал. 1992. № 4. С. 43 - 48.

Воронков Н.А. Особенности гидрологической роли лесных насаждений по сезонам года // Защитное лесоразведение и рациональное использование земельных ресурсов в горах. Ташкент, 1979. С. 33 - 34.

Воронков Н.А. Повышение гидрологической роли лесов. М., 1984. 30 с.

Воронков Н.А. Рекомендации по оценке и регулированию водного и теплового режимов лесных насаждений для улучшения их водоохранно-защитной роли. М., 1977. 20 с.

Воронков Н.А. Роль лесов в охране вод. М., 1988. 286 с.

Воронков Н.А. Элементы водного баланса леса в зависимости от почвенно-грунтовых условий и породного состава насаждений // Ландшафт и воды. Вопросы географии. Вып. 102. М., 1976. С. 122 - 134.

Воронкова А.Б. Экологическая оценка смены хвойных древостоев березовыми // Повышение продуктивности лесов лесоводственными приемами. М., 1977. С. 59 - 70.

Воронова В.С., Ронконен Н.И., Раменская М.Л. Лесовосстановление на вырубках Средней Карелии в связи с особенностями ланд-

шафта // Учен. зап. Карельского пед. ин-та. Т. 19. Петрозаводск, 1966. С. 3-8.

Габеев В.Н. Биологическая продуктивность лесов Приобья. Новосибирск, 1976. 170 с.

Габеев В.Н. Биологическая продуктивность сосновых лесов Южного Приобья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Новосибирск, 1988. 32 с.

Гирс Г.И. Продукционный процесс сосняков Красноярской лесостепи // Лесоведение. 1986. № 3. С. 34.

Гиршевич Е.И. Защитная роль ореховых лесов Южной Киргизии // Экология. 1978. № 6. С. 20 - 23.

Гиряев М.Д. Об основах лесного законодательства Российской Федерации // Лесн. хоз-во. 1993. № 5. С. 8 - 12.

Глызин А.В. Динамика радиального прироста деревьев в высокогорьях Прибайкалья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1994. 16 с.

Голев В.Д. Пути рационализации хозяйства в южно-таежных лесах и очередные задачи исследований Костромской ЛОС // Рубки и восстановление хозяйственно ценных хвойных пород в южно-таежной подзоне европейской части РСФСР. М., 1973. С. 112 - 116.

Горбачев В.Н. Почвообразование и лесообразовательный процесс // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С. 37 - 38.

Горбачев В.Н., Попова Э.П. Биологические свойства подстилок и плодородие почв сосновых лесов Среднего Приангарья // Лесоведение. 1988. № 6. С. 3 - 10.

Гордина Н.П. Весовая продуктивность сосновых насаждений бассейна реки Сым // Биологические ресурсы лесов Сибири. Красноярск, 1980. 166 с.

Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. М., 1975.

Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. М., 1985. 208 с.

Горшенин Н.М., Швиденко А.И. Лесоводство. Львов, 1977. 304 с.

Электронный архив УГЛТУ

Горячев В.М. Влияние экологических факторов на сезонный радиальный прирост деревьев в южно-таежных темнохвойных лесах Среднего Урала: автореф. дис. ...канд. биол. наук. Свердловск, 1988. 17 с.

ГОСТ 18486-87. Лесоводство. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1988. 16 с.

Григорьева С.О. Влияние леса на здоровье человека: обзор. информ. / ЦБНТИ Гослесхоз СССР. М., 1987. Вып. 1. 29 с.

Гринчак Н.М., Крок Б.А. Антропогенная трансформация растительного покрова верхней части бассейна р. Прут и ее влияние на водный режим // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 24 - 26.

Гроздов Б.В. Дендрология. М.; Л., 1952. 436 с.

Громцев А.Н. Леса восточной части Фенно-Скандии: природные особенности и проблемы оптимизации их использования на ландшафтной основе // Совещание «Леса Русской равнины». М., 1993. С. 55 - 58.

Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. М., 1979. 200 с.

Гулисашвили В.З. Горное лесоводство. М.; Л., 1956. 354 с.

Гульба Я.И. и др. Вертикальное распределение поверхности листьев и световой режим в лиственных молодняках южной тайги / Я.И. Гульба, Л.С. Ермолова, С.Г. Рождественский, А.И. Уткин, Ю.Л. Цельникер // Лесоведение. 1983. № 2. С. 21 - 29.

Гусев И.И. Формирование высокопродуктивных лесов на Европейском Севере // Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное рациональное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС. Архангельск, 1982. С. 131 - 133.

Гусев И.И., Третьяков С.В. Рост и продуктивность сосново-еловых древостоев средней подзоны тайги Европейского Севера // Лесн. таксация и лесоустройство. Красноярск, 1989. С.48 - 59.

Гуськов Ю.И. Преодолеть отставания лесного комплекса // Лесн. пром-сть. 1990. № 6. С. 1 - 2.

Данилик В.Н. Классификация горных темнохвойных лесов Урала по их водоохранно-защитной роли // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 10. Свердловск, 1977. С. 3 - 15.

Данилик В.Н. О ширине водопоглотительных лесных полос по берегам рек и водохранилищ на Среднем Урале // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 9. Свердловск, 1976. С. 129 - 134.

Данилик В.Н. Рациональное ведение лесного хозяйства - важный фактор сохранения поверхностных и подземных вод // Ускорение социально-экономического развития Урала. Ч. II. Свердловск, 1989. С. 95 - 98.

Данилик В.Н. Снегонакопление, снеготаяние и сток в горных темнохвойных лесах Среднего Урала // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 8. Свердловск, 1975. С. 77 - 92.

Данилик В.Н. и др. Изменение водно-физических и стокорегулирующих свойств лесных почв Урала под антропогенным воздействием / В.Н. Данилик, Г.П. Макаренко, М.К. Мурзаева [и др.] // Лесоводственные основы лесопользования и средозащитная роль лесов Урала. Свердловск. 1991. С. 123-154.

Данилик В.Н. и др. Основы сохранения среды при использовании и воспроизводстве лесов Урала // Экологические основы рационального использования и воспроизводства лесов Урала / В.Н. Данилик, Г.П. Макаренко, М.К. Мурзаева, Н.И. Теринов, О.В. Толкач. Свердловск, 1986. С. 17-19.

Данилик В.Н., Макаренко Г.П. Рациональное ведение лесного хозяйства – важный фактор сохранения поверхностных и подземных вод // Ускорение социально-экономического развития Урала. Ч. II. Свердловск, 1989. С. 95-98.

Данилик В.Н., Макаренко Г.П. Эколого-экономическая оценка защитных функций лесов Урала и пути их сохранения // Лесопользование в лесах различных категорий защитности. М., 1991. С. 57 - 59.

Дедков В.С. и др. Рубки леса и свойства горно-лесных буроподзолистых почв Среднего Урала / В.С. Дедков, Т.С. Павлова, Е.В. Прокопович, Л.И. Агафонов. Свердловск, 1987. С. 21 - 35.

Электронный архив УГЛТУ

Дерябин Д.И. и др. Реконструкция лесных насаждений / Д.И. Дерябин, К.Ф. Кулаков, А.И. Новосельцева, В.Г. Атрохин. М., 1976. 150 с.

Дрожалов М.М., Головихин И.В. Лесное хозяйство Финляндии. // Лесн. хоз-во. 1990. № 4. С. 57 - 59.

Дылис Н.В. Лесная подстилка в биогеоценотическом освещении. // Лесоведение. 1985. № 5. С. 3 -8.

Дылис Н.В., Носова Л.М. Фитомасса лесных биогеоценозов Подмосковья. М., 1977. 144 с.

Дыренков С.А. и др. Лесорастительное и лесотаксационное районирование Пермской области / С.А. Дыренков, О.Э. Шергольд, Г.Н. Канисев [и др.]. Л., 1977. 35 с.

Естественное возобновление хвойных в Западной Сибири. Новосибирск, 1962. 187 с.

Залесов С.В. Лесная пирология. Екатеринбург, 2006. 312 с.

Залесов С.В., Луганский Н.А. Проходные рубки в сосняках Урала. Свердловск, 1989. 126 с.

Заморский А.Д. Атмосферный лед. М.;Л., 1955. С. 74 - 90.

Зарубенко Р.Г. Влияние интенсивности изреживания на проникновение осадков сквозь полог древостоев // Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообраб. пром-сть. Вып. 9. Киев, 1978. С. 22 - 23.

Зверев А.И. Лесные ресурсы – для всестороннего развития общества // Лесн. хоз-во. 1985. № 12. С. 3 - 7.

Зворыкина К.В. Влияние растительности нижних ярусов сосняка черничного и корневой конкуренции древостоя на развитие подроста сосны // Сосновые боры южной тайги и пути ведения в них лесного хозяйства. М., 1969. С. 181 - 204.

Зубарева Р.С. Экологическая оценка микроклимата в типах леса южной тайги Предгорного Зауралья // Взаимосвязи среды и лесной растительности на Урале. Свердловск, 1981. С. 58.

Зубарева Р.С. Экологические аспекты характеристики лесов Среднего Урала // Экологические основы рационального использования и воспроизводства лесов Урала. Свердловск, 1986. С. 9 - 11.

Зубарева Р.С. и др. Особенности рационального использования горных лесов Урала / Р.С. Зубарева, Б.П. Колесников, Е.П. Смолоногов, Е.М. Фильрозе // Охрана горных ландшафтов Сибири. Новосибирск, 1973. С. 70 - 78.

Зубов С.А. Кедровые леса Среднего Урала: автореф... канд. с.-х. наук. Свердловск, 1969. 30 с.

Зябченко С.С. Динамика таежных сосновых экосистем в европейской части СССР и их изменение под влиянием антропогенных воздействий // Междунар. симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие». Ч. II. М., 1990. С. 45 - 53.

Зябченко С.С. Сосновые леса Европейского Севера. Л., 1984. 248 с.

Зябченко С.С., Виликайнен М.И. Рубки и восстановление сосновых лесов // Сосновые леса Карелии и повышение их продуктивности. Петрозаводск, 1974.

Иванов А.Ф. Рост древесных растений и кислотность почв. Минск, 1970. 18 с.

Ивонин В.М. Экология и лесные мелиорации. Новочеркасск, 1988. 98 с.

Ившин А.П. Влияние атмосферных выбросов Норильского горно-металлургического комбината на состояние елово-лиственничных древостоев. Екатеринбург, 1993. 25 с.

Идзон П.Ф. Лес и водные ресурсы. М., 1980. 153 с.

Изотов В.Ф. Эколого-защитные особенности заболоченных лесов северной подзоны тайги и их изменения в связи с осушением // Эколого-географические проблемы сохранения и восстановления лесов Севера. Архангельск, 1991. С. 107 - 110.

Изюмский П.П. Формирование устойчивых и высокопродуктивных лесных культур сосны с применением новой технологии // Лесн. хоз-во. 1987. № 5. С. 49 - 52.

Ионин В.М., Колташева В.Ф. Санитарно-защитные зоны г. Свердловска и их озеленение // Вопросы озеленения г.Свердловска. Вып. 1. Свердловск, 1962. С. 54 - 56.

Исаев В.И. Применение механики грунтов для изучения изменений водно-физических свойств лесных почв в результате воздействия антропогенных факторов // Повышение продуктивности лесов лесоводственными приемами. М., 1977. С. 169 - 187.

Исаева Р.П., Курбатова Г.В., Шахова К.И. Влияние типа леса и структуры древостоев на лесную подстилку // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 265 - 266.

Исаева Р.П., Курбатова Г.В., Шахова К.И. К вопросу рационального использования природных возможностей лесов // Ускорение социально-экономического развития Урала. Ч. I. Свердловск, 1989. С. 102 - 106.

Исаева Р.П., Лебедев Ю.В., Толкач О.В. Структура темнохвойных лесов Среднего Урала // Природная и антропогенная динамика лесных экосистем: матер. фр.-рос. семинара. Екатеринбург, 2001. С. 109 - 111.

Исаева Р.П., Луганский Н.А. Лесоводственная эффективность лесовозобновления в Свердловской области // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 7. Свердловск, 1972. С. 32 - 48.

Исаева Р.П., Луганский Н.А. Хозяйственные группы типов леса как основа специализации комплексов лесохозяйственных мероприятий // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 12. Свердловск, 1980. С. 13 - 34 (Рукопись деп. в ЦБНТИлесхоз 25 июня 1980, № 52-ЛД).

Исаева Р.П., Шахова К.И. Системы лесохозяйственных мероприятий в Свердловской области на зонально-типологической основе // Экологические основы рационального использования и воспроизводства лесов Урала. Свердловск, 1986. С. 26 - 27.

Итоги XI Всемирного лесного конгресса. М., 2000. 127 с.

Кабанов Н.Е. О некоторых теоретических вопросах лесной типологии // Второе всесоюз. совещ. по лесн. типологии. Красноярск, 1973. С. 20 - 22.

Кабилов Р.Р. Ценозы почвенных водорослей как один из факторов, поддерживающих устойчивость экосистем в условиях антропо-

генного воздействия // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 330-332.

Казанкин А.П. Этюды о природной среде Кавказских Минеральных Вод. Кисловодск, 1993. 51 с.

Казимиров Н.И. Изменение производительности лесов на Европейском Севере Союза ССР при глобальном потеплении // Междунар. симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие». Ч. II. М., 1990а. С. 56 - 63.

Казимиров Н.И. Изменение производительности таежных лесов при глобальном потеплении климата // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990б. С. 26 - 27.

Казимиров Н.И. Ельники Карелии. Л., 1971. 140 с.

Казимиров Н.И. и др. Обмен вещества и энергии в сосновых лесах Европейского Севера / Н.И. Казимиров, А.Д. Волков, С.С. Зябченко [и др.]. Л., 1977. 302 с.

Кайрюкштитс Л.А. Рациональное использование света в лиственно-еловых насаждениях// Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. Л., 1965. С. 10 - 11.

Кайрюкштитс Л.А., Юодвалькис А.И. Явление смены характера взаимоотношений между индивидами внутри вида // Лесоведение и лесн. хоз-во. Вып. 11. Минск, 1976. С. 16 - 24.

Калинин М.И. Истоки плодородия. Львов, 1986. 127 с.

Калинин М.И. Формирование корневой системы деревьев. М., 1983. 151 с.

Карпов В.Г. Видовой состав, строение и динамика биогеоценозов тайги европейской части СССР в экспериментальном освещении // Изучение таежной биоты. Проблемы и перспективы. Иркутск, 1973. С. 70 - 80.

Карпов В.Г. Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги. Л., 1969. 333 с.

Керестеши Б. Лес и здоровье человека // Лесн. хоз-во. 1988. № 6. С. 52 - 53.

Киреев Д.М. Ландшафтно-морфологический анализ лесообразовательного процесса // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С. 64 - 66.

Кирсанов В.А. Биолого-экологическая характеристика кедра сибирского как главного лесообразователя кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири // Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири. Свердловск, 1981. С. 3 - 12.

Кирсанов В.А. и др. Некоторые аспекты лесовосстановления в Ивдель-Обском лесозономическом районе Тюменской области / В.А. Кирсанов, А.М. Бойченко, Ю.М. Алексеенко [и др.] // Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС. Архангельск, 1983. С. 21 - 22.

Кислова Т.А. Оценка продуктивности лесов. М., 1986. 149 с.

Китредж Д. Влияние леса на климат, почвы и водный режим. М., 1951. 456 с.

Кищенко И.Т. Сезонный рост сосны в различных условиях местопроизрастания в связи с температурным режимом воздуха и почвы // Формирование и продуктивность сосновых насаждений Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск, 1978. С. 12 - 30.

Климачева, Т.В. Продуктивность ельников Удмуртии в зависимости от почвенных условий: автореф дис ... с.-х. наук. Свердловск, 1983. 23 с.

Клинцов А.П. Водоохранно-защитные функции лесов Сахалина // Лесоведение. 1986а. №3. С. 57.

Клинцов А.П. Природоохранная роль горных лесов Сахалина // Экологическая роль горных лесов. Бабушкин, 1986б. С. 120 - 121.

Кобак К.И. Режим углекислоты как характеристика лесного биогеоценоза // Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. Л., 1965. С. 22 - 23.

Кобак К.И., Алексеев В.А. Световой и углекислотный режимы под пологом сосновых насаждений как условие произрастания подроста // Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. Л., 1965. С. 23 - 24.

Коваль И.П. Водорегулирующие функции горных лесов Северного Кавказа // Защитное лесоразведение и рациональное использование земельных ресурсов в горах. Ташкент, 1979. С. 34 - 36.

Коваль И.П. и др. Имитационное моделирование многофункционального использования горных лесов / И.П. Коваль, Г.К. Солнцев, Н.А. Битюков [и др.] // Лесоведение. 1990. № 1. С. 3 - 12.

Ковда В.А. Биосфера, тенденции ее изменения и проблемы продовольствия // Экология и земледелие. М., 1980. С. 18 - 28.

Козак И.И. Последствия антропогенной трансформации лесных экосистем горной части бассейна р. Прут (Украинские Карпаты) // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 103 - 105.

Козубов Г.М., Бобкова К.С. Эколого-биологические основы формирования и устойчивости лесов Европейского Севера // Междунар. симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенные воздействия». Ч. III. М., 1990. С. 38 - 47.

Колесников Б.П. Генетическая классификация типов леса и ее задачи на Урале // Вопросы классификации растительности. Свердловск: тр. Ин-та биологии УФАН СССР. Вып. 27. 1961. С. 47-53.

Колесников Б.П. Естественно-историческое районирование лесов (на примере Урала) // Вопросы лесоведения и лесоводства: докл. на V Мировом лесн. конгрессе. М., 1960. С. 51 - 57.

Колесников Б.П. Леса Свердловской области // Леса СССР. Т. 4. М., 1969а. С. 64 - 124.

Колесников Б.П. Лесохозяйственные области таежной зоны СССР и система лесного хозяйства в аспекте долгосрочных прогнозов // Инф. бюл. науч. совета по комплексному освоению таежных территорий. Вып. 2. Иркутск, 1969б. С. 9 - 39.

Колесников Б.П. Лесная растительность юго-восточной части бассейна Вычегды. Л., 1985. 216 с.

Колесников Б.П. Лесотехнологическое районирование и порайонная специализация лесохозяйственных мероприятий на территории Большого Урала // Матер. по изучению лесов Сибири и Дальнего востока. Красноярск, 1963. С. 87 - 100.

Колесников Б.П. Некоторые результаты работы и ближайшие перспективы Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара // Темнохвойные леса Среднего Урала: тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Вып. 128. Свердловск, 1979. С. 3 - 11.

Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск, 1973. 176 с.

Колесников Б.П. и др. Задачи охраны природы и рационального использования природных ресурсов Прикамья / Б.П. Колесников, В.С. Гвоздев, А.К.Шарц, В.В. Тарчевский // Охрана природы на Урале. Вып. 2. Пермь, 1961. С. 5 - 16.

Колесников Б.П., Потапова Л.В. Координация исследований по охране природы Урала // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Опыт координации. Свердловск, 1977. С. 3 - 14.

Колесниченко М.В. Биохимические взаимоотношения древесных растений. М., 1968. 50 с.

Колесниченко М.В. О взаимовлиянии древесных растений посредством фитонцидов // Фитонциды. Киев, 1975. С. 23 - 35.

Комин Г.Е. Циклическая динамика естественных лесов. Генетическая типология, динамика и география лесов России. Екатеринбург, 2009. С. 87 - 89.

Комин Г.Е. Цикличность в динамике лесов Зауралья: автореф. дис ... д-ра биол. наук. Свердловск, 1978. 39 с.

Комин Г.Е. Цикличность лесообразовательного процесса // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С. 71 - 72.

Коновалов Н.А. Основы горного лесоводства. Ч. II. Лесоводство. Вып. 3. Побочное пользование лесом. Свердловск, 1974. 21 с.

Коновалов Н.А. Основы лесоводства. Ч. I. Лесоведение. Вып. 10: Очерк развития учения о типах леса. Свердловск, 1971а. 25 с.

Коновалов Н.А. Основы горного лесоводства. Ч. I. Лесоведение. Вып. 11. Описание типов леса. Свердловск, 1971б. 36 с.

Электронный архив УГЛТУ

Коновалов Н.А., Луганский Н.А. Деревья и кустарники для озеленения городов Урала. Свердловск, 1967. 190 с.

Коновалов В.Н., Семенов В.А. Влияние пожаров на физиологическое состояние древостоев Крайнего Севера // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 156 - 158.

Коновалов Н.А., Щавровский В.А., Шаргунова В.А. Основы горного лесоводства. Ч. 1. Лесоведение. Свердловск, 1977. 62 с.

Коновалов Н.А., Щавровский В.А., Шаргунова В.А. Основы горного лесоводства. Лесоведение. Ч. II. Свердловск, 1979. 59 с.

Коновалов Н.А., Щавровский В.А., Шаргунова В.А. Основы горного лесоводства. Лесоведение. Свердловск, 1981. 80 с.

Коновалов Н.А., Щавровский В.А., Шаргунова В.А. Основы горного лесоводства. Лесоведение. Свердловск, 1982. 76 с.

Концепция развития лесного хозяйства в СССР до 2005 года. М., 1989. 6 с.

Копытков В.В. Потери элементов питания в лесных экосистемах // Лесн. хоз-во за рубежом. М., 1989. С. 2 - 13.

Корепанов А.А. Водный режим лесов Прикамья. Ижевск, 1984. 127 с.

Костин Н.В., Иванов В.Ф., Животовский В.В. Производительность еловых насаждений на автотрофных почвах разного механического состава // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С. 75 - 76.

Кощеев А.Л. Заболачивание вырубок и борьба с ним. М., 1955. 165 с.

Крючков В.А. Летучие метаболиты древесных растений // Проблемы восстановления лесов на Урале. Екатеринбург, 1992. С. 5 - 7.

Крючков В.А. Физиология растений с основами биохимии. Свердловск, 1989. 115 с.

Кузьмина Н.А. Семенная продуктивность сосняков северных районов Средней Сибири // Эколого-географические проблемы сохранения и восстановления лесов Севера. Архангельск, 1991. С. 276 - 278.

Электронный архив УГЛТУ

Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М., 1974. 125 с.

Кулагин Ю.З. Индустриальная дендрология и прогнозирование. М., 1985. 17 с.

Кулагин Ю.З. Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование. М., 1980а. 115 с.

Кулагин Ю.З. Проблемы леса и воды в промышленных районах Башкирского Предуралья и Южного Урала // Проблемы развития производительных сил Урала на перспективу до 1990-2000 гг. (с учетом прилегающих экономических районов). М., 1980б. С. 140 - 142.

Курамшин В.Я. Ведение хозяйства в рекреационных лесах. М., 1988. 207 с.

Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР. М., 1973. 203 с.

Ларин В.Б. Проблемы и перспективы развития лесного комплекса Европейско-Уральского региона СССР // Ускорение социально-экономического развития Урала. Ч. I. Свердловск, 1989. С. 68 - 70.

Лебедев А.В. Гидрологическая роль горных лесов Сибири. Новосибирск, 1982. 182 с.

Лебедев А.В. и др. Средообразующая роль лесов бассейна озера Байкал / А.В. Лебедев, В.М. Горбатенко, Ю.Н. Краснощеков [и др.]. Новосибирск, 1979. 256 с.

Левчук Л.А., Луганский Н.А. Вегетативное возобновление березы в условиях фтористых выбросов // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С 84 - 85.

Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. М., 1979. 287 с.

Леса Башкортостана. Уфа, 2004. 390 с.

Леса России // Рос. лесн. газ. 2006. № 810.

Леса Среднего Приангарья. Новосибирск, 1977. 264 с.

Лесная энциклопедия. Т. I. М., 1985. 563 с.

Лесная энциклопедия. Т. II. М., 1986. 631 с.

Лесной кодекс Российской Федерации. Екатеринбург, 2007. 53 с.

Электронный архив УГЛТУ

Леушин П.И. Гигиеническая характеристика уличного шума и мероприятия по борьбе с ним// Планировка, застройка и благоустройство жилых районов. Л., 1959.

Листов А.А. Повышение продуктивности лесов Европейского Севера // Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное рациональное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС. Архангельск, 1983. С. 3 - 5.

Лобовиков Т.С. Лесной комплекс страны: достраивать, «лечить», развивать // Лесн. хоз-во. 1990. № 4. С. 11 - 20.

Лордкипанидзе М.Г. Проблемы рационального лесопользования на Урале // Ускорение социально-экономического развития Урала. Ч. 1. Свердловск, 1989. С. 70 - 73.

Лосицкий К.Б., Чуенков В.С. Эталонные леса. Изд. 2-е, перераб. М., 1980. 192 с.

Луганская В.Д., Луганский Н.А. Надземная биомасса сосновых молодняков на Среднем Урале // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 4. Свердловск, 1970. С. 69 - 90.

Луганская В.Д., Луганский Н.А. Некоторые экологические особенности возобновления сосны под пологом насаждений // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 11. Свердловск, 1978. С. 31 - 54.

Луганский Н.А., Залесов С.В. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения. Екатеринбург, 1997. 101 с.

Луганский Н.А., Залесов С.В., Щавровский В.А. Лесоведение. Екатеринбург, 1996. 374 с.

Луганский Н.А., Залесов С.В., Щавровский В.А. Лесоведение. Екатеринбург, 1999. 373 с.

Луганский Н.А., Залесов С.В., Щавровский В.А. Повышение продуктивности лесов. Екатеринбург, 1995. 288 с.

Луганский Н.А., Залесов С.В., Щавровский В.А. Лесоводство. Термины и определения. Екатеринбург, 1992. 120 с.

Луганский Н.А., Земцов В.М. Характеристика лесной подстилки и влияние ее на лесовосстановление в сосновых насаждениях север-

ной половины средней тайги Урала // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 2. Свердловск, 1968. С. 59 - 63.

Луганский Н.А. и др. Влияние магнезитовой пыли на лесную среду и пути рекультивации загрязненных площадей/ Н.А. Луганский, Г.Г. Терехов, С.Л. Менщиков, Т.Б. Сродных // Влияние промышленного загрязнения на лесные экосистемы и мероприятия по повышению их устойчивости. Каунас-Гирионис, 1984. С. 167 - 169.

Луганский Н.А. и др. Применение минеральных удобрений в сосняках Среднего Урала / Н.А. Луганский, В.А. Щавровский, Г.А. Годовалов, А.Е. Запаранюк // Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное рациональное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС. Архангельск, 1983. С. 121 - 122.

Луганский Н.А. и др. Основные положения по ведению лесного хозяйства в лесах Урала / Н.А. Луганский, В.Н. Данилик, Р.П. Исаева [и др.] // Проблемы развития производительных сил Урала на перспективу до 1990-2000 гг. (с учетом прилегающих территорий). М., 1980. С. 46 - 51.

Луганский Н.А. и др. Основные технические направления совершенствования лесовосстановления и лесообразования / Н.А. Луганский, В.А. Азаренок, С.В. Залесов [и др.] // Леса России и хоз-во в них. Екатеринбург, 2008. № 2(30). С. 3 - 20.

Луганский Н.А., Исаева Р.П. Зонально-типологическая дифференциация систем ведения лесного хозяйства на Урале // Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов. Свердловск, 1983. С. 80 - 84.

Луганский Н.А., Калинин В.А. Рубки ухода в пораженных промышленными выбросами искусственных молодняков сосны // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. II. М., 1990. С. 376 - 378.

Луганский Н.А., Макаренко Г.П. Особенности накопления и таяния снега в молодняках сосновых лесов подзоны южной тайги Урала // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 9. Свердловск, 1976. С. 135 - 144.

Электронный архив УГЛТУ

Луганский Н.А., Нагимов З.Я. Структура и динамика сосновых древостоев на Среднем Урале. Екатеринбург, 1994. 140 с.

Лукина Н.В., Никонов В.В., Исаева Л.Г. Кислотность и питательный режим почв еловых лесов // Коренные леса Севера: биоразнообразии, структура, функции. СПб.: Наука, 2006. С. 215 - 252.

Лыжина Е.В. История и перспективы лесного образования в Оренбургской области // Леса Евразии в третьем тысячелетии: матер. Междунар. конф. молодых ученых. Т. 2. М., 2001. С. 100 - 101.

Львов П.Н. Лесная типология: курс лекций. Архангельск, 1973. 216 с.

Львов П.Н., Ипатов Л.Ф. Лесная типология на географической основе. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1976. 195 с.

Львов П.Н., Ипатов Л.Ф., Плохов А.А. Лесообразовательные процессы и их регулирование на Европейском Севере. М., 1980. 113 с.

Макаренко А.А. Строение древостоев. Алма-Ата, 1982. 69 с.

Мамаев С.А. Виды хвойных на Урале и их использование в озеленении. Свердловск, 1983. 111 с.

Мамаев С.А. Экологические проблемы использования и охраны природных ресурсов Урала и прилегающих к нему территорий до 2000 г. // Проблемы развития производительных сил на Урале на перспективу до 1990-2000 гг. (с учетом прилегающих экономических районов). М., 1980. С. 7 - 13.

Мамаев С.А., Луганский Н.А., Петухова И.П. Основные итоги интродукции древесных растений на Урале // Интродукция и селекция растений на Урале: тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Вып. 54. Свердловск, 1967. С. 37 - 43.

Мамаев С.А., Махнев А.К. Проблемы лесной генетики и селекции в условиях антропогенного воздействия на леса Севера // Междунар. симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие». Ч. V. М., 1990. С. 72 - 78.

Мамаев С.А., Санников С.Н. Принципы современной лесной экологии // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 34 - 36.

Электронный архив УГЛТУ

Мамаев С.А., Смолоногов Е.П. Научные основы развития лесного комплекса Урала// Ускорение социально-экономического развития Урала. Ч. 1. Свердловск, 1989. С. 63 - 67.

Манько Ю.И. Ель аянская. Л., 1987. 280 с.

Манько Ю.И., Ворошилов В.П. Еловые леса Камчатки. М., 1978. 256 с.

Мартинссон У. Бореальные леса Евразии: некоторые данные, отражающие деятельность человека// Лесн. журнал. 1992. № 4. С. 19 - 23.

Матвеев Н.М. Аллелопатия как фактор экологической среды. Самара: Кн. изд-во, 1994. 206 с.

Матюк И.С. Устойчивость лесонасаждений. М., 1983. 133 с.

Махатадзе Л.Б. Динамическая типология леса - основа хозяйства // Динамическая типология леса. М., 1989.

Махатадзе Л.Б. Особенности типологии горных лесов // Второе всесоюз. совещ. по лесн. типологии. Красноярск, 1973. С. 59 - 61.

Махнев А.К., Менщиков С.Л., Власенко Р.А. Оценка состояния и динамики биоразнообразия растительности в лесах Урала // Природная и антропогенная динамика лесных экосистем: матер. фр.-рос. науч. семинара. Екатеринбург, 2001. С. 63 - 64.

Медведев Н. Здравый смысл и точный расчет // Лесн. пром-сть. 1990. 19 апр.

Мелехов И.С. Динамическая типология леса и ее значение для лесного хозяйства Севера // Междунар. симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие». Ч. II. М., 1990. С. 113 - 117.

Мелехов И.С. Значение и использование леса как составной части окружающей среды. М., 1977. 42 с.

Мелехов И.С. Лесная типология: учеб. пособие. М., 1976. 73 с.

Мелехов И.С. Лесоведение. М., 1980. 406 с.

Мелехов И.С. Лесоведение и лесоводство. Изд. 2-е, испр. и доп. М., 1972. 178 с.

Мелехов И.С. Лесоводство. М., 1989. 302 с.

Мелехов И.С. Проблемы современного лесоводства. М., 1969. 46 с.

Мельникова И.В., Нагимов З.Я., Деменев В.В. Ход роста надземной фитомассы сосняков ягодниковых Среднего Урала // Проблемы восстановления лесов на Урале. Екатеринбург, 1992. С. 18-20.

Мерзленко М.Д. Лесные культуры хвойных пород зоны смешанных лесов (обобщение полуторавекового лесокультурного опыта): автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1991. 43 с.

Мигунова Е.С. Лесоводство и почвоведение (исторические очерки). М., 1994. 46 с.

Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. М., 1983. 134 с.

Миронов Б.А. Антропогенные изменения гидрологических функций горных лесов // Экологические основы рационального использования и воспроизводства лесов Урала. Свердловск, 1986. С. 11 - 13.

Михайлов Л.Е. Рубки ухода в осинниках // Проблемы рубок ухода. М., 1987. С. 117 - 122.

Мишуков Н.П. Биолого-лесоводственные аспекты создания кедровых насаждений высокой орехопродуктивности // Повышение эффективности лесного хозяйства в Западной Сибири. Новосибирск, 1976. С. 3 - 11.

Моисеев Н.А. Воспроизводство лесных ресурсов (вопросы экономики, планирования и организации). М., 1980. 263 с.

Моисеев Н.А. Состояние и прогнозы использования лесов и развития лесного хозяйства в многолесных районах СССР // Вопросы экономики использования и воспроизводства лесных ресурсов на Европейском Севере. Вып. 1. Архангельск, 1975. С. 15 - 32.

Моисеев Н.А., Клейнкоф А.Э. Многоцелевое пользование и воспроизводство лесных ресурсов в мире // Обзор. информ. Вып. 1. М., 1988. 25 с.

Моисеев Н.А., Обливин А.Н. IX Мировой лесной конгресс: проблемы использования и воспроизводства лесных ресурсов в мире // Лесн. журнал. 1986. № 3. С. 129 - 134.

Моисеев Н.А., Побединский А.В. Зональные системы воспроизводства лесных ресурсов // Лесн. хоз-во. 1986. №10 С. 15 - 19.

Электронный архив УГЛТУ

Молчанов А.А. Воздействие антропогенных факторов на лес. М., 1978. 136 с.

Молчанов А.А. Влияние леса на окружающую среду. М., 1973. 359 с.

Молчанов А.А. Загрязнение атмосферы вредными для растений промышленными выбросами // Докл. сов. ученых на Междунар. симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. Т. 2. М., 1970. С. 109 - 116.

Молчанов А.А. Изменчивость ширины годичного кольца в связи с изменением солнечной активности // Формирование годичного кольца и накопление органической массы у деревьев. М., 1970. С. 7 - 49.

Молчанов А.А. Лес и климат. М., 1961. 279 с.

Молчанов А.А. Оптимальная лесистость (на примере ЦЧР). М., 1966. 126 с.

Молчанов А.А., Губарева В.А. Биогеоценотическое изучение дубрав лесостепи (Теллермановское опытное лесничество) // Стационарные исследования лаборатории лесоведения АН СССР. М., 1984. С. 79-97.

Молчанов А.А., Губарева В.А. Взаимосвязи в лесном биогеоценозе. М., 1980. 148 с.

Молчанов А.Г. Баланс углекислоты в сосновом насаждении южной тайги // Лесоведение. 1990. № 1. С. 47-53.

Молчанов А.Г. Экофизиологическое изучение продуктивности древостоев. М., 1983. 134 с.

Мороз П.И. Лесная типология в лесоустройстве // Второе все-союз. совещ. по лесн. типологии. Красноярск, 1973. С. 8 - 10.

Морозов Г.Ф. Очерки по лесокультурному делу. М.;Л., 1930а. 270 с.

Морозов Г.Ф. Учение о лесе. Изд. 5-е. М.;Л., 1930в. 412 с.

Морозов Г.Ф. Учение о типах насаждений. М.;Л., 1930б. 411 с.

Мотовилов Г.П. Лесное хозяйство водоохранной зоны. 1936-1946 гг. М.;Л., 1949. 214 с.

Мукатанов А.Х. Горно-лесные почвы Южного Урала : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1984. 32 с.

Муратов М.Э. Водоохранно-защитная роль горных лесов Башкирии и ее изменение под влиянием хозяйственных мероприятий // Лесоводство и лесозащита в Башкирии. М., 1981. С. 16 - 32.

Мухин В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург, 1993. 231 с.

Нагимов В.З. и др. Особенности формирования надземной фитомассы сосновых насаждений лишайникового типа / В.З. Нагимов, И.Н. Артемьева, Н.А. Луганский, З.Я. Нагимов // Леса России и хоз-во в них. Екатеринбург, 2009, 2(32). С. 3 - 9.

Неволин О.А. Северное лесоустройство и лесная типология (к 100-летию лесной типологии)// Лесн. журнал. 1992. № 4. С. 122 - 128.

Нестеров В.Г. Вопросы современного лесоводства. М., 1961. 384 с.

Нестеров В.Г. Вопросы управления природой / под. ред. В.Г. Атрохина. М., 1981. 263 с.

Нестеров В.Г. Общее лесоводство. М.; Л., 1954. 650 с.

Нестеров Н.С. Очерки по лесоведению. М., 1960. 485 с.

Нестерович Н.Д., Дерюгина Т.Ф. Древесные растения и влажность почвы. Минск, 1972. 149 с.

Нестерович Н.Д., Маргайлик Г.И. Влияние света на древесные растения. Минск, 1969. 175 с.

Никитин А.П., Рыбакова Н.А. Количественная оценка водоохранной функции насаждений // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 40 - 42.

Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск, 1979. 278 с.

Николаевский В.С. Газоустойчивость местных и интродуцированных древесных растений в условиях Свердловской области // Интродукция и селекция растений на Урале: тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Вып. 54. Свердловск, 1967. С. 85 - 89.

Николаевский В.С. Лес и промышленные выбросы // Лесн. хоз-во. 1987. № 10. С. 15 - 16.

Николаевский В.С. Способ расчета критических нагрузок химических загрязнителей для лесных экосистем // Совещ. «Леса Русской равнины». М., 1993. С. 138 - 142.

Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. Пушкино, 2002. 220 с.

Николаевский В.С., Николаевская Т.В. Причины усыхания дубрав в Поволжье // Совещ. «Леса Русской равнины». М., 1993. С. 143 - 146.

Николаенко В.Т. Воспроизводство лесных ресурсов и научно-технический прогресс // Лесн. хоз-во. 1987. № 5. С. 37 - 41.

Николаенко В.Т. Лес и защита водоемов от загрязнения. М., 1980. 263 с.

Новикова А.А. Рост и развитие древесных растений в зависимости от светового режима. Минск, 1985. 95 с.

Новосельцева А.И. За дальнейшее развитие лесовосстановительных работ в многолесных районах европейской части СССР // Лесн. хоз-во. 1972. №2. С. 15 - 17.

Обыденников В.И. Лесоведение. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та леса. М., 2007. 158 с.

Одинак Я.П. и др. Первичная продуктивность, функциональные особенности и антропогенная динамика лесных экосистем верховья бассейна Днестра / Я.П. Одинак, Д.В. Борсук, Б.А. Крок [и др.] // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. 1. М., 1990. С. 239 - 241.

Олийник В.С., Парпан В.И., Чубатый О.В. Пути совершенствования главного пользования // Лесоведение. 1986. № 3. С. 19 - 24.

Орлов А.Я. Стационарное изучение природы лесов подзоны южной тайги (Северная лесная опытная станция) // Стационарные исследования Лаборатории лесоведения АН СССР. М., 1984. С. 36 - 56.

Осипов В.В. Динамика показателя увлажнения и состояние дубрав лесостепи // Совещ. «Леса Русской равнины». М., 1993. С. 149 - 152.

Оскретков М.Я. Влияние различной степени освещенности на возобновление сосны и ели // Тр. Брянского лесохоз. ин-та. Т. 8. Брянск, 1957. С. 127 - 135.

Электронный архив УГЛТУ

Основные положения организации и ведения лесного хозяйства на зонально-типологической основе. М., 1990. 18 с.

Основы лесного законодательства Российской Федерации. М., 1993. 64 с.

Основы лесной биogeоценологии / под. ред. В.Н. Сукачева и Н.В. Дылиса. М., 1964. 574 с.

Остапенко Б.Ф. Лесорастительное районирование и типология горных лесов. Харьков, 1979. 48 с.

Панова Н.К. Формирование растительного покрова среднегорного высотного пояса Южного Урала с изменениями климата в голоцене // Взаимосвязи среды и лесной растительности на Урале. Свердловск, 1981. С. 40 - 57.

Парамонов Е.Г. Лесоводственное обоснование дифференцированной системы ведения хозяйства в горных кедровниках Алтая: автореф. дис ... д-ра с.-х. наук. Йошкар-Ола, 1994. 36 с.

Пастернак П.С., Ворон В.П. Особенности процесса лесообразования в условиях агротехногенного загрязнения внешней среды // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С.110 - 111.

Переход В.И. Краткая характеристика лесоэкономических условий Уральской области// Зап. лесопром. фак-та УПИ. Вып. 1. Свердловск, 1929. С. 15 - 27.

Петрова И.В. Изоляция и дифференциация смежных суходольных и болотных популяций сосны обыкновенной в Зауралье: автореф. дис ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1994. 17 с.

Писаренко А.И. Глобальная деградация лесов и проблемы лесного хозяйства // Лесн. хоз-во, 1989, №10. С. 5 - 10.

Писаренко А.И., Мерзленко М.Д. Проблемы восстановления лесных ресурсов Европейского Севера СССР // Междунар. симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие». Ч. V. М., 1990. С 3 - 10.

Писаренко А.И., Редько Г.И., Мерзленко М.Д. Искусственные леса. Ч. 1. М., 1992а. 308 с.

Электронный архив УГЛТУ

Писаренко А.И., Редько Г.И., Мерзленко М.Д. Искусственные леса. Ч. 2. М., 1992б. 239 с.

Письменный Н.Р. О будущем хвойных лесов России // Лесн. хоз-во. 1979. № 1. С. 54 - 58.

Побединский А.В. Влияние лесохозяйственных мероприятий на водоохранно-защитную роль леса. М., 1975. 50 с.

Побединский А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. М., 1979. 174 с.

Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М., 1966. 64 с.

Побединский А.В. Лесная типология - основа проведения лесохозяйственных мероприятий // Второе всесоюз. совещ. по лесн. типологии. Красноярск, 1973. С. 26 - 28.

Побединский А.В. Повышение продуктивности лесов лесоводственными мероприятиями // Повышение продуктивности лесов лесоводственными приемами. М., 1977. С. 3 - 24.

Побединский А.В. Рубки в таежных лесах СССР // Лесн хоз-во и лесн. пром-сть. М., 1972. С. 3 - 14.

Побединский А.В. Совершенствовать лесопользование в лесах Европейско-Уральской зоны // Лесн. хоз-во. 1981. № 1. С. 36 - 38.

Побединский А.В. Сохранять и усиливать средообразующую роль леса // Лесн. хоз-во. 1989. № 10. С. 2 - 4.

Побединский А.В. Сравнительная оценка одновозрастных и разновозрастных древостоев // Лесн. хоз-во. 1988. № 2. С. 40 - 43.

Побединский А.В., Межибовский А.М., Великотный А.А. Рекомендации по повышению продуктивности лесов лесоводственными приемами. М., 1977. 23 с.

Погребняк П.С. Общее лесоводство. М., 1963. 399 с.

Поздняков Л.К. Лес на вечной мерзлоте. Новосибирск, 1983. 96 с.

Поздняков Л.К. Лесное ресурсоведение. Новосибирск, 1973. 120 с.

Поздняков Л.К. Мерзлотное лесоведение. Новосибирск, 1986. 192 с.

Электронный архив УГЛТУ

Поздняков Л.К. Мерзлотное лесоведение (основные направления развития). Красноярск, 1984. 22 с.

Поздняков Л.К., Протопопов В.В., Горбатенко В.М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии. Красноярск, 1969. 154 с.

Полевой В.В. Физиология растений. М., 1989. 464 с.

Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск, 1986. 226 с.

Полякова Г.А. Влияние травяно-кустарничкового покрова сложного бора на возобновление сосны // Тез. докл. всесоюз. совещ. по изучению взаимоотношений растений в фитоценозе. Минск, 1969. С. 118 - 119.

Почвоведение. В 2-х ч. Ч. I: Почва и почвообразование / под ред. В.А. Ковды и Б.Г. Розанова. М., 1988. 400 с.

Почвоведение. М., 1969. 543 с.

Правила рубок главного пользования в лесах Урала. М., 1994. 33 с.

Прилепо Н.М. Беречь всенародное достояние // Лесн. хоз-во. 1987. № 11. С. 11 - 17.

Прилепо Н.М. На путях перестройки // Лесн. хоз-во. 1986. № 12. С. 3 - 8.

Прилепо Н.М. Тревоги русского леса // Лесн. хоз-во. 1988. № 12. С. 2-6.

Приходько Н.Н., Пастернак П.С., Пишак Д.В. Роль лесных насаждений в оптимизации агроландшафтов западных областей Украины // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. II. М., 1990. С. 510 - 512.

Прокаев В.И. Физико-географическое районирование Свердловской области. Ч. 1. Свердловск, 1976. 36 с.

Прокопьев М.Н. Современное состояние, условия и пути восстановления сосновых лесов европейской тайги // Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное рациональное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС. Архангельск, 1983. С. 16 - 18.

Прокопьев М.Н. Средообразующие свойства леса, их использование и охрана. Пермь, 1990. 51 с.

Прокопьев М.Н. Формирование лесов будущего в Пермской области // Естественные науки в решении экологических проблем народного хозяйства. Ч. I. Пермь, 1991. С. 6 - 10.

Протопопов В.В. Анализ экологического значения темнохвойного леса // Проблемы лесоведения Сибири. М., 1977. С. 25 - 48.

Протопопов В.В. К методике анализа экономической роли горных лесов // Защитное лесоразведение и рациональное использование земельных ресурсов в горах. Ташкент, 1979. С. 31 - 33.

Протопопов В.В. Средообразующая роль темнохвойного леса. Новосибирск, 1975. 328 с.

Протопопов В.В. и др. Рекомендации по формированию средозащитных насаждений в лесостепной зоне Красноярского края / В.В. Протопопов, Г.И. Гирс, В.Д. Стаканов, Э.А. Кадеров. Красноярск, 1991. 38 с.

Пряхин В.Д., Николаенко В.Т. Пригородные леса. М., 1981. 247 с.

Пугачевский А.В. Роль отпада и определяющие его факторы в спонтанной динамике ельников южной тайги // Проблемы лесоведения и лесн. экологии. Ч. I. М., 1990. С. 124 - 126.

Пучков В.В., Егорнов В.А. Проблемы использования и воспроизводства лесных ресурсов в Российской Федерации // Лесн. хоз-во. 2007. № 26. С. 8 - 10.

Пшеничникова Л.С. Продуктивность сосновых молодняков разной густоты // Факторы продуктивности лесов. Новосибирск, 1989. С. 36-52.

Пысин Л.П. Стационарное изучение хвойно-широколиственных лесов Московской области (Серебрянское опытное лесничество) / Л.П. Пысин, А.Д. Вакуров, Ю.П. Цельников // Стационарные исследования лаборатории лесоводства АН СССР. М., 1984. С. 57-79.

Рахманов В.В. Влияние лесов на водность рек в бассейне Верхней Волги // Тр. Гидромет. НИИ Центра СССР. Вып. 88. Л., 1971. 175 с.

Рахманов В.В. Гидроклиматическая роль лесов. М., 1984. 241 с.

Электронный архив УГЛТУ

Рахманов В.В. Гидроклиматическая роль лесов // Экологическая роль лесов. Бабушкин, 1986. С. 9 - 13.

Рахманов В.В. Зависимость речного стока от лесистости бассейнов (по материалам сетевых станций) // Докл. сов. ученых на междунар. симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. Т. I. М., 1970. С. 60 - 78.

Рахманов В.В., Опритова Р.В. Водоохранное значение лесов Дальнего Востока // Лесн. хоз-во. 1979. № 5. С. 22 - 25.

Рахтеенко И.Н. Научные основы создания устойчивых и продуктивных смешанных насаждений // Формирование эталонных насаждений. Ч. I. Каунас: Гирионис, 1979. С. 43 - 55.

Редько Г.И., Мерзленко М.Д. Лесные культуры в центральной части зоны смешанных лесов. Л., 1989. 91 с.

Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот азота и зольных элементов в основных типах растительности земного шара. М.;Л. Наука, 1965. 253 с.

Рожков А.А., Козак В.Т. Устойчивость лесов. М., 1989. 240 с.

Розенберг В.А. Опыт классификации лесообразовательных процессов применительно к лесам советского Дальнего Востока // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С. 128 - 130.

Романов Г.Н. Влияние ветра на насаждения // Лесн. хоз-во. 1988. № 12. С. 31 - 32.

Рубцов М.В. Защитно-водоохранные леса. М., 1972. 120 с.

Рубцов М.В. и др. Водорегулирующая роль таежных лесов / М.В. Рубцов, А.А. Дерюгин, Ю.Н. Салмина, В.И. Гурцев. М., 1990. 223 с.

Руководство по проведению лесовосстановительных работ в Государственном лесном фонде Урала. М., 1968. 102 с.

Рутковский В.И. Гидрологическая роль леса. М.;Л., 1949. 36 с.

Рутковский В.И. Обоснование лесохозяйственных мероприятий по усилению защитных и водоохраных свойств леса. М.;Л., 1948. 44 с.

Рысин Л.П. Влияние лесной растительности на естественное возобновление древесных пород под пологом леса // Естественное

возобновление древесных пород и количественный анализ его роста. М., 1970. С. 7-53.

Рысин Л.П. Лесная типология и биогеоценология // Лесоведение. 1974. № 6.

Рысин Л.П. Эталонные лесные экосистемы // Совещ. «Леса Русской равнины». М., 1993. С. 179 - 181.

Рябинин Б.Н. Продуктивность сосны и ели в южной подзоне тайги на различных почвообразовательных породах // Разработка научных основ и технологии создания лесных культур на основе селекции и комплексной механизации работ. Брянск, 1985. С. 41 - 42.

Рябчинский А.Е., Положенцев И.П. Влияние состава, строения и густоты древостоев на их производительность // Комплексное ведение лесного хозяйства Башкирии. Уфа, 1975. С.27 - 30.

Саевич К.Ф. Кормовая емкость лесных угодий // Лесн. хоз-во. 1988. № 5. С. 59 - 61.

Санников С.Н. Возрастная биология сосны обыкновенной в Зауралье // Восстановительная и возрастная динамика лесов на Урале и в Зауралье. Свердловск, 1976. С. 124 - 165.

Санников С.Н. Лесная экология и экогеография // Лесоводственная наука на Урале. Екатеринбург, 2006. С. 78 - 85

Санников С.Н. Об экологических рядах возобновления и развития насаждений в пределах типов леса // Лесовосстановительные процессы на Урале: тр. Ин-та экологии растений и животных УФ АН СССР. Вып. 67. Свердловск, 1970.

Санников С.Н., Санникова Н.С. Пожары как фактор трансформации, динамики и эволюции сосновых лесов Северной Евразии // Природная и антропогенная динамика лесных экосистем: матер. фр.-рос. науч. семинара. Екатеринбург, 2001. С. 14 - 15.

Санников С.Н., Санникова Н.С. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. М., 1985. 149 с.

Сафаров И.С. Экологическая роль горных лесов Восточного Закавказья и пути повышения их производительности // Экологическая роль горных лесов. Бабушкин, 1986. С. 22 - 25.

Электронный архив УГЛТУ

Седых В.Н. Роль разрушительных факторов в жизни северных лесов Западной Сибири // Междунар. симпозиум «Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие». Ч. V. М., 1990. С. 86 - 91.

Семериков Л.Ф. Экологические проблемы Уральского региона // Ускорение социально-экономического развития Урала. Ч.П. Свердловск, 1989. С. 3 - 4.

Семечкин И.В., Поликарпов Н.П., Ирошников А.И. Кедровые леса Сибири. Новосибирск, 1985. 257 с.

Сеннов С.Н. Проблемы лесоведения. СПб., 2001. 56 с.

Сергеев Л.И. Зимостойкость лесообразующих пород и лесовозобновление в Башкирии // Охрана, рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов Башкирии. Уфа, 1974. С. 30 - 34.

Серова Л.Ф. Экономические особенности лесохозяйственного производства. Алма-Ата, 1981. 157 с.

Серый В.С. и др. Изменение лесорастительных условий вырубок при современных лесозаготовках / В.С. Серый, В.А. Аникеева, Н.И. Вялых, Н.И. Кубрак // Экологические исследования в лесах Европейского Севера. Архангельск, 1991. С. 3 - 15.

Синицын С.Г. Эффективное использование леса России при решении экологических проблем мирового сообщества // Лесн. хоз-во. 1993. № 5. С. 2-7.

Синицын С.Г. и др. Горные леса / С.Г. Синицын, А.С. Агеенко, Г.Н. Гигаури [и др.]. М., 1979. 200 с.

Синицын С.Г. и др. Лес и охрана природы / С.Г. Синицын, А.А. Молчанов, Б.И. Грошев [и др.]. М., 1980. 287 с.

Система рекомендаций по ведению лесного хозяйства в Башкирской АССР. Уфа, 1976. 376 с.

Смагин В.Н. Современное состояние и перспективы развития биогеоценотического направления в лесной типологии // Второе все-союз. совещ. по лесн. типологии. Красноярск, 1973. С. 3 - 5.

Смолоногов Е.П. Лесная типология на Урале // Лесоводственная наука на Урале. Екатеринбург, 2006. С. 125 - 140.

Смолоногов Е.П. Лесообразовательный процесс и генетическая классификация типов леса // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 18. Екатеринбург, 1995.

Смолоногов Е.П. Лесообразовательный процесс и его особенности // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991а. С. 151 - 153.

Смолоногов Е.П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины (эколого-лесоводственные основы оптимизации хозяйства). Свердловск, 1990а. 288 с.

Смолоногов Е.П. Эколого-экономические аспекты рационального использования и воспроизводства лесов Урала // Лесоводственные основы лесопользования и средозащитная роль лесов Урала. Свердловск, 1991б. С. 3 - 19.

Смолоногов Е.П. Эколого-экономические аспекты системы рационального использования и воспроизводства лесов Урала // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч.1. М., 1990б. С. 62 - 64.

Смолоногов Е.П., Вегерин А.М. Комплексное районирование Тюменской области. Свердловск, 1980. 88 с.

Смолоногов Е.П., Кирсанов В.А. Восстановительно-возрастная динамика кедровых лесов Урала и Западной Сибири как организационная основа ведения хозяйства. Свердловск, 1986. 62 с.

Смолянинов И.И. Биологический круговорот химических элементов между почвой и растениями в лесу и проблема его интенсификации: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Харьков, 1989. 83 с.

Смоляк Л.П., Антипов В.Г., Гуняженко И.В. Дендрология. Минск, 1990. 160 с.

Соколова Л.Н. Освещенность и фотосинтез соснового подростка под пологом спелых сосняков Московской области // Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. М., 1967. С. 255 - 260.

Соколова Л.Н. Освещенность под пологом спелых сосняков Московской области // Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. М., 1965. С. 13 - 14.

Электронный архив УГЛТУ

Соловьев Ф.А. Плодоношение кедровых лесов в Зауралье // Тр. ин-та биологии УФ АН СССР. Вып. 6. М.;Л., 1955. С. 76 - 96.

Спиридонов В.Н. Устойчивость естественных насаждений в условиях высокой антропогенной нагрузки: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1974. 17 с.

Справочник. М.: ВНИИЦлесресурс. 1999. 650 с.

Справочник лесоведа. Киев, 1990. 295 с.

Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. СПб., 1996. 240 с.

Старцев А.И. Влияние экологических факторов на рост дуба черешчатого в пойме реки Урал и его прогнозирование с использованием динамической модели: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 1994. 18 с.

Страхов В.В. Состояние лесных ресурсов Европейско-Уральской части России // Совещ. «Леса Русской равнины». М., 1993. С. 201-208.

Структура и динамика таежных лесов. Новосибирск, 1994. 167 с.

Структура и рост древостоев Сибири. Красноярск, 1993. 174 с.

Сукачев В.Н. Лесоведение и биогеоценология // Лесоведение. 1967. № 2.

Сукачев В.Н. О некоторых теоретических положениях программы работ комплексной научной экспедиции АН СССР по полезащитному лесоразведению на 1950 г. // Ботанический журнал. 1950. Т. 35. № 1. С. 10-18.

Сухих В.И., Загреев В.В. Проблемы интенсификации лесопользования // Совещ. «Леса Русской равнины». М., 1993. С. 209 - 213.

Таран И.В., Спиридонов В.Н. Устойчивость рекреационных лесов. Новосибирск, 1977. 179 с.

Таранков В.И. Географические аспекты экологической роли леса // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 64 - 66.

Таранков В.Н. Экологическая роль леса. Воронеж, 1988. 50 с.

Тарасенко В.П. Водоохранная и почвозащитная роль леса. Минск, 1981. 96 с.

Электронный архив УГЛТУ

Татаринов В.В. Экспериментальный анализ факторов, регулирующих численность и рост сосны в сложных сосняках Беловежской пуши // Лесоведение. 1972. № 4. С. 3 - 12.

Телегин Н.П. Комплексное лесное хозяйство северных стран Европы. М., 1979. 238 с.

Терехов Г.Г. и др. Фенологическое развитие ели сибирской в культурах // Проблема восстановления леса на Урале. Екатеринбург, 1992. С. 89 - 91.

Терешин Ю.А. Итоги изучения водного режима, фотосинтеза и роста основных лесобразующих видов в молодняках Ильменского заповедника // Биологические исследования в Ильменском заповеднике: тр. Ильменского заповедника. Вып. 10. Свердловск, 1973. С. 37 - 55.

Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. Очерк учения о популяции. М., 1973. 277 с.

Тимченко Л.И. Повреждение деревьев и кустарников животными на Дальнем Востоке // Лесн. хоз-во. 1986. №1. С. 64 - 66.

Тихонов А.С. Рост и развитие насаждений. Л., 1984. 52 с.

Тихонов А.С., Набатов Н.М. Лесоведение: учеб. пособие. М.: Экология, 1995. 318 с.

Ткаченко М.Е. Водоохранно-защитное значение леса // На лесокультурном фронте. 1932. № 1. С. 24 - 34.

Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. Изд. 2-е. М.; Л., 1952.

Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. М.;Л. Гослесбумиздат, 1955. 595 с.

Третьяков С.В. Среднетаежные сосново-еловые древостои и их значение в формировании высокопродуктивных насаждений // Экологические проблемы сохранения и восстановления лесов Севера. Архангельск, 1991. С. 83 - 84.

Трутнев И.А. Охрана и оздоровление окружающей среды – одна из важнейших проблем Урала // Проблемы развития производительных сил Урала на перспективу до 1990-2000 гг. (с учетом прилегающих экономических районов). М., 1980. С. 66 - 71.

Электронный архив УГЛТУ

Тулус Х.Х., Тамм Ю.А. Содержание азота, фосфора, калия и кальция в хвое сосны обыкновенной // Лесоведение. 1990. № 4. С. 58-63.

Турков В.Г. Динамика лесов Билимбаевского лесхоза в процессе их хозяйственного освоения // Восстановительная и возрастная динамика таежных лесов Среднего Урала. Свердловск, 1987. С. 103 - 109.

Турков В.Г. О вывале деревьев ветром в первобытном лесу как биогеоценологическом явлении (на примере горных пихтово-еловых лесов Среднего Урала) // Темнохвойные леса Среднего Урала. Свердловск, 1979. С. 121 - 140.

Тюрин А.В., Науменко Н.М., Воропанов П.В. Лесная вспомогательная книжка. М.;Л., 1956. 532 с.

Усольцев В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск, 1985. 191 с.

Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск, 1988. 262 с.

Успенский В.В. Количественная оценка биосферных функций леса // Проблемы лесоведения и лесоводства: тез. докл. Ч. I. М., 1990. С. 66 - 67.

Уткин А.И. Структура и первичная биологическая продуктивность лесных биогеоценозов (БГЦ): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Красноярск, 1981. 55 с.

Федорец Н.Г. Циклы азота в таежных экосистемах Карелии // Совещ. «Леса Русской равнины» М., 1993. С. 219 - 221.

Федорец Н.Г., Морозов Р.М. Круговорот азота в сосновых биогеоценозах Карелии // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 291 - 293.

Федоров С.Ф. Исследование элементов водного баланса в лесной зоне европейской территории СССР. Л., 1977. 264 с.

Федосеев И.А. Интенсификация и эффективность лесовыращивания // Лесн. хоз-во. 1988. № 1. С. 31 - 36.

Фильрозе Е.М. Оценка современных тенденций лесообразовательных процессов // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С. 164 - 166.

Фильрозе Е.М. и др. Экология лесов Западной Башкирии / Е.М. Фильрозе, А.Е. Рябчинский, Г.М. Гладушко, А.В. Конашов. Свердловск, 1990. 180 с.

Фирсова В.П. Экологическая роль почв в воспроизводстве лесов Урала // Экологические основы рационального использования и воспроизводства лесов Урала. Свердловск, 1986. С. 5 - 7.

Фирсова В.П. и др. Особенности горно-лесных почв Южного Урала // Особенности горного почвообразования под пологом лесов: тр. ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Вып. 109. Свердловск, 1978. С. 62 - 99.

Фирсова В.П., Павлова Т.С. Дедков В.С. Биogeоценотические связи и почвообразование в сопряженных ландшафтах Среднего Урала. Свердловск, 1990а. 134 с.

Фирсова В.П., Павлова Т.С., Прокопович Е.В. Круговорот азота в еловых биogeоценозах Среднего Урала // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990б. С. 293 - 295.

Формирование растительного покрова в связи с рубками в лесах юго-западной Якутии / отв. ред. И.П.Щербаков. Новосибирск, 1977. 296 с.

Хайретдинов А.Ф. Повышение продуктивности рекреационных лесов Южного Урала. Уфа, 1990. 276 с.

Хайретдинов А.Ф., Конашова С.И. Рекреационное лесоводство. – Уфа: БГАУ, 1994. 223 с.

Ханбеков И.И. Лесовосстановление и защитное лесоразведение в горных районах СССР. М., 1978. 205 с.

Ханбеков И.И. Лесовосстановление и рубки в горных лесах. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., 1987. 159 с.

Цветков В.Ф. Вопросы антропогенной динамики типов сосновых лесов Европейского Севера в географическом аспекте // Эколого-географические проблемы сохранения и воспроизводства лесов. Архангельск, 1991. С. 24 - 27.

Электронный архив УГЛТУ

Цветков В.Ф. Камо грядеши (некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере). Архангельск, 2000. 253 с.

Цветков В.Ф. Лесной биогеоценоз: учеб. пособие. Архангельск, 1999. 137 с.

Цветков В.Ф. Лесовосстановление. Природа, закономерности, прогноз. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2008. 211 с.

Цветков В.Ф. «Экономика природы» и состояние окружающей среды. Архангельск, 2002. 267 с.

Цветков В.Ф., Цветков, И.В. Лес в условиях аэротехногенного загрязнения. Архангельск, 2003. 354 с.

Цепляев В.П. Леса СССР. М., 1961. 456 с.

Цыганок В.И. Охрана горной лесной растительности как основа долговременного водообеспечения Забайкалья // Охрана горных ландшафтов Сибири. Новосибирск, 1973. С. 135 - 138.

Чельшев В.А. Концептуальные основы деления лесов по функциональному значению (проблемы и пути решения). Хабаровск, 2004. 168 с.

Чернышев В.Д. Своеобразие биосферных функций леса на Дальнем Востоке // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. 1. М., 1990. С. 73 - 76.

Чертов О.Г. Влияние антропогенной трансформации почвенного покрова на состояние лесов Русской равнины // Совещ. «Леса Русской равнины». М., 1993. С. 235 - 238.

Чертовской В.Г. Еловые леса европейской части СССР. М., 1978. 176 с.

Чертовской В.Г., Чибисов Г.А. Рубки ухода в лесах Севера // Вопросы таежного лесоводства на Европейском Севере. М., 1967. С. 25 - 37.

Чешев Л.С. и др. Биоэкологические основы рубок главного пользования в еловых лесах Тянь-Шаня. Фрунзе, 1978. 154 с.

Чибисов Г.А., Вялых Н.И. Хозяйственная оценка смены породного состава и рубки ухода как мера повышения продуктивности лесов Севера // Повышение продуктивности лесов Европейского Севера. Архангельск, 1974. С. 17 - 25.

Чибисов Г.А., Минин Н.С. Рубки ухода в сосновых культурах на Европейском Севере // Лесн. хоз-во. 1988. № 6. С. 14 - 17.

Чирков Ю.И. Агрометеорология. Л., 1986. 296 с.

Чмыр А.Ф. Биологические основы восстановления еловых лесов южной тайги. Л., 1977. 160 с.

Чмыр А.Ф. Плавная смена поколений еловых лесов бореальной зоны России. СПб., 2001. 126 с.

Чурагулов Р.С. Экология лесов Южного Урала. М: ПОЛТЕКС, 1999. 418 с.

Шавнин А.Г., Шавнин В.А. Временные рекомендации по ведению дифференцированных рубок в ельниках Урала. Свердловск, 1990. 38 с.

Шаргунова В.А., Санников С.Н., Шлегель О.Э. Лесовозобновление на горях в Припышминских борах // Леса Урала и хоз-во в них. Свердловск, 1990. Вып. 15. С. 56 - 60.

Шевелев Н.Н. Влияние темнохвойных лесов Среднего Урала на режим горизонтальных осадков // Взаимосвязь среды и лесн. растительности на Урале. Свердловск, 1981. С. 82 - 95.

Шейнгауз А.С. Комплексное лесохозяйственное районирование севера Дальнего Востока // Биологические проблемы Севера. Вып. 5. Якутск, 1974.

Шенников А.П. Экология растений. М., 1950. 375 с.

Шиманюк А.П. Биология древесных и кустарниковых пород. М., 1964. 479 с.

Шимкевич В.А., Прокопьев М.Н., Касимов А.К. Пути повышения эффективности лесовосстановления в таежной зоне Предуралья // Рациональное использование лесов Урала и сохранение их средообразующей роли. Свердловск, 1976. С. 44 - 46.

Шиятов С.Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Приполярного Урала под влиянием современных изменений климата. Екатеринбург, 2009. 215 с.

Шиятов С.Г. и др. Климатогенная динамика лесотундровых экосистем на полуострове Ямал и в горах Полярного Урала // Природная и антропогенная динамика лесных экосистем: матер. фр.-рос. науч. семинара. Екатеринбург, 2001. С. 85 - 90.

Электронный архив УГЛТУ

Шпак И.С. Влияние леса на водный баланс водосборов. Киев, 1968. 283 с.

Шумаков В.С. Особенности физики лесных почв // Докл. сов. ученых на междунар. симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. Т. I. М., 1970.

Щерба В.А., Катков М.Б. Рациональное природопользование в карстогенных районах Оренбуржья// Ускорение социально-экономического развития Урала. Ч. II. Свердловск, 1989. С. 49 - 52.

Эйтинген Г.Р. Лесоводство. М., 1953. 424 с.

Юревич С.И. Запасы и первичная продуктивность группировок сосны горной в Карпатах в зависимости от местопроизрастания // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. 1. М., 1990. С. 249 - 251.

Ямковой В.Т. Трансформация круговорота веществ и потери при сплошной рубке в лесных экосистемах Украинских Карпат (Бескиды) // Проблемы лесоведения и лесной экологии. Ч. I. М., 1990. С. 300 - 302.

Электронный архив УГЛТУ

Учебное издание

**Николай Алексеевич Луганский
Сергей Вениаминович Залесов
Валерьян Николаевич Луганский**

ЛЕСОВЕДЕНИЕ

Издание 2-е, переработанное

Учебное пособие

Редактор Е.Л. Михайлова
Компьютерная верстка О.А. Казанцева

Подписано в печать 14.04.10	Формат 60×84 1/16
Бумага тип. №	Печать офсетная
Усл. печ. л. 25,1	Тираж 300 экз.
	Уч.-изд. л. 18,59
	Заказ №

ГОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Размножено с оригинал-макета
Типография «Уральский центр академического обслуживания».
620219, Екатеринбург, ул. Первомайская, 91

