

# ЛЕСОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие

Сенов С.Н.  
Грязькин А.В.

Санкт-Петербург 2006

Учебное пособие рекомендовано ученым советом лесохозяйственного факультета

Рецензенты:

Лаборатория лесоводства СПб НИИЛХ (Н.А.Пирогов),

Зав. лабораторией микроклиматологии ГГО им. А.И.Воейкова, доктор географических наук, профессор Н.В.Кобышева

Предлагаемое пособие – обобщение знаний о лесе, накопленных многими поколениями исследователей из разных областей лесной науки. В учебном пособии представлены материалы многолетних наблюдений авторов, сотрудников кафедры лесоводства СПб ГЛТА и многих научных коллективов. Изучение биоразнообразия и современных тенденций роста лесов – актуальная задача лесной науки. Все большее значение приобретает изучение последствий, обусловленных увеличением содержания углерода в атмосфере, изменением климата.

Знание природы леса позволяет обосновать принципы ведения правильного хозяйства. Смены состава лесов в значительной мере связаны с хозяйственной деятельностью. Нежелательную смену можно предупредить, используя передовой опыт и достижения современной науки.

The offered manual - generalization of knowledge of a wood, the researchers saved up by many generations from different areas of a wood science. In the manual materials of long-term supervision of authors, employees of faculty of forestry of FTA and many scientists are submitted. Studying of a biodiversity and contemporaneous tendencies of growth of woods - an actual problem of a modern wood science. The increasing value gets studying the changes caused by increase of the contents of carbon in an atmosphere, change of a climate.

The knowledge of the nature of a wood allows to prove principles of conducting a correct economy. Changes of structure of woods are appreciably connected to economic activities. Undesirable change can be warned, using the best practices and achievements of a modern science.

# О Г Л А В Л Е Н И Е

## ПРЕДИСЛОВИЕ

## ВВЕДЕНИЕ

### 1. МОРФОЛОГИЯ ЛЕСА

- 1.1. Лес как природное явление
- 1.2. Структура древостоя
- 1.3. Лесной фитоценоз
- 1.4. Факторы лесообразования и лесной биогеоценоз
- 1.5. Свойства лесного биогеоценоза

### 2. ЭКОЛОГИЯ ЛЕСА

- 2.1. Лес и климат
- 2.2. Лес и свет
- 2.3. Лес и тепло
- 2.4. Лес и влага
- 2.5. Состав атмосферного воздуха и режим CO<sub>2</sub> в лесу
- 2.6. Роль ветра в лесу
- 2.7. Значение почвы для лесных сообществ.
- 2.8. Биотические компоненты леса

### 3. ЛЕСНАЯ ТИПОЛОГИЯ

- 3.1. Истоки лесной типологии
- 3.2. Учение Г.Ф.Морозова о типах насаждений
- 3.3. Учение В.Н. Сукачева о типах леса
- 3.4. Классификация А.А. Крюденера
- 3.5. Классификация Е.В. Алексеева и П.С. Погребняка
- 3.6. Классифицирование динамики лесов
- 3.7. Лесная типология в зарубежных странах
- 3.8. Пути совершенствования лесной типологии

### 4. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА

- 4.1. Семенное возобновление
- 4.2. Вегетативное возобновление леса
- 4.3. Естественное возобновление под пологом материнского древостоя
- 4.4. Естественное возобновление на вырубке
- 4.5. Роль валежника для естественного возобновления
- 4.6. Антропогенное влияние на естественное лесовозобновление
- 4.7. Оценка успешности возобновления

### 5. ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСА

- 5.1. Взаимоотношения деревьев при совместном произрастании
- 5.2. Конкуренция
- 5.3. Дифференциация, отпад и высотная перегруппировка деревьев
- 5.4. Чистые и смешанные, простые и сложные древостои
- 5.5. Горизонтальная структура древостоя и лесного фитоценоза
- 5.6. Зависимость формирования древостоев от исторических причин

## 6. СМЕНА СОСТАВА ЛЕСОВ

- 6.1. Вековые смены
- 6.2. Современные смены
- 6.3. Смена ели и сосны мягколиственными породами
- 6.4. Смена сосны елью
- 6.5. Смена дуба другими породами
- 6.6. Другие смены пород
- 6.7. Хозяйственная оценка смен

## 7. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОВЕДЕНИЯ

- 7.1. Проблема классифицирования лесов
- 7.2. Прогнозирование динамики лесов
- 7.3. Конкуренция
- 7.4. Эталонные леса
- 7.5. Биоразнообразие лесных биогеоценозов
- 7.6. Устойчивость лесов

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

# C O N T E N T S

## THE FOREWORD

## INTRODUCTION

### 1. MORPHOLOGY OF A WOOD

- 1.1. A wood as the natural phenomenon
- 1.2. Structure of a forest stand
- 1.3. Wood phytocenosis
- 1.4. Factors reforestation and wood biogeocenosis
- 1.5. Properties wood biogeocenosis

### 2. ECOLOGY OF A WOOD

- 2.1. A wood and a climate
- 2.2. A wood and light
- 2.3. A wood and it is warm
- 2.4. A wood and a moisture
- 2.5. Structure of atmospheric air and mode CO<sub>2</sub> in a wood
- 2.6. A role of a wind in a wood
- 2.7. Value of ground for wood communities.
- 2.8. Biocomponents of a wood

### 3. WOOD TYPOLOGY

- 3.1. Sources of wood typology
- 3.2. Doctrine of G.F.Morozov about types of plantings
- 3.3. Doctrine of V.N.Sukachyov about types of a wood
- 3.4. Classification of A.A.Krjudener
- 3.5. Classification of E.V.Alekseev and P.S.Pogrebnyak
- 3.6. Classification of dynamics of woods
- 3.7. Wood typology in foreign countries
- 3.8. Ways of perfection of wood typology

### 4. RENEWAL OF A WOOD

- 4.1. Seed renewal
- 4.2. Vegetative renewal of a wood
- 4.3. Natural renewal under forest stand
- 4.4. Natural renewal on cutting area
- 4.5. A role of breakage for natural renewal
- 4.6. Anthropogenous influence on natural regeneration
- 4.7. An estimation of success of renewal

### 5. FORMATION OF A WOOD

- 5.1. Mutual relations of trees at joint growth
- 5.2. A competition
- 5.3. Differentiation, deadfall and a high-altitude regrouping of trees
- 5.4. The clean and mixed, simple and complex forest stands
- 5.5. Horizontal structure of a forest stand and wood phytocenosis
- 5.6. Dependence of formation of forest stands on the historical reasons

## 6. CHANGE OF STRUCTURE OF WOODS

- 6.1. Century changes
- 6.2. Modern changes
- 6.3. Change of a fur-trees and a pine мягколиственными breeds
- 6.4. Change of a pine by a fur-tree
- 6.5. Change of an oak by other breeds
- 6.6. Other changes of breeds
- 6.7. An economic estimation of changes

## 7. MODERN PROBLEMS SILVICS

- 7.1. A problem classification of woods
- 7.2. Forecasting dynamics of woods
- 7.3. A competition
- 7.4. Reference woods
- 7.5. A biodiversity wood biogeocenosis
- 7.6. Stability of woods

## THE RECOMMENDED LITERATURE

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Лесоводством принято называть теорию и практику лесного хозяйства или деятельности, направленной на наиболее выгодное и постоянное использование леса в интересах людей.

Учебный курс лесоводства начинается с раздела о природе леса. Его называют лесоведением. Трудями многих ученых в области лесоведения сформулированы основные принципы, которые, по выражению Г.Ф.Морозова, играют роль компаса на корабле, именуемом лесоводство. Обоснование этих принципов имеет место в ранее изданных учебниках и пособиях по лесоводству и лесоведению.

Несмотря на это, имеется настоятельная необходимость регулярного обновления курса. Главной причиной являются результаты научно-исследовательских работ, которые позволяют получать новые данные о природе леса для уточнения сложившихся представлений и корректировки практических рекомендаций.

В последние годы лесоводы всех стран стали уделять все большее внимание экологической роли леса, что связано, во-первых, с чрезмерными рубками, неправильным хозяйством, загрязнением атмосферы и ухудшением состояния лесов и, во-вторых, с новыми данными о значительных биосферных функциях леса. Повышению устойчивости лесов и усилению их экологических функций посвящены международные лесные конгрессы и конференции последних лет. Появилась необходимость теоретического обоснования критериев и индикаторов правильного ведения современного лесного хозяйства.

В связи с устойчивостью представляет особый интерес изучение биоразнообразия лесов - видового, генетического, экосистемного. Все большее значение приобретает изучение современных тенденций роста лесов, обусловленных увеличением содержания углерода в атмосфере, изменением климата.

Таким образом, несмотря на стабильность некоторых основополагающих принципов лесоведения, есть необходимость издания учебного пособия, в котором будут использованы новые результаты исследований и найдут отражение самые актуальные проблемы современного лесоводства.

Пособие подготовили профессор Сенов С.Н. (главы 1, 3, 5, 6, 7) и профессор Грязькин А.В. (главы 2 и 4).

## ВВЕДЕНИЕ

Теоретическая основа лесоводства делится на биологическую, техническую и экономическую. Биологическая основа построена на законах экологии, почвоведения, геоботаники, физиологии растений, метеорологии, зоологии, фитопатологии. Непосредственно связаны с обоснованием лесохозяйственных мероприятий разделы биологии на экосистемном уровне, которые составляют курс лесоведения: морфология леса, экология леса, классификация лесов и динамика леса, которая, в свою очередь делится на разделы о лесовозобновлении, росте и развитии леса, о смене состава лесов.

Значение лесной растительности для человека трудно переоценить. Это становится ясным из простого перечисления функций леса, детальному изучению которых посвящены специальные дисциплины. Функции иногда делят на две группы: биосферные и социальные. К биосферным относят: климатообразующую (атмосферообразующую, терморегулирующую, осадкоаккумулирующую), почвообразующую (противоэрозионную, почвомелиоративную, аккумулятивную), гидросферообразующую (водоохранную, водорегулирующую, противоэрозионную, гидролесомелиоративную). К этому перечню нужно добавить биотообразующую роль - лес обеспечивает устойчивость многочисленной своеобразной флоры и фауны, их биоразнообразие. Таким образом лес является самым действенным стабилизатором биосферы, главным условием ее существования и устойчивости.

Социальную роль леса или его значение непосредственно для человека делят на: 1) средообразующую, 2) санитарно-гигиеническую, 3) духовную и 4) сырьевую. Средообразующая роль заключается в перечисленных выше биосферных функциях. Санитарно-гигиеническая роль заключается в очищении атмосферы, выделении фитонцидов, озонировании воздуха, поглощении пыли и шума, охране лечебных водных источников. К духовной роли относят рекреационную, эстетическую, научную, мемориальную.

Сырьевую функцию обычно считают главной. Помимо потребления древесины к ней относят заготовку живицы, охотничье хозяйство и побочные лесные пользования (сенокосение, пастьба скота, заготовка грибов, ягод, орехов и т.д.). По расчетам экономистов (Ильев, Гордиенко, 1977, Плотников, 1979), стоимость древесины не превышает 3-10% стоимости леса, если учесть все его полезности.

Совершенно прав Н.С.Нестеров, по мнению которого "...невозможно представить себе развитие цивилизации и счастье человека на земле, лишенной лесов".



Знание природы леса позволяет, считает Г.Ф.Морозов, обосновать принципы ведения правильного хозяйства. А для отработки таких принципов необходимо использовать высокие достижения старого лесоводства. М.Е.Ткаченко пишет о том, что теория питается практикой и проверяется ею. Если в XIX веке в России преобладали леса, не затронутые хозяйством, то теперь приходится изучать природу леса, в той или иной степени преобразованного. Смены состава лесов в значительной мере связаны с практикой рубок, а взаимоотношения между деревьями в процессе возрастной динамики легче понять, анализируя практику и опыты с уходом за лесом. Таким образом, лесохозяйственные мероприятия позволяют понять природу леса.

Это вызывает необходимость установления более тесной связи между курсами лесоведения и лесоводства. Поэтому нужно пояснить некоторые лесоводственные термины. Рубки леса делят на рубки главного пользования и рубки ухода за лесом. Рубки главного пользования проводят в спелых древостоях и делят на сплошные, постепенные и выборочные. При постепенных рубках древостой тоже удаляют полностью, но за несколько приемов в течение одного-двух классов возраста. Выборочные рубки проводят в разновозрастном древостое, удаляют деревья старшего возраста и больные. Рубки ухода за лесом проводят в неспелых лесах и делят на уход за молодняками (осветления и прочистки) и за средневозрастными древостоями (прореживания и проходные рубки). Главная задача ухода за молодняками - изменение состава в сторону увеличения доли ценных пород. Главная цель дальнейшего ухода - улучшение качества древесины и повышение устойчивости древостоев. При любом уходе в первую очередь удаляют больные и ослабленные деревья. Если таких слишком много, то рубку называют санитарной.

Время, в течение которого восстанавливается запас вырубленной спелой древесины в хозяйстве со сплошными и постепенными рубками, называется оборотом рубки.

Хозяйство, основанное на семенном возобновлении, называют высокоствольным, на порослевом - низкоствольным. В среднем лесу используются методы того и другого.

В прошлом курс лесоводства делили на две части: учение о лесе (лесоведение) и учение о возобновлении и воспитании леса (Г.Ф.Морозов, М.Е.Ткаченко, П.С.Погребняк). Термин "лесоведение" М.Е.Ткаченко относил ко всему набору биологических знаний, имеющих отношение к лесу. И.С.Мелехов выделил теоретические разделы в самостоятельный курс лесоведения и написал отдельный учебник. Это стало традицией.

С учетом биосферных функций все леса страны разделены на три группы. К первой группе отнесены леса, выполняющие эти функции в наибольшей степени (запретные полосы вдоль рек и других водоемов, за-

щитные полосы вдоль железных и шоссейных дорог, притундровые леса, зеленые зоны вокруг городов и другие). Доля лесов первой группы составляет 21%. Ко второй группе (доля 7%) относятся леса в районах с высокой плотностью населения, имеющие защитное и ограниченное эксплуатационное значение. К третьей группе (доля 72%) относят леса многолесных районов, имеющие преимущественно эксплуатационное значение. Группы лесов различаются способами и уровнем ведения хозяйства, прежде всего способами и технологией рубок.

В настоящее время наблюдается вполне обоснованная тенденция в большей мере учитывать экологическую роль лесов всех групп и повсеместно повышать уровень хозяйства. Одним из способов повышения эффективности хозяйства является повсеместно внедряемая сертификация лесной продукции, подтверждающая соответствие способа ее заготовки лесоводственным правилам, обеспечивающим сохранность и устойчивость лесов. А для совершенствования этих правил необходимы научно-исследовательские работы. При изложении данного курса частично использованы результаты таких работ, в том числе выполненных сотрудниками кафедры лесоводства СПб ГЛТА.

# 1. МОРФОЛОГИЯ ЛЕСА

## 1.1. Лес как природное явление

Определения леса в современных учебниках, словарях и стандартах в основном повторяют то, которое сформулировал Г.Ф.Морозов - совокупность древесных растений, измененных в своей внешней форме и внутреннем строении под влиянием воздействия друг на друга, на занятую почву и атмосферу. Такую совокупность или природную систему рассматривают на разном уровне. Влияние леса на атмосферу планеты, на содержание в ней углекислого газа, кислорода, на чистоту воздуха, на водный режим и т.д. оправдывает понятие о лесе как о глобальной составляющей биосферы. Зависимость лесной растительности от климата заставляет считать лес зонально-географическим явлением. Так, таежные хвойные леса существенно отличаются от южнее расположенных хвойно-широколиственных лесов, от лесов влажных субтропиков и т.д. Более мелкое подразделение - лесной массив, приуроченный к ландшафтной единице (урочищу) или разграниченный реками, полями. И, наконец, лес - сложная биологическая единица, называемая лесным биогеоценозом (лесной экосистемой), лесным фитоценозом или насаждением. Термин "насаждение" напоминает посадку, но он традиционно отнесен к искусственным и естественным лесам. Насаждением называют участок леса, однородный по древостою, кустарникам и живому напочвенному покрову. Древостой - совокупность деревьев, которая является доминантом, эдификатором и главным продуцентом насаждения.

## 1.2. Структура древостоя

Особенности каждого древостоя как и насаждения в целом зависят от сочетания экологических факторов, от состава, происхождения, истории роста. Но имеются и общие, характерные для всех древостоев черты, объясняемые спецификой взаимных отношений в лесу между деревьями, видами, возрастными поколениями, ярусами. Чаще всего взаимоотношения проявляются через внешнюю среду. Их называют косвенными. Наиболее существенным видом косвенных отношений является конкуренция. Имеют место и прямые взаимоотношения: симбиотические, паразитические, физиологические (срастание корней), химические (аллелопатия), механические (охлестывание).

На внешнем облике древостоя, его динамике в наибольшей степени сказывается конкуренция. Подробнее о ней пойдет речь дальше (гл. 11). Конкуренция является главной причиной дифференциации деревьев по размеру, своеобразия их формы, темпов отпада. По своей форме деревья в

насаждении отличаются от деревьев свободного стояния: высокоподнятой живой кроной, значительно большей высотой ствола, его цилиндрической формой (полнодревесностью), отсутствием на нем живых ветвей до кроны, большей ценностью древесины.

Изменение формы ствола наблюдается даже на опушке леса. Выполненные нами измерения в культурах березы (Сиверский лесхоз), ряды которых были параллельными опушке, дали следующие результаты:

диаметр дерева на высоте 1,3 м, см	18	20	22	24
средняя высота деревьев первого ряда, м	17,5	17,8	20,0	22,5
средняя высота деревьев второго ряда, м	19,7	20,8	22,0	23,5

Высота деревьев следующего ряда недостоверно отличалась от высоты деревьев второго ряда, то-есть имеет место довольно резкий переход к специфичной для леса форме.

Для иллюстрации процесса дифференциации деревьев в древостое обычно приводят классификацию Г.Крафта, предложенную в конце позапрошлого века. Согласно этой классификации все деревья по положению кроны в пологе разделены на классы господствующих и угнетенных деревьев. Господствующие, в свою очередь, разделены на три класса (I, II, III) прегосподствующих, господствующих и согосподствующих деревьев. Угнетенные разделены на ослабленные со сжатыми кронами в пологе (IVa) и с однобокими кронами в пологе (IVб); угнетенные с живой кроной под пологом (Va) и с отмирающей кроной под пологом (Vб).

Классификация Крафта привлекает своей наглядностью. Ее использовали в практике рубок ухода, в научной работе. Теперь ее значение уменьшается вследствие применения более точных методов, а деление деревьев на классы Крафта отличается условностью. Кроме того, имеют место переходы из одного класса в другой. Классификация лучшим образом отображает состояние деревьев среднего возраста и влияние конкуренции. В молодняках дифференциация проявляется слабее, а в спелых древостоях на дифференциацию и отпад существенно влияют иные причины: устойчивость к ветру, болезням, повреждениям.

Для более объективной оценки дифференциации деревьев в исследованиях и в практике теперь используют таксационные показатели: распределение по ступеням толщины, ранг дерева, его относительный диаметр. С помощью уравнений регрессии связывают ранжирование с возрастом древостоя, средней высотой, бонитетом.

В лесоводстве существует понятие о подгоне, к которому относят отстающие в росте деревья той же породы в чистом древостое или второй ярус из деревьев другой породы. Подгон способствует улучшению роста и формы ствола лучших деревьев, очищению его от сучьев.

Слишком сильное запоздалое разреживание древостоя, особенно в том возрасте, когда текущий прирост уменьшается, приводит к ухудшению формы ствола, его утолщению в комлевой части, ослаблению роста, развитию кроны. Так на одной из пробных площадей СПБНИИЛХ в Вырицком лесхозе в 1930 году в сосняке 57 лет удалили в порядке рубки ухода 40% запаса. Спустя 60 лет средняя высота и диаметр на этой площади были равны 25,1 м и 32,5 см, запас 187 м<sup>3</sup>/га, а рядом на контрольной площади 28,0 м, 29,9 см, 370 м<sup>3</sup>/га.

Возможна и чрезмерная густота, особенно в искусственных древостоях на юге лесной зоны. Если конкуренция ослаблена, то наблюдается общее подавление роста, которое может привести к гибели древостоя при стрессовых ситуациях, например при засухе. Имеются убедительные доказательства преимущества групповых посадок в лесостепной зоне с ее дефицитом почвенной влаги (В.Д.Огиевский). В группе выделяются усиленным ростом более конкурентоспособные деревья, а остальные служат подгоном.

При двух или более породах древостой называют смешанным, а при двух или более ярусах сложным. Смешанный древостой может быть простым, т.е. одноярусным. В то же время чистый древостой, состоящий из одной породы, может быть сложным, если деревья существенно различаются по возрасту и высоте.

Закономерности структуры и динамики древостоев с их количественными характеристиками изучает лесная таксация. Совокупность деревьев одной популяции и одного возраста, называемая элементом леса, представляет собой объект для применения статистических методов исследований. Смешанный и сложный древостой делят на такие элементы леса. Однако здесь возможны некоторые погрешности, поскольку объединение элементов леса в систему приводит к изменению свойств каждого элемента в результате функциональной интеграции. Это вызывает необходимость применения нового (системного) подхода к изучению сложных систем.

### **1.3. Лесной фитоценоз**

В состав лесного фитоценоза помимо древостоя, который является доминантом, эдификатором и главным продуцентом, входят также: подрост, подлесок, живой напочвенный покров.

Подростом называется совокупность молодых деревьев, находящаяся под пологом старого древостоя или на вырубке после его удаления, способная заменить старый древостой. Подрост является характерным компонентом лесного фитоценоза на каком-то этапе его развития. Иногда подростом называют всякое молодое поколение, в том числе появившееся

на вырубке или гари от налета семян. Лучше этого не делать, чтобы не запутывать терминологию (Н.Е.Декатов).

Древесные растения в возрасте до 1 года называют всходами, до 3-5 лет самосевом.

Подлеском называют совокупность кустарников и полукустарников (типа малины), реже деревьев, произрастающих под пологом леса и не способных достигнуть высоты верхних ярусов и образовать древостой. Подлесок, как и подрост, появляется на каком-то этапе развития лесного фитоценоза, когда уменьшаются прирост древостоя, его потребность в элементах питания и, как следствие, полнота и сомкнутость крон деревьев. Появлению подроста и подлеска способствует изреживание древостоя рубками ухода или постепенными.

Живой напочвенный покров - совокупность мхов, лишайников, травянистых растений и кустарничков, произрастающих под пологом леса, на вырубках и гарях. На первых этапах жизни леса под густым древостоем живой покров может отсутствовать. Почва в это время покрыта слоем опада главным образом из хвои и листьев.

Характерные черты лесного фитоценоза: особый микроклимат, поскольку лес, по выражению Г.Ф.Морозова, подобно продырявленному зонтику, пропускает сквозь себя лишь часть осадков. Сквозь полог проникает меньше света и тепла. В лесу отсутствует ветер. Особенностью леса является подстилка - напочвенный слой, образующийся из растительного опада. Благодаря подстилке, ее разложению в условиях особого микроклимата наблюдается своеобразный режим почвенных процессов, Лесная почва отличается своей морфологией и физико-химическими показателями.

Лесной фитоценоз отличается своеобразной вертикальной и горизонтальной структурой.

По вертикали он делится на ярусы, сложенные разными жизненными формами растений и видами. Такие ярусы в геоботанике называют синузиями. Расчлененность усугубляется в том случае, если древостой сложен разными древесными породами и разными возрастными поколениями. В состав синузии нижних ярусов входят кустарники, полукустарники, кустарнички, травы, мхи, лишайники.

Отличается неоднородностью и горизонтальная структура фитоценоза. Наблюдается мозаичность, объясняемая разнообразием состава древостоев, групповым размещением деревьев, неоднородностью микрорельефа и почвы. Отдельные элементы лесной мозаики называются парцеллами, иногда (в геоботанической литературе) микрогруппировками, ценоэлементами. С увеличением возраста древостоя парцеллярная структура обычно усложняется. В спелом ельнике встречаются парцеллы осинового или березового с присущими им растениями нижних ярусов. В чистом мо-

лодом ельнике парцеллярная структура зависит от густоты древостоя и сомкнутости полога: в наиболее густой части преобладают мертвопокровные парцеллы, при средней сомкнутости крон моховые, на полянах травяные. Состав и строение нижних ярусов растительности по парцеллам различаются существенным образом. Различают коренные парцеллы, формирования когда процессы структура фитоценоза стабилизировалась

#### **1.4. Факторы лесообразования и лесной биогеоценоз**

После предварительного ознакомления с морфологией леса можно выделить основные экологические факторы, ответственные за внешний облик леса и происходящие в нем процессы. Перечень таких факторов еще в начале прошлого века предложил Г.Ф.Морозов, называя их факторами лесообразования: 1) лесоводственные свойства древесных пород; 2) географическая среда (климат, рельеф, почва); 3) совокупность социальных явлений в самом сообществе, в т.ч. особенности сочетания древесных пород, их взаимные отношения; 4) животный мир; 5) вмешательство человека; 6) историко-геологические причины.

В современной литературе первый, третий и четвертый факторы обычно именуют биотическими. Они остаются наименее изученными, особенно взаимоотношения.

В большей мере изучено влияние географической среды. Климатическими факторами ограничивается верхний предел возможной продуктивности лесов в той или иной зоне, а эдафическими для ландшафтной единицы в пределах зоны. Зависимость лесного фитоценоза от рельефа и почвы положена в основу классификационных построений. Но процесс почвообразования в лесу, в свою очередь, зависит от климата и всей совокупности биотических факторов.

С увеличением объема лесных работ и степени их механизации растет влияние антропогенного фактора. Зачастую оно выходит из-под контроля и становится угрожающим для леса и, в конечном счете, для человека.

Упомянутое выше взаимодействие биотических и географических факторов или живой и неживой природы приводит к образованию, по выражению В.Н.Сукачева, биогеоценоза. Так он называет "...всякий участок леса, однородный (на известном протяжении) по составу, структуре и свойствам слагающих его компонентов и по взаимодействию между ними, то есть однородный по растительному покрову, по населяющему его животному миру и миру микроорганизмов, по поверхностной горной породе и по гидрологии, микроклиматическим (атмосферным) и почвенным условиям и по взаимодействию между ними, по типу обмена веществом и энергией между его компонентами и другими явлениями природы".

Биогеоценоз делят на биоценоз и экотоп. В свою очередь биоценоз состоит из фитоценоза, зооценоза и микробиоценоза, а экотоп из климатопы и эдафотопы.

Учение Сукачева является продолжением и развитием идей Докучаева, Морозова, Вернадского, Гумбольта о сложной взаимообусловленности различных компонентов в природных явлениях, в том числе компонентов живых и косных. Одной из важнейших задач биогеоценологии является изучение круговорота веществ и энергии в сообществах, количественная оценка результатов такого изучения и практическое ее использование.

Биогеоценологическое учение развивается одновременно с учением об экосистеме (Тэнсли, Мебиус, Уиттекер). Экосистема - основная функциональная единица экологии. Понятие экосистема является разномасштабным, тогда как биогеоценоз – это экосистема в границах фитоценоза.

### **1.5. Свойства лесного биогеоценоза**

Все природные экосистемы, включая лесной биогеоценоз, обладают некоторыми общими свойствами. К ним относятся: функциональная интеграция, целостность, устойчивость, иерархичность.

Функциональная интеграция заключается в появлении нового качества при объединении компонентов в систему. При этом поведение каждого компонента объясняется свойствами всей системы.

Целостность проявляется в том, что внутри системы не проходит ни одной существенной границы в характеристике биоценоза и экотопа. Кроме того, на внешнее воздействие система реагирует всеми компонентами. Так, разреживание древостоя приводит к изменению характеристик растительности всех ярусов, подстилки и верхних горизонтов почвы.

Устойчивостью системы называют ее способность к саморегуляции, к сохранению функциональных связей и продуктивности при изменении внешних условий. Она проявляется или гомеостазом – слабой зависимостью от внешней среды или адаптацией – приспособлением к изменившимся условиям путем некоторой трансформации системы. При сильном давлении извне гомеостатическая система может стать адаптивной, а при чрезмерном разрушаться.

Иерархичность – это многоступенчатость или соподчиненность природных систем, отображающих разные уровни организации. В лесу это- дерево, древостой, фитоценоз, биоценоз, биогеоценоз.

Устойчивость природной системы объясняется сложностью внутренних связей, целостностью, иерархичностью, биоразнообразием (видовым, генетическим).



На свойствах природных систем основан методический подход к их изучению, называемый системным. Изучаются связи и отношения внутри системы, взаимообусловленность частей и целого. Связи системы с внешней средой делят на прямые и обратные. Прямая связь это действие внешней среды на систему. Обратная связь – влияние системы на внешнюю среду, ее преобразование. Положительная обратная связь усиливает влияние внешних условий, отрицательная ослабляет его. Отрицательная обратная связь играет основную роль в саморегуляции системы, обеспечивает ее гомеостаз. Действием прямых и обратных связей объясняются осцилляторные свойства биогеоценоза, например, колебание прироста древесины после его разреживания.

Лесной биогеоценоз является открытой, вероятностной (стохастической) и динамичной системой. Открытость объясняется малой обособленностью, отсутствием четких границ и тесными непосредственными связями всех компонентов с внешней средой. Отклик лесной экосистемы на внешнее воздействие, в т.ч. хозяйственное мероприятие нельзя предсказать точно. Результат будет вероятностным, что не всегда учитывается хозяйственными распоряжениями и прогнозами. Динамичность во времени и пространстве не требует пояснений.

Существуют общие методы сравнительной оценки экосистем, например по КПД использования солнечной энергии. Согласно этим методам лесной биогеоценоз, в особенности таежный, имеет отрицательные показатели: накопление мертвой древесины, разрушение почвы кислыми продуктами распада, замедленность биокруговорота с накоплением подстилки и другие. Однако при этом не учитываются отрицательные последствия удаления леса, его огромная биосферная роль и социальные функции. Об этом пойдет речь в следующих разделах.

Биогеоценология – своеобразный научный подход к изучению природы, при котором основное внимание уделяется функциональным системным связям и особенностям. Подход, безусловно, прогрессивный. Но он имеет свои трудности и противоречия, в частности пространственно-временное противоречие, которое можно преодолеть лишь на современной ландшафтной основе.

“Географическим ландшафтом следует называть такую генетически однородную территорию, на которой наблюдается закономерное и типичное повторение одних и тех же взаимосвязанных сочетаний: геологического строения, форм рельефа, поверхностных и подземных вод, микроклиматов, почвенных растений, фито- и зооценозов” (Н.А.Солнцев). Ландшафт отличается закономерным сочетанием его морфологических частей: местностей, урочищ, фаций. Фация считается низшей элементарной единицей ландшафта и примерно соответствует понятию о биогеоценозе (Наливкин, Берг, Солнцев, Киреев). Понятие о крупной ландшафтной

единице, имеющей естественные границы территории - урочище, приближается к понятию о лесном массиве.

Материалы исследований в Карелии (А.Н.Громцев) позволяют трактовать ландшафт как лесорастительный район, где лесообразовательный процесс имеет свои тенденции и закономерности. Для каждого типа ландшафта характерны свои направления изменений (сукцессионные ряды). Это обуславливает разницу сукцессий в одном типе биогеоценоза, находящемся в разных ландшафтных единицах.

Только при ландшафтном подходе можно изучить и оценить систему межбиогеоценозных связей и взаимовлияний. С особенностями рельефа и гидрологии связаны изменения влагооборота, почвы. Имеет место межбиогеоценозный обмен семенами. Важное значение имеет особый пожарный режим, присущий тому или иному ландшафту. Существенную роль играют и особенности лесного хозяйства в разных ландшафтных единицах, главным образом рубки и мелиорация. Еще Г.Ф.Морозов писал о взаимном влиянии в совокупности насаждений, которая образует тот или иной лесной массив.

В заключение можно дать уточненное определение леса: “Лес - элемент географического ландшафта, состоящий из совокупности деревьев, занимающих доминирующее положение, кустарников, почвенного покрова, животных и микроорганизмов, в своем развитии биологически взаимосвязанных, влияющих друг на друга и на внешнюю среду” (ГОСТ 18486-87). Можно дать более короткое определение на биогеоценотической основе: лес – биогеоценоз, в котором доминантом, эдификатором и основным продуцентом является древостой.

## 2. ЭКОЛОГИЯ ЛЕСА

### 2.1 Лес и климат

Климатом называется многолетний режим погоды, присущий данной местности и определяемым ее географическим положением. Он является результатом взаимодействия солнечной радиации (света и тепла) с атмосферой. Существенную роль играет влагооборот.

Распределение зон растительности коррелирует с климатическими поясами. Широтная направленность изменений нарушается соотношением площадей суши и моря. Контакты атмосферы и суши более стабильны, чем атмосферы и моря. В южном полушарии, где меньше доля суши и степень континентальности, преобладают влажные тропические леса. Другими причинами нарушения природной направленности являются – разнообразие рельефа суши, воздушные течения, загрязненность биосферы.

По зонам различаются степень лесистости, состав насаждений, продуктивность леса. От радиации и степени увлажнения зависят пожарная опасность, распространенность болезней. Климатом определяется верхняя потенциальная граница продуктивности.

Существуют зональные особенности или зональные системы лесного хозяйства. Так, таежное лесоводство отличается от лесостепного и, тем более, степного. Выделяется горное лесоводство. В направлении от лесостепной зоны к предтундровой уменьшается интенсивность или уровень ведения хозяйства.

Климат изменяется во времени, что приводит к изменению состава и продуктивности лесов. В настоящее время в южной тайге почти исчезли дубравы, повсеместно деградируют пихтарники. В Европе ухудшается состояние ельников, но это отчасти связано и с промышленным загрязнением атмосферы. Заокеанские леса чаще страдают от засух, которые приводят к крупномасштабным пожарам. Изменение климата и связанное с ним изменение роста лесов изучают двумя методами: длительными наблюдениями на постоянных пробных площадях и методом дендрохронологии, основанном на измерении ширины годичного кольца. Применению метода дендрохронологии способствует долговечность некоторых древесных видов (секвойя, тис, дуб, бук). В 1994 году на конгрессе ИЮФРО обсуждали результаты изучения тенденций роста лесов за последние десятилетия. В большинстве случаев отмечено улучшение роста, связанное, по видимому, с увеличением содержания углерода в атмосфере. Такой результат получен и на пробных площадях СПбНИИЛХ и СПбГЛТА, заложенных в конце двадцатых – начале тридцатых годов (Сеннов, 1996).

Проявляется и обратное влияние леса на климат, связанное главным образом с уровнем ведения лесного хозяйства. Рубка леса на большой площади с замедленным его восстановлением приводит к изменению газового состава и влажности атмосферы. Сказывается также уменьшение водности рек, изменение водного режима почвы. И, наоборот, увеличение площади лесов и их продуктивности положительно влияет на климат, особенно на северном и южном пределах распространения леса. Влияние объясняется поглощением солнечной радиации, перераспределением атмосферных осадков, регулированием водного баланса и другими причинами. Главное влияние растительных группировок на климат, по мнению В.Р.Вильямса (1939), определяется их воздействием на водный режим.

Климат характеризуют либо набором показателей радиационного баланса, либо комплексными показателями.

В набор показателей включают:

1. Длину вегетационного периода, устанавливаемую по числу дней с температурой не менее  $+5^{\circ}\text{C}$  в почве и  $+10^{\circ}\text{C}$  в воздухе. Эта длина варьирует от 80-100 дней в северной тайге до 120-130 в южной.

2. Сумму активных температур (не менее  $10^{\circ}\text{C}$ ) за вегетационный период. В лесной зоне она изменяется от 900 до 25000 .

3. Количеством атмосферных осадков за год (или вегетационный период). В таежной зоне оно варьирует от 600 до 300 мм в год.

4. Радиационным балансом в килоДжоулях на  $\text{см}^2$  в год (50 в северной тайге – 170 в лесостепи).

К.Б.Лосицкий и В.С.Чуенков (1980) пришли к выводу о постоянстве величины прироста на единицу тепла. Например, средний прирост ели, отнесенный к единице радиационного баланса, не зависит от зоны. Он равен  $0,06 \text{ м}^3$  на 1 га/год. Это результат усреднения, который не имеет практического значения, ибо продуктивность зависит от комплекса показателей.

Чаще всего приводятся средние многолетние данные, хотя весьма существенную роль играют экстремальные показатели. Некоторые характеристики древостоев, например густота, отображают главным образом пережитую некогда засуху (Н.С.Нестеров).

Северная граница леса примерно совпадает с июльской изотермой  $+10^{\circ}\text{C}$ . Минимальное количество осадков, необходимое для леса, варьирует от 0 до 100 мм в год, но оно существенно зависит от температуры.

Поскольку климат в значительной мере является результатом взаимодействия радиации и атмосферной влаги, предложены для его характеристики комплексные показатели, отображающие то и другое:

1. Коэффициент увлажнения или отношение величины осадков к величине испарения (Г.Н.Высоцкий). Достаточным он считал коэффициент, равный 1.0-1.5, характерный для таежной зоны.

2. Гидротермический коэффициент (Г.Т.Селянинов), равный отношению суммы осадков к сумме температур более 10<sup>0</sup>С за этот же период. Отношение увеличено в 10 раз. Достаточным признается коэффициент 1.0-1.5.

3. Радиационный индекс сухости (М.И.Будыко) или отношение фактического радиационного баланса к необходимому для испарения осадков. Оптимальная величина равна единице. В таежной зоне она меньше, в лесостепной больше.

Существуют модели зависимости роста от климата. Такие модели могут отобразить лишь потенциально возможную продуктивность леса в климатическом регионе и имеют главным образом теоретическое значение. Наиболее известны индексы Века, Парде, Патерсона и др.

Например, индекс С.Патерсона (Paterson) имеет следующий вид:

$$j = T_v PGE / T_a 12.100,$$

где  $T_v$  – средняя температура самого теплого месяца;  $T_a$  – средняя температура самого холодного месяца;  $P$  – среднее количество осадков за год;  $G$  – продолжительность вегетационного периода;  $E$  – испарение, % . Величина индекса изменяется от 0 на полюсе до 2000 на экваторе.

По мнению М.Е.Ткаченко (1939), попытки математического выражения степени благоприятности климата для растительности представляют лишь ориентировочное приближение к действительности. “Для жизни растений важны не только средние и суммарные значения того или иного фактора, но и характер изменения его во времени и, что особенно важно, характер изменения в сочетании с другими факторами”.

Идея тесной связи типов климата и с типами географических ландшафтов, элементами которых является растительность, отражена в учении В.В.Докучаева (1899) о зонах природы. Географию лесов определяют и климатические зоны Л.С.Берга (1924). Из 12 таких зон в России существует 8: зона вечного мороза, тундра, тайга, лиственные леса с теплой зимой, муссонный тип умеренного пояса, степь, пустыня, субтропические леса.

Известна классификация М.И.Будыко и А.А.Григорьевой (1959). Они учли три показателя: годовой радиационный баланс, годовую сумму осадков и радиационный индекс сухости (отношение радиационного баланса к количеству тепла, необходимого для испарения годового количества осадков). По этим показателям они выделили 13 зон.

Известны также климатические провинции Кеппена из 6 типов климата и 5 групп растительного покрова, система Торнтвейта из 5 климатических регионов и другие. Все они основаны на соотношениях между солнечной радиацией, поступлением влаги и испарением.

Климат является доминирующим фактором в распространении растительности лишь в широко региональном масштабе и на фоне больших отрезков времени. А в рамках региона существенное значение имеют эдафические условия, история расселения растительности, хозяйственная деятельность, устойчивость к пожарам и болезням, межвидовая конкуренция и другие причины. Поэтому фактическое распределение видов и продуктивность лесов связаны с климатом в самом общем виде. Потенциальный ареал видов обычно шире, чем фактический.

Границы распространения лесов, особенности их состава и продуктивность определяются климатическими факторами. Такая зависимость дает основание считать лес явлением зональным, географическим. В этой связи необходимо изучать роль основных климатических факторов в жизни леса, их географическую изменчивость.

К основным климатическим факторам, влияющим на лес, принято относить свет, тепло и осадки. Ниже рассматривается значение отдельных факторов для лесных экосистем. Такой порядок изложения принят авторами для лучшего понимания взаимосвязей между лесом и внешней средой. Здесь надо иметь в виду, что лесные сообщества испытывают в каждый момент времени интегрированное воздействие всей совокупности биотических и абиотических факторов.

В соответствии с климатическими зонами и типами почв на территории России выделены следующие типы лесной растительности, или природные зоны:

1. Арктическая.
2. Зона тундр.
3. Лесотундра.
4. Лесная, которая, в свою очередь, делится на таежную (включающую подзоны северной, средней и южной тайги) и зону смешанных, или хвойно-широколиственных лесов.
5. Лесостепная зона.
6. Степная зона.
7. Зона полупустынь.
8. Зона пустынь.
9. Зона субтропиков.

Географическая или природная зона (по В.В.Докучаеву – естественно-историческая зона) – это ландшафтная единица с особым типом климата, животным миром, растительным и почвенным покровом.

## 2.2 Лес и свет

Одним из важнейших факторов является лучистая энергия солнца. Основная часть солнечного излучения составляют лучи, длина волны которых находится в пределах от 170 до 4000 нм. Это излучение включает видимую часть спектра (400 – 710 нм) – около 48%, инфракрасные лучи (740 – 4000 нм) – более 45 %, ультрафиолетовые лучи (100 – 400 нм) – около 7%. Рентгеновские лучи и гамма излучение (до 100 нм) составляют менее 1% солнечного излучения. Доля радиоволн (длина которых более 4000 нм) меньше жесткого коротковолнового излучения.

Из курса физиологии растений известно, что лучи видимой части спектра (от фиолетового, до красного) по-разному воздействуют на растения. К.А.Тимирязев (1937) экспериментальным путем установил, что интенсивность фотосинтеза максимальна в условиях оранжево-красного излучения, почти в два раза ниже в сине-фиолетовых лучах и еще ниже под зеленым светом. Листья отражают, поглощают и пропускают солнечное излучение. В большей степени поглощаются фиолетовые, синие, голубые и красные лучи. Другие цвета и в первую очередь зеленый – поглощаются в наименьшей степени. Отражательная способность растений (яркость) проявляется избирательно. В видимой части спектра отражение минимально, в инфракрасной зоне отражение резко возрастает. Наглядное представление об оптических свойствах древесного полога дает рис. 1.

Солнечное излучение в диапазоне волн от 380 до 740 нм является фотосинтетически активной радиацией (ФАР). ФАР включает в себя видимую часть спектра, частично ультрафиолетовое и инфракрасное излучение. Значительная часть лучей отражается листьями. Наибольшее влияние на фотосинтез оказывают фиолетовые и синие, оранжевые и красные лучи (Лархер 1978). Зеленые лучи менее активны.

Поступающая к поверхности древесного полога световая радиация, существенным образом трансформируется. По данным В.А.Алексеева (1975) сосняки отражают 4-6%, поглощают 60%, пропускают к нижним ярусам растительности около 35% светового потока. Ельники пропускают не более 3-8% (Казимиров 1971).

Из-за высокой плотности крон в ельниках формируется особый режим солнечной радиации. В ясную солнечную погоду освещенность приземного слоя примерно в 30-40 раз меньше, чем над кронами, при этом 60-80% солнечной энергии поглощается верхней третью полога. В пасмурную погоду амплитуда абсолютных значений в 2 раза меньше, чем в солнечную погоду (рис. 2). Как следует из рисунка, полог ельника заметно сокращает продолжительность светового времени, и особенно в нижних горизонтах.

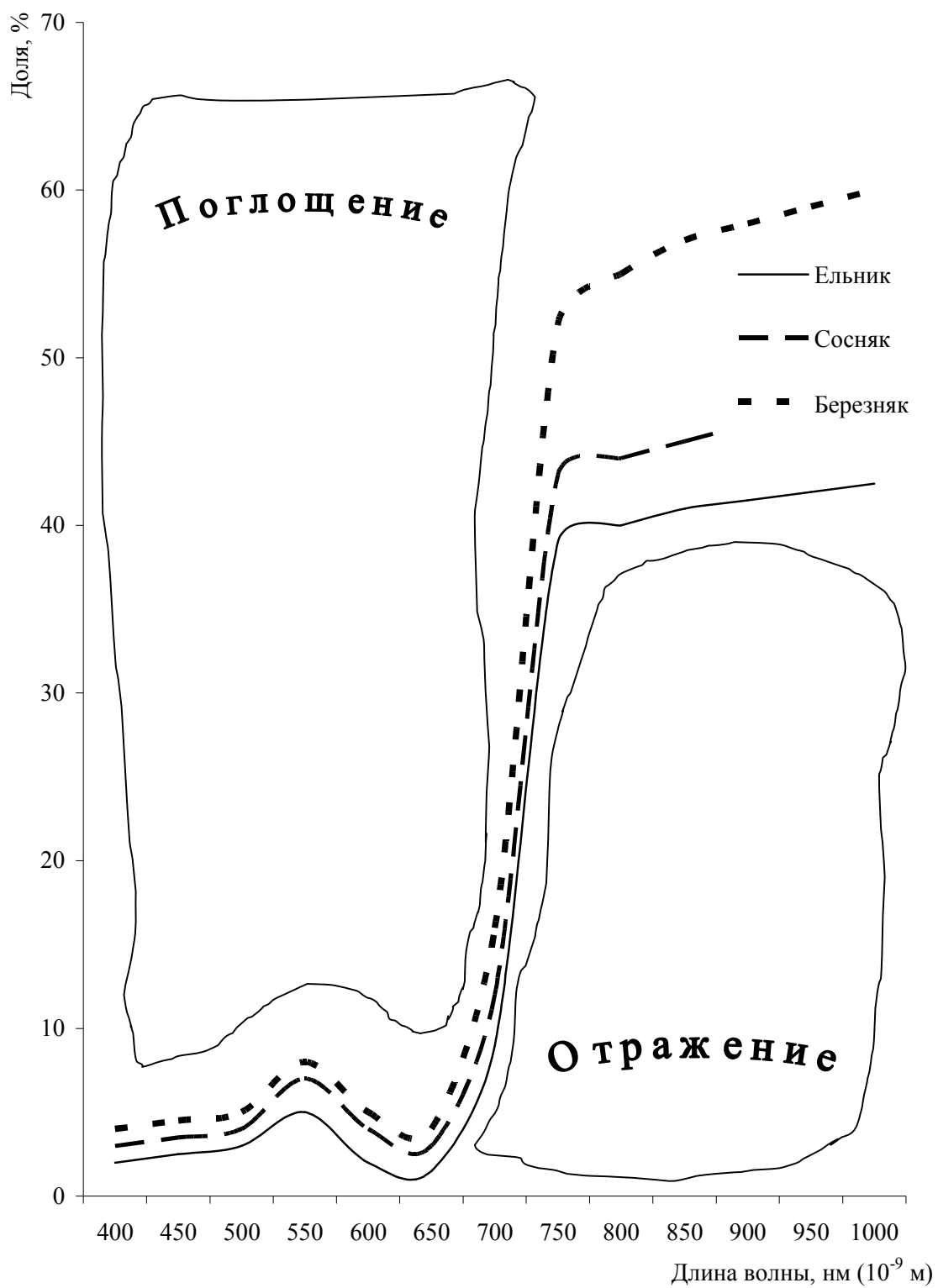


Рис. 1. Поглощение и отражение солнечной энергии пологом древостоя (по С.В.Белову 1983)



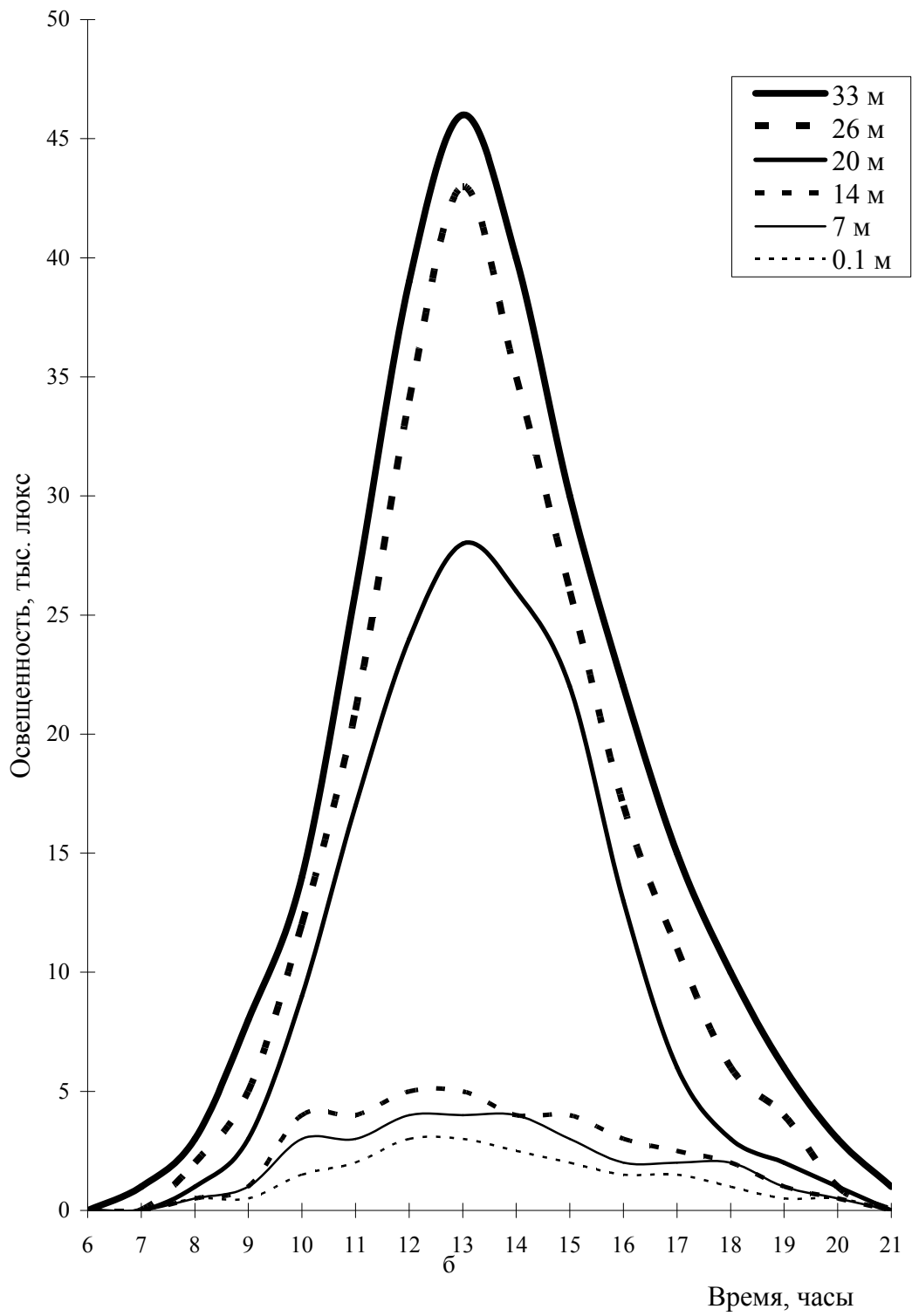


Рис. 2. Дневной ход освещенности по горизонтам полога в ельнике

От режима освещенности зависят в первую очередь биометрические показатели хвои в различных частях кроны (табл. 1). Установлено, что с уменьшением освещенности крон средняя длина хвои, и ее масса снижаются, а боковая поверхность 1 г хвои, наоборот, увеличивается. Влажность хвои в зависимости от ее возраста и положения в кроне меняется незначительно.

Т а б л и ц а 1

**Показатели хвои ели при различном положении в кроне**

Положение в кроне	Относительная освещенность, %	Показатели хвои			
		средняя длина, мм	количество в 1 г, шт.	БП 1 г, см <sup>2</sup>	В, %
Верхняя часть	100-80	13,8	193	89	40,2
Средняя часть	40-20	13,6	284	116	39,7
Нижняя часть	10-4	11,9	496	160	38,7

Более 60 % массы хвои и ветвей в ельниках сконцентрировано в верхней половине вертикального профиля. Следовательно, поглощение радиации происходит главным образом здесь. Уменьшение освещенности в нижней части полога происходит менее интенсивно, так как плотность крон здесь значительно ниже, чем в верхней части.

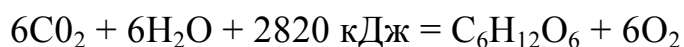
При одинаковой высоте солнца освещенность в утренние часы выше, в вечерние – ниже. Это связано с уменьшением прозрачности атмосферы во второй половине дня. Наши исследования показали, что в среднем под полог ельника в ясную погоду проникает около 4-10% суммарной радиации и примерно 8-20% в пасмурную (Грязькин 2001). Известно, что под пологом сосняков радиации примерно на 15% больше (Алексеев 1975).

Различают прямой и рассеянный свет. Прямой свет рассеивается атмосферой и облаками. При сплошной облачности на земную поверхность приходит только рассеянная радиация, однако и в ясные солнечные дни ее доля может достигать 10-15% (Спурр, Барнес 1984). Внутри древесного полога в любую погоду преобладает рассеянный свет. Это следствие многократного преломления лучей, когда доля длинноволновой радиации (красной и инфракрасной части спектра) увеличивается.

Состав света и характер освещенности зависит от географической широты местности и от высоты над уровнем моря. В северных широтах больше рассеянного света, как и под пологом леса здесь больше красных и меньше синих лучей. Интенсивность света меньше, но продолжительность светового дня больше.

Интенсивность света (освещенность) имеет большое значение для леса и определяет уровень продуктивности растительных сообществ. Она зависит от климатического пояса (высоты солнца) и варьирует от 30-40 (северные широты) до 100-110 тыс. люкс у экватора. Главная

функция света в растительном сообществе – обеспечение фотосинтеза, когда из неорганических соединений синтезируется органическое вещество с выделением кислорода в атмосферу:



В темное время суток часть углеводов синтезированных днем расходуется на дыхание (расход органического вещества имеет место и в дневное время – фотодыхание). Небольшое число растений способно синтезировать хлорофилл в темноте. При низкой освещенности интенсивность образования хлорофилла увеличивается, очень яркий свет вызывает разрушение хлорофилла. Световое насыщение фотосинтеза у большинства растений достигается при освещенности ниже полной. Здесь надо помнить о том, что уровень светового насыщения для одного и того же растения зависит от концентрации углекислого газа. Внутри листа процессы фотосинтеза и дыхания взаимосвязаны (циклы Кальвина, Кребса).

### **Отношение древесных пород к свету**

Отношение древесных пород к свету меняется по лесорастительным зонам, по условиям места произрастания, с возрастом. В южных широтах северного полушария требовательность растений к свету ниже, чем в северных. В пределах лесорастительной зоны на плодородных почвах с оптимальным увлажнением требовательность к свету меньше, чем на бедных сухих или бедных переувлажненных почвах. На разных стадиях онтогенеза требовательность к свету меняется. На ювенильной, она минимальна, а к возрасту возмужания достигает максимума. При дальнейшем увеличении возраста растения требовательность к свету постепенно уменьшается.

Требовательность к свету зависит и от происхождения растений. Известно, что у древесных пород вегетативного происхождения требовательность к свету ниже, чем у растений семенного происхождения.

Различная требовательность древесных пород к свету сформировалась в ходе эволюции и проявляется не только в морфологических, но и в анатомических, физиологических и фенологических признаках растений. На различное поведение растений в равных условиях освещенности лесоводы обратили внимание очень давно. Первые попытки систематизации знаний о требовательности древесных пород к свету относятся к началу 19 века. Позднее были проведены многочисленные исследования по изучению светолюбия растений, которые в разной степени подтверждали наличие различий между древесными породами по их отношению к свету

(G.Geier, 1852). После проведения серии опытов по изоляции корней подраста немецкий исследователь K.Fricke счел возможным опровергнуть достижения лесной науки в этой области. Свою работу, опубликованную в 1904 году в лесном журнале «Centralblatt...» он назвал так: «Светолюбие и теневыносливость древесных пород – научно необоснованная догма». Такая категоричность выводов заставила многих специалистов исследовать этот вопрос более детально. Результаты знаменитых опытов другого немецкого ученого L.Fabricsius (1924) позволили ответить на многие вопросы, поставленные не только исследователями, но и практиками. Основным вывод проведенных исследований – уровень светового довольствия, генетически закрепленный признак для отдельного вида.

Все древесные породы условно разделены на две группы: светолюбивые и теневыносливые. Светолюбивая древесная порода не выносит длительного затенения, а теневыносливая – может длительное время расти под пологом, в условиях недостатка света. Исходя из этого исследователи составили шкалу светолюбия. Первые шкалы, отражающие требовательность растений к свету составлены на основе внешних признаков (G.Geier, 1852; L.Kotta 1867). По степени уменьшения светолюбия она выглядит так (здесь оставлены лесообразующие породы, встречающиеся в лесном фонде России):

Лиственница  
Береза бородавчатая  
Осина  
Ильмовые  
Сосна обыкновенная  
Клен  
Ольха  
Береза пушистая  
Ясень  
Дуб  
Липа  
Граб  
Бук  
Ель  
Пихта

Позже для оценки требовательности растений к свету стали использовать не только качественные, но и количественные признаки. Примером шкалы основанной на использовании количественных показателей может служить экспериментальная работа М.К.Турского с учениками. Требовательность к свету оценивалась по величине прироста за вегета-

ционный период в условиях затенения и полной освещенности (описание этого и других методов оценки светолюбия см. ниже). Основываясь на экспериментах и многолетних наблюдениях, М.К.Турский распределил основные лесообразующие древесные породы по требовательности к свету (по степени убывания) следующим образом:

Лиственница  
Береза бородавчатая  
Сосна обыкновенная  
Осина  
Ивы  
Дуб  
Ясень  
Клен  
Ольха черная  
Ильмовые  
Сосна крымская  
Ольха серая  
Береза пушистая  
Липа  
Граб  
Ель  
Бук  
Пихта

Отличие светолюбивых пород (лиственница, сосна, береза) от теневыносливых (ель, бук, пихта) состоит в том, что минимальный уровень светового довольствия для первых составляет 10-15% от полной, а для вторых – лишь 1-3%. Конечно, формальное деление растений на светолюбивые и теневыносливые не учитывает особенностей отдельных видов. Например, известно, что дуб выносит боковое затенение, но не переносит затенения сверху, т.е. он любит расти «в шубе, но с открытой головой».

### **Методы определения светолюбия древесных пород**

Необходимость изучения особенности видов, в том числе и отношение к свету, вынуждает исследователей искать способы определения светопотребности. Существует множество подходов и методов определения теневыносливости или светолюбия: метод этиолирования, фотометрический, таксационный и ряд других. Наиболее полный их перечень можно найти в книгах Г.Ф.Морозова 1925, М.Е.Ткаченко 1939, И.С.Мелехова 1980, С.В.Белова 1983.

**Метод М.К.Турского (1881).** Он основан на оценке величины прироста за вегетационный период в разных условиях освещенности. Молодые растения разных пород затеняли деревянными щитами, конструкция которых позволяла снижать освещенность на 33 и 50%. Контрольные растения произрастали при полной освещенности. По завершению вегетационного периода измеряли высоту, протяженность корней и массу растений выросших в условиях затенения и при полной освещенности. Опыты показали, что растения реагируют на затенение по-разному. Ель в условиях затенения имела массу на 4-9% меньше, чем при полном освещении. Для сосны эти различия достигали 60%. Из этого следует, что ель теневынослива, а сосна светолюбива.

**Метод И.И.Сурожа (1891).** Он основан на определении толщины палисадной и губчатой паренхимы листьев и хвои на поперечном разрезе (анатомический метод). Из курса анатомии растений известно, что чем светолюбивее порода, тем больше доля палисадной ткани (столбчатой паренхимы) в листьях или хвое. Результаты измерений позволили автору составить следующий ряд (по увеличению светолюбия): липа, дуб, осина, береза. Недостаток данного метода заключается, прежде всего, в том, что даже в кроне одного дерева листья или хвоя, взятые из верхней, средней и нижней частей, существенно различаются по соотношению столбчатой и губчатой паренхимы.

**Метод И.Визнера (1907)** учитывает различия в потемнении фотобумаги, экспонируемой внутри нижней части крон исследуемых деревьев различных пород (где идет отмирание ассимилирующих органов) при одинаковой выдержке. У светолюбивых пород фотобумага засвечивается сильнее. За эталон принято засвечивание фотобумаги на открытом месте. Породы с ажурной кроной светолюбивы, с плотной – теневыносливы. Для некоторых древесных пород И.Визнер установил минимальный уровень освещенности:

самшит –  $1/100$  (1% от освещенности открытого места);  
бук –  $1/80$ ;  
клен –  $1/55$ ,  
ель –  $1/36$ ,  
дуб –  $1/26$ ,  
сосна и тополь –  $1/11$ ,  
береза –  $1/9$ ,  
ясень –  $1/6$   
лиственница –  $1/5$ .

**Метод Я.С.Медведева (1910).** Шкала составлена по соотношению высоты дерева и диаметра ствола. Автор считал – чем больше это соотношение, тем теневыносливее древесная порода. Фактически этот показатель зависит от сомкнутости полога: чем выше сомкнутость, тем больше соотношение высоты и диаметра. По этому признаку береза оказывается самой теневыносливой породой, т.к. в сомкнутых древостоях сбежистость ствола березы меньше, чем ели.

**Метод В.А.Алексеева (1975).** Этот метод основан на измерении светопроницаемости полога. Полог древостоев может поглощать и отражать от 65 до 95% солнечного света. В первую очередь это зависит от плотности (светопроницаемости) крон и их протяженности, сомкнутости полога и ярусности древостоя. Метод применим для чистых по составу древостоев.

Каждый из рассмотренных методов имеет свои достоинства и недостатки. В целом они дают представление о возможных вариантах и подходах к оценке важной характеристики лесообразующей породы.

В настоящее время имеются более совершенные приборы для определения интенсивности фотосинтеза растений, следовательно, и для установления степени их светолюбия по количественным характеристикам (Семихатова 1979; Катрушенко 1983; Щербатюк 1994).

### **2.3 Лес и тепло**

Температурный режим в лесу зависит от географического положения местности, формы рельефа, экспозиции склона и характеристик самого фитоценоза. Например, в северном полушарии на широте 60° южные склоны крутизной 30° получают тепла на 50% больше, чем равнинные территории. В зависимости от характеристик (оптических свойств) лесных фитоценозов, они могут аккумулировать в период вегетации от 20 до 45% солнечной радиации. Накопленная энергия расходуется на обеспечение жизнедеятельности системы по следующему уравнению (основные статьи расхода тепла):

$$B = \Phi + I + T,$$

где  $\Phi$  – расход энергии на обеспечение фотосинтеза (не более 5%),  $I$  – расход тепла на физическое испарение с поверхности крон, живого напочвенного покрова и почвы (от 10 до 30%),  $T$  – расход энергии на транспирацию (от 40 до 60%).

С повышением температуры скорость любых химических и, в том числе ферментативных, возрастает. Эта закономерность характеризуется температурным коэффициентом  $Q_{10}$ , который показывает, во сколько раз увеличивается скорость реакции при увеличении температуры на  $10^{\circ}\text{C}$ . Однако для каждого вида существует температурный предел, после которого все реакции затухают. Ингибирование процессов жизнедеятельности начинается при температуре  $30-35^{\circ}\text{C}$ .

Тепло обеспечивает рост и развитие растений, цветение и плодоношение. По отношению к теплу растения принято делить на теплолюбивые и холодостойкие. Общепринятая классификация растений по отношению к теплу составлена П.С.Погребняком (1968):

**Очень теплолюбивые** – эвкалипт, кипарис, кедр, саксаул, дуб.

**Теплолюбивые** – каштан, орех грецкий, акация белая, тополь серебристый.

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

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

Растения повреждаются низкими и высокими температурами. Низкие температуры приводят к образованию морозобойных трещин, поздними весенними заморозками повреждаются хвоя и листья, побеги текущего года, цветы.

Отмечаются случаи массового повреждения растений весной в период таяния снега – выжимание корней чередующимися ночными морозами и дневными оттепелями. За счет многократного образования в почве кристаллов льда и поднятия почвы (ночью), а при наступлении теплой погоды таяния льда и опускания почвы, корни растений выталкиваются на поверхность почвы. Страдают от этого в первую очередь молодые растения на глинистых и суглинистых почвах. Для защиты растений от воздействия заморозков и низких температур рекомендуются следующие мероприятия, табл. 2.

Экстремальные положительные температуры также вызывают отрицательные последствия в лесу. Особенно сильно они проявляются на фоне недостатка влаги. Поверхность сухих песчаных почв, лишенных растительности, может прогреваться до  $62^{\circ}\text{C}$  (Ленинградская область, Роцинский лесхоз, вырубка трехлетней давности). Такая температура вызывает ожег коры, опал шейки корня, наносит вред древесным растениям в любом возрасте.



Т а б л и ц а 2

**Мероприятия по предупреждению отрицательных последствий заморозков и низких температур**

Вид повреждения	Причина возникновения	Меры борьбы
Выжимание корней молодых растений	Чередующееся промерзание и оттаивание почвы весной	Разбрасывание порубочных остатков, мульчирование, окучивание растений
Образование кристаллов льда в тканях	Поздневесенние заморозки	полив водой, создание дымовой завесы. Использование щитов, высоких гряд. Создание защитных полос вокруг лесных питомников и плантаций.
Морозобойные трещины	Резкое понижение температуры воздуха	Разреживание древостоев для улучшения температурного режима. Селекционный отбор и выращивание более холодостойких форм древесных пород.

Обычно от ожогов страдают тонкокорые (теневыносливые) породы (бук, граб, ель, пихта и др.) В сомкнутом насаждении ожог коры или опал шейки корня – явление редкое. Обычно это случается на опушках, в редианах, после изреживания древостоев (ожоги у оставленных деревьев). Виды повреждений вызываемых высокими температурами и меры по их предупреждению приводятся в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

**Повреждение растений высокими температурами**

Вид повреждения	Причина возникновения	Меры борьбы
Ожег коры	Нагревание коры с южной стороны ствола	Формирование смешанных древостоев, создание подпологовых культур, побелка стволов
Ожег листьев и хвои	Быстрое нагревание при максимальной влажности (начало роста побегов)	Создание защитных полос
Опал шейки корня	Сильное нагревание поверхности почвы	Мульчирование и рыхление почвы, полив

Температурный режим в лесу не однороден, это обусловлено особенностями и вертикальной и горизонтальной структуры фитоценозов. Наиболее динамичные изменения температуры воздуха характерны для кронового пространства. Чем больше площадь нагрева (днем) и охлаждения (ночью), тем больше амплитуда колебания абсолютных значений температуры для каждого горизонта фитоценоза. На рис. 3 показан суточный ход температуры воздуха под пологом ельника в условиях южной тайги (Ленинградская область).

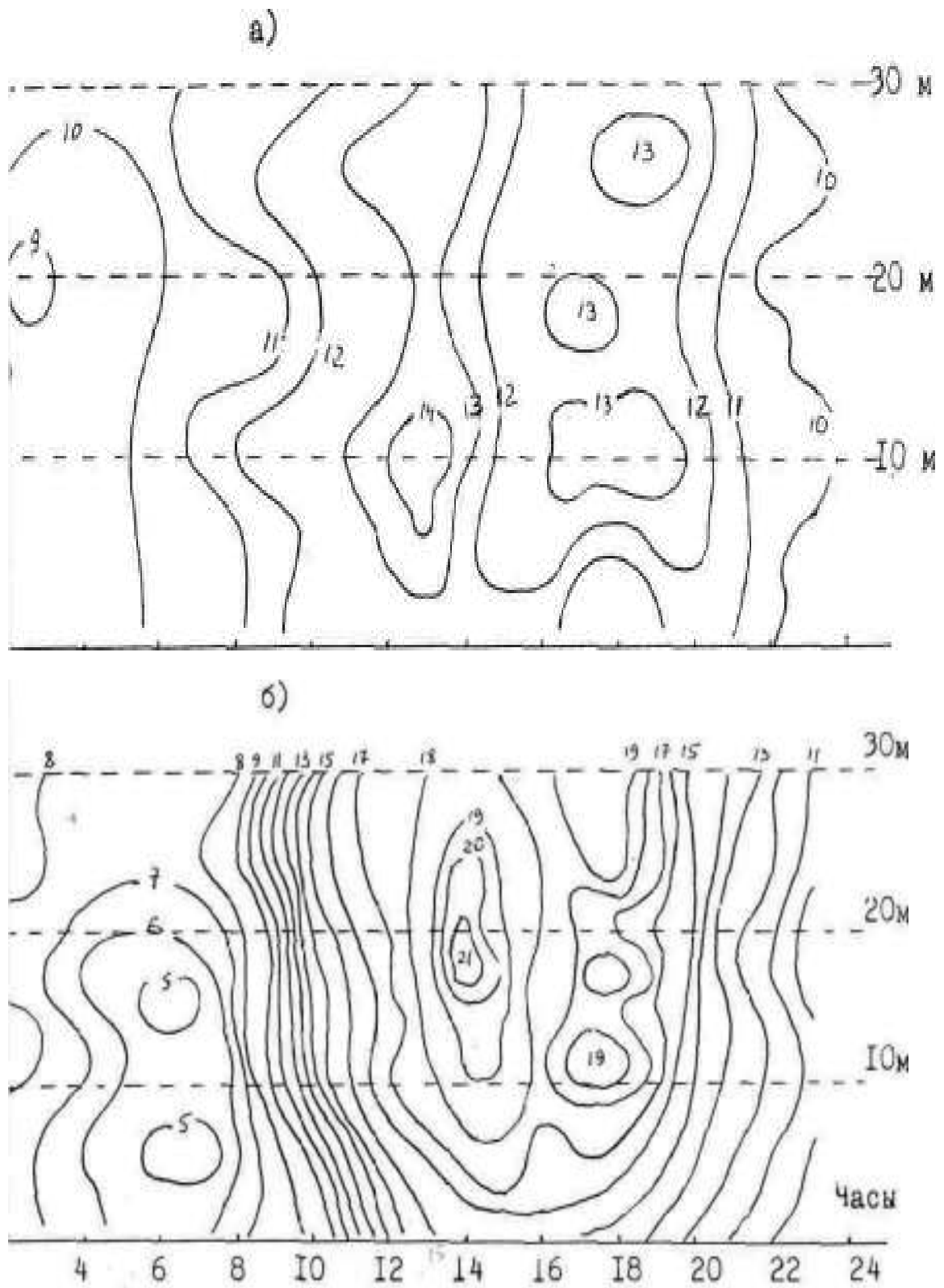


Рис. 3. Трансформация температуры воздуха пологом ельника в пасмурную (а) и солнечную (б) погоду, °С

На рисунке видно, что в солнечную погоду максимальная температура воздуха наблюдается в горизонте с наибольшим количеством хвои и тонких ветвей до 20 м), имеющих боковую поверхность до 60% от общей поверхности соответствующей фракции всего древостоя (рис. 4). Степень прогревания и охлаждения разных горизонтов древостоя пропорциональна массе и поверхности хвои и тонких ветвей. В ясную солнечную погоду амплитуда колебаний температуры больше, чем в пасмурную.

Во время дождей температура воздуха в лесу выравнивается по всему вертикальному профилю, суточные колебания минимальны и составляют в среднем 4,6-5,5°C. В сухую ясную погоду диапазон изменений температуры воздуха в любом горизонте вертикального профиля в несколько раз выше (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

**Амплитуда суточных колебаний температуры воздуха (°С)  
под пологом ельника в зависимости от состояния погоды**

Высота измерений, м	Ясно			Пасмурно		
	среднее	максимум	минимум	среднее	максимум	минимум
0,1	14,8	21,5	9,0	9,6	12,2	7,6
3,0	16,2	24,0	8,6	9,4	12,8	7,4
7,0	16,8	25,0	9,0	9,2	12,5	7,0
14,0	16,3	27,0	8,5	9,4	12,0	7,2
21,0	16,1	27,4	8,2	9,4	12,1	7,2

Температура почвы под пологом леса более стабильна, чем на открытом месте. Суточная динамика температуры почвы связана с дневным ходом солнечной радиации: чем больше солнечной энергии попадает на поверхность почвы, тем выше температура почвы. В отличие от температуры воздуха, для температуры почвы характерно значительное запаздывание абсолютных максимумов и минимумов в течение суток. Тепловой режим почвы характеризуется плавным изменением температуры. Амплитуда суточных колебаний резко уменьшается с глубиной (табл. 5). На глубине 20 см и более суточные колебания температуры не превышают 1-2°C в течение всего вегетационного периода.

Летом в лесу температура воздуха ниже, а зимой выше, чем на открытом месте. Разница летом достигает 1,5°C, а зимой – 0,5°C. В лесу меньше и амплитуда изменения температур. Безморозный период под пологом леса больше, чем на открытом месте. Отрицательное воздействие поздних весенних и ранних осенних заморозков под пологом леса снижается. Таким образом, лес оказывает охлаждающее влияние летом и утепляющее зимой. Однако в целом среднегодовая температура воздуха в лесу меньше, чем на открытом месте примерно на 1°C, что обусловлено существенной разницей температур в летний период.

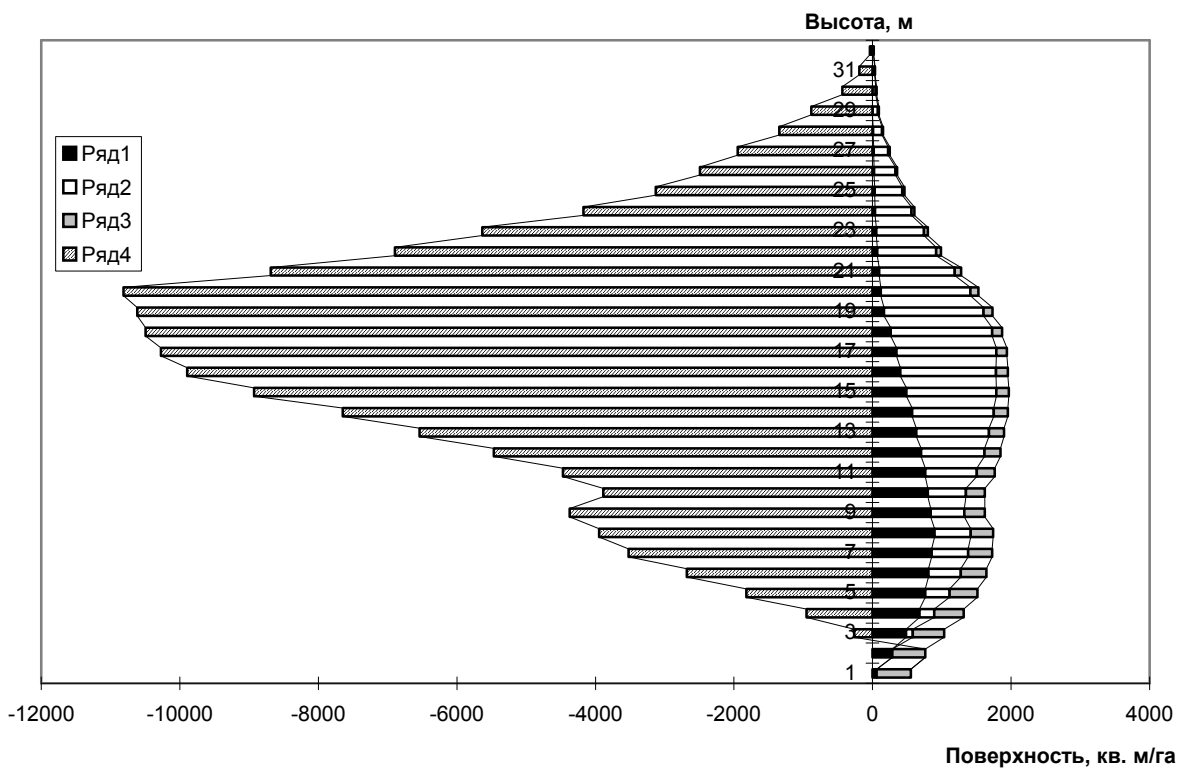
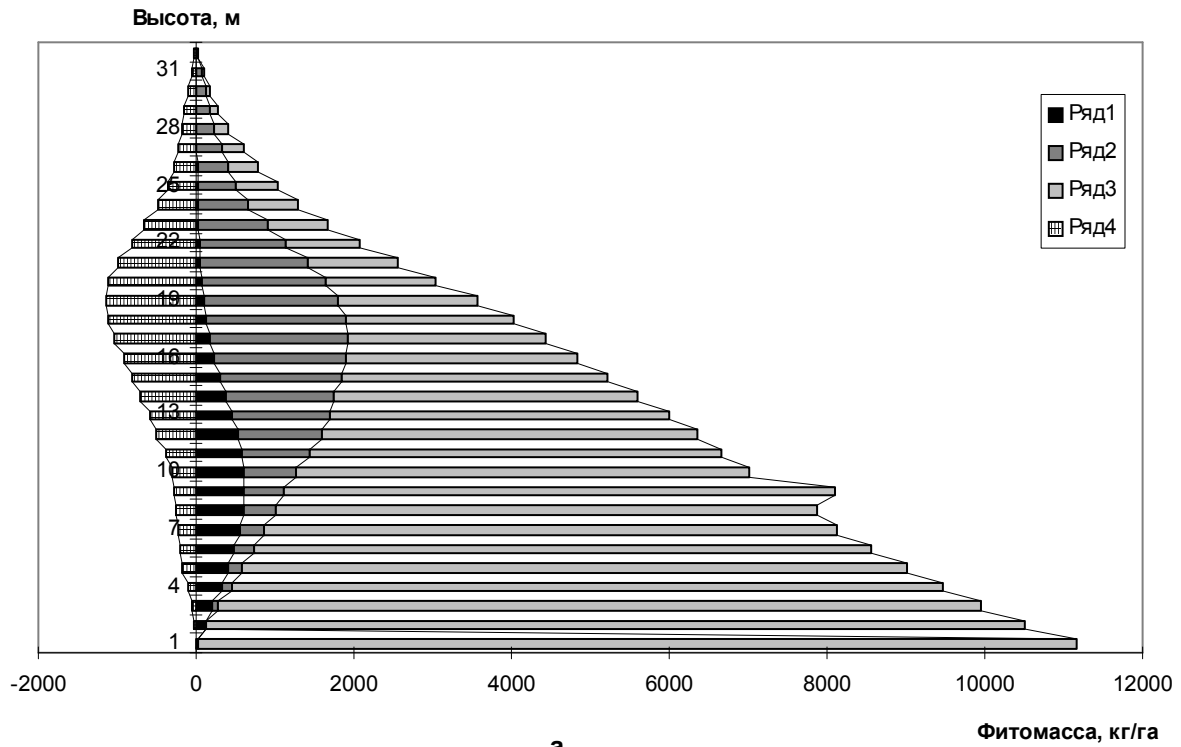


Рис. 4. Стратификация фитомассы (а) и активной поверхности (б) ельника по основным фракциям: 1 - сухие ветки, 2 - растущие ветки, 3 - стволы, 4 - хвоя

Т а б л и ц а 5

**Амплитуда суточных колебаний температуры почвы под пологом ельника на различной глубине (Ленинградская область, август), °С**

Глубина измерений, см	Микроповышение			Микропонижение		
	средняя	максимум	минимум	средняя	максимум	минимум
0	14,2	23,7	6,7	13,3	19,0	6,9
5	13,1	14,8	10,2	12,1	13,5	10,6
10	12,6	13,4	10,9	11,8	12,3	11,2
15	11,6	12,2	11,1	11,6	12,0	11,3
20	11,3	11,7	10,0	11,5	11,8	11,4

Приведенные выше таблицы и рисунки показывают, что в каждом горизонте древостоя формируется особый микроклимат. Поступление лучистой энергии солнца, суточный ход температуры и влажности воздуха, их сезонная динамика подчиняются определенным закономерностям и зависят от пространственной структуры фитоценоза.

Условия таежной зоны характеризуются недостатком тепла и избытком влаги. И одно и другое лимитируют рост и развитие растений. Компенсировать эти лимитирующие факторы можно только посредством продуманных хозяйственных мероприятий.

## 2.4 Лес и влага

Синтез органического вещества и само существование растительных сообществ без воды невозможно. Продукция биомассы прямо пропорциональна поступлению и использованию воды фитоценозом. Лес получает влагу преимущественно за счет осадков. Их количество существенным образом зависит от природно-климатических условий. В таежной зоне выпадает от 600 до 800 мм осадков в год, при этом возвращается в атмосферу 400-600, а остальная часть поступает в реки, озера.

Различают такие виды осадков: дождь, снег, град, изморозь (кристаллические осадки, образующиеся во время морозов при тумане), иней (твердые осадки, образующиеся в результате конденсации водяных паров при отрицательной температуре), ожеледь (гололед), туман, роса.

В наибольшей степени лесной экосистемой трансформируются жидкие осадки. Часть этих осадков задерживается кронами деревьев, подростом и подлеском, ярусом травянистой растительности. Существенная доля впитывается лесной подстилкой и далее переводится в грунтовые воды. Самый большой объем осадков расходуется на транспирацию. Транспи-

рация – физиологическое испарение через устьица. Количество устьиц на единице поверхности листа сильно варьирует. Большинство растений имеют устьица и на дневной и на теневой поверхности, некоторые виды – только на теневой стороне листа. В целом у ксерофитных растений устьиц меньше, чем у мезофитных. Их количество может превышать 600 на 1 мм<sup>2</sup> (мезофиты), и в то же время не достигать 60 (ксерофиты).

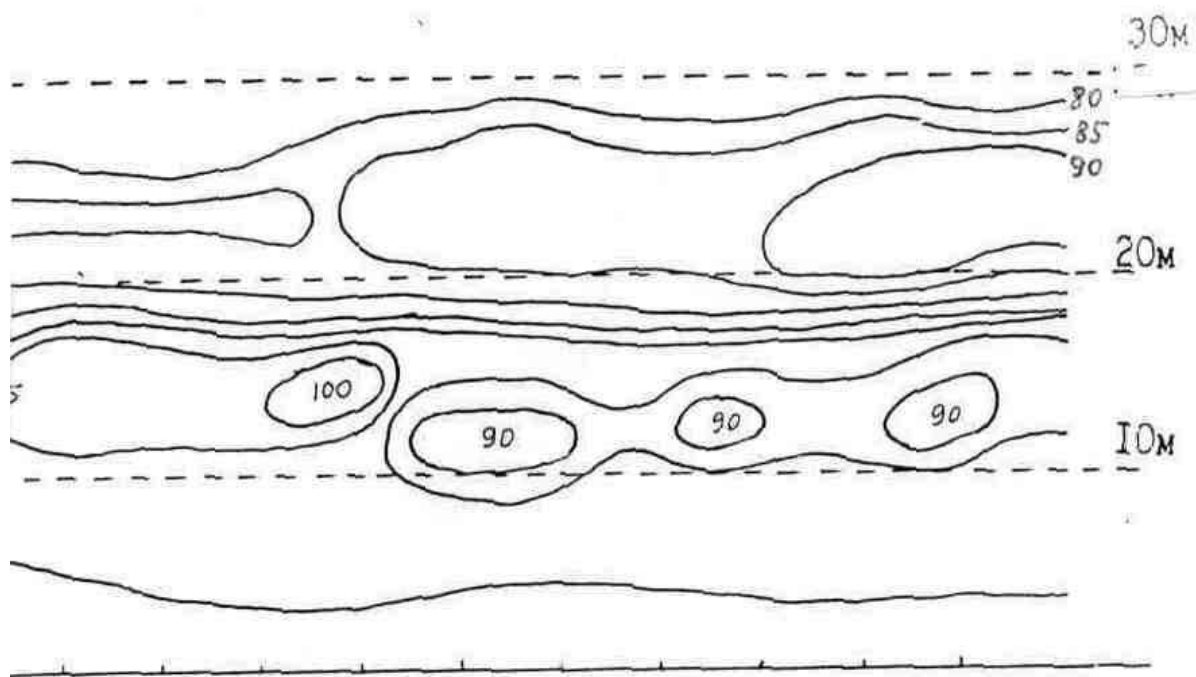
Водный баланс покрытой лесом площади и открытого места сильно различается в расходной части. Приходная часть водного баланса (W) складывается главным образом из выпадающих осадков, а статей расхода влаги несколько:

$$W = T + E + C + F,$$

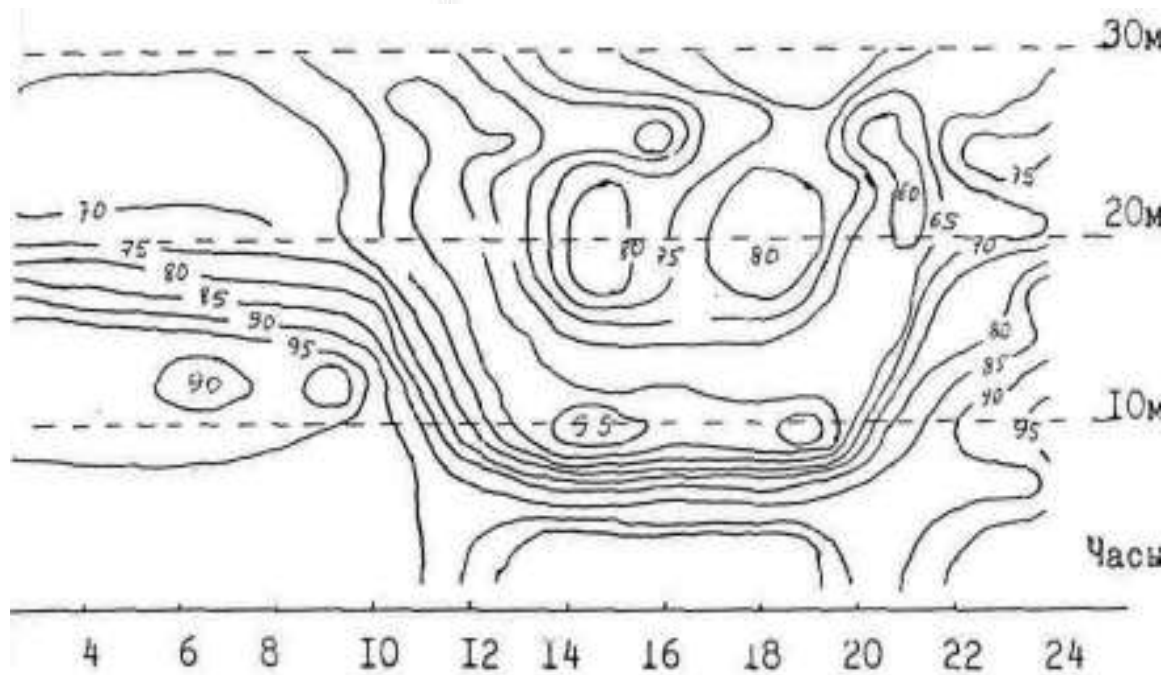
где T – расход воды на транспирацию (до 60% от приходной части водного баланса), E – на физическое испарение с поверхности почвы и активной поверхности лесного фитоценоза (с учетом осадков задержанных кронами деревьев и растений других ярусов сообщества величина этой статьи расхода влаги может превышать 40%), C – сток воды (сток может быть поверхностным и внутрипочвенным, т.е.  $C = D + S$ ). Поверхностный сток (D) в лесу невелик (редко более 10%), напротив, грунтовый сток (S) всегда больше (до 20%), F – расход воды на синтез органического вещества (около 3%).

Осадки, задерживаемые кронами деревьев, способствуют поддержанию высокой влажности воздуха в лесной экосистеме. Влажность воздуха в кроновом пространстве изменяется и по сезонам года и в течение суток. Суточная динамика содержания атмосферной влаги в лесу на примере ельников (южная тайга) показана на рис. 5. Влажность воздуха всегда выше там, где больше хвои и тонких ветвей, т.е. где больше деятельная поверхность. Амплитуда суточных колебаний в ясную погоду значительно шире, чем в пасмурную. Днем влажность воздуха в кроновом пространстве составляет 55-80%, ночью 80-95%, а в приземном слое воздуха – около 100%.

По данным разных авторов в кронах ельников задерживается до 50% годовых осадков (Карпов 1983; Грязькин 1999; Смирнов, Грязькин 2000). При этом под кроны отдельных деревьев осадков попадает в 10 раз меньше, чем в окна (табл. 6). Неравномерность распределения осадков под кронами отдельных деревьев и под пологом всего древостоя вызывает мозаичность живого напочвенного покрова, подлеска и подроста, анизотропность отдельных характеристик почвы.



а)



б)

Рис. 5. Трансформация влажности воздуха пологом ельника в пасмурную (а) и ясную (б) погоду (август), %

Таблица 6

**Распределение осадков под кронами деревьев в зависимости от интенсивности дождя (верхняя строчка – абсолютные значения, мм; нижняя строчка – пропускание осадков под полог, %)**

Сток по стволу, %	Удаление от ствола, м							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Слабый дождь (интенсивность до 0,25 мм/ч)								
0	0,3 2	0,6 4	0,9 6	1,9 13	3,7 25	5,4 36	6,5 43	8,0 53
Средний дождь (интенсивность 0,26-0,99 мм/ч)								
0,8	1,2 5	1,8 8	2,3 10	3,6 16	6,1 27	9,1 40	10,9 48	11,4 50
Сильный дождь (интенсивность более 1 мм/ч)								
1,9	5,5 9	7,8 12	11,0 17	16,4 26	24,7 38	31,5 49	29,144 5	39,7 62

По отношению к влаге древесные породы принято делить на следующие группы (более подробно см. П.С.Погребняк (1968)):

- **ксерофиты** – саксаул, можжевельник, фисташка, дуб (пробковый) сосна (обыкновенная), лох, облепиха, вяз мелколистный (карагач), ива (шелюга красная и желтая);
- **мезофиты** – дуб (черешчатый), клен (остролистный и полевой), липа, граб, лиственница, бук, каштан, береза (повислая), осина, кедр сибирский, пихта, ильм, бузина;
- **гигрофиты** – береза (пушистая), ольха (серая и черная), осокорь, ива (козья, серебристая и ломкая), черемуха, ива (серая, ушастая и лапландская).

Лес за счет повышенного, по сравнению с открытым местом, накопления влаги, замедленного снеготаяния, перевода поверхностного стока в грунтовый равномерно отдает воду, обеспечивая обводненность рек. Чем выше лесистость территории, тем выше уровень воды в реках. Снижение лесистости вызывает сокращение стока рек (Рахманов, 1984).

Осадки, проникающие под полог, определяют режим влажности и изменяют кислотность почвы, кроме этого вместе с осадками в почву поступает значительное количество минеральных веществ и различных примесей, содержание которых в дождевой воде достигает 5-40 мг/л. Количество и состав химических элементов, попадающих в почву вместе с атмосферной водой, соизмеримо с содержанием таких элементов в лесном опаде (Карпачевский 1981).



Водоохранная и водорегулирующая роль леса проявляется в его способности поддерживать средний годовой сток, сокращать поступление в водоемы загрязняющих веществ, сглаживать наводнения, предотвращать заболачивание, увеличивать дренированность почв.

Лес в отличие от других экосистем накапливает больше снега. По мнению многих исследователей наибольшее количество снега накапливается в лиственном лесу. В хвойном лесу снега меньше, т.к. часть его остается на ветвях. Известно, что в ельниках снега накапливается на 40% меньше, чем в березняках (Побединский 1979).

Интенсивность и продолжительность снеготаяния существенно образом различаются в зависимости от состава, возраста древостоев и сомкнутости полога. По данным, полученным кафедрой лесоводства УГЛТА можно судить о роли леса в регулировании снеготаяния (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

**Различия в скорости таяния снега по категориям земель  
(Луганский и др. 1996)**

Место наблюдений	Продолжительность таяния снега, дни
Еловый лес	34-40
Поляна в еловом лесу	13-18
Сосновый лес	14-28
Лиственный лес	25-38
Поляна в лиственном лесу	13-18
Сельхозугодья	12

Под пологом обычно накапливается больше снега и поэтому, почва в лесу промерзает на меньшую глубину, чем на открытом месте. Весной почва в лесу раньше оттаивает (часто до начала интенсивного снеготаяния) и, впитывая талые воды, переводит поверхностный сток, в грунтовый.

## **2.5. Состав атмосферного воздуха и режим CO<sub>2</sub> в лесу**

Главный компонент атмосферного воздуха – азот (78%). Концентрация этого газа поддерживается на одном и том же уровне. Его незначительная часть вовлекается в биологический круговорот, благодаря растениям из семейства бобовые.

Около 21% по объему занимает кислород. Он необходим для дыхания растений, животных, микроорганизмов. Снижение или повышение концентрации O<sub>2</sub> сказывается на всех процессах жизнедеятельности живых организмов.

На инертные газы приходится около 1% атмосферного воздуха (аргон, ксенон, неон, криптон, гелий). Важнейшим компонентом для растений является  $\text{CO}_2$ . Его концентрация постепенно увеличивается и это оказывает положительное влияние на флору (тепличные хозяйства давно применяют подкормку растений повышенными концентрациями  $\text{CO}_2$ ). Под пологом леса кроме  $\text{CO}_2$  присутствуют и другие углерод содержащие газы, являющиеся продуктами разложения детрита (главным образом метан).

Содержание  $\text{CO}_2$  в пологе древостоев подвержено суточным и сезонным колебаниям. Причем в различных горизонтах древесного полога эти колебания не одинаковы (Мартынюк 1997, Смирнов, Грязькин 2000). По данным И.В.Катрушенко (1983), наибольших колебаний интенсивность фотосинтеза и дыхания достигает в спелых древостоях. Скорость фотосинтеза в верхней части полога всегда выше, чем в нижней. Интенсивность дыхания пропорциональна интенсивности фотосинтеза, т.е. в верхней части полога она почти в два раза выше, чем в нижней.

Абсолютные значения концентрации  $\text{CO}_2$  в пологе ельника зависят от внешних условий и, главным образом, ночью от температуры и влажности воздуха, а днем еще и от освещенности. Установлено, что в ясную погоду наибольшая концентрация углекислого газа ночью была в горизонте с максимальной массой хвои, а в пасмурную погоду – у поверхности почвы за счет дыхания корней и деятельности почвенной биоты.

Суточная и сезонная динамика выделения углекислого газа из почвы определяется главным образом температурным режимом. Количество  $\text{CO}_2$ , выделяющегося из почвы, характеризует активность почвенных микроорганизмов и интенсивности дыхания корневых систем фитоценоза. Многие исследователи отмечают строгую зависимость количества выделяемого  $\text{CO}_2$  от температуры и других показателей микроклимата (Семихатова 1978; Катрушенко 1983; Смирнов, Грязькин 2000). Сезонные колебания интенсивности выделения углекислого газа также связаны с внешними условиями. Максимальные значения отмечаются в летние месяцы.

Существенное влияние на режим  $\text{CO}_2$  в лесу оказывают запасы фитодетрита. Интенсивность разложения мертвого органического вещества под пологом лиственного леса всегда выше, чем под пологом хвойного, который характеризуется более мощным запасом подстилки и бедной микрофлорой.

Роль живого напочвенного покрова в продуцировании  $\text{CO}_2$  незначительна. В среднем за сутки доля  $\text{CO}_2$ , выделяемого этим компонентом фитоценоза, составляет около 2-9% от общего потока  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы. Более интенсивное выделение углекислого газа отмечается на микроповышениях, которые характеризуются оптимальным режимом

температуры и влажности. Здесь богаче видовой состав растительности и фитомасса больше, чем на микропонижениях.

Благодаря постоянному потоку  $\text{CO}_2$  из почвы в течение всего вегетационного периода, создаются благоприятные условия для его ассимиляции растениями нижних ярусов фитоценоза. Недостаток освещенности в нижних ярусах компенсируется оптимальным режимом  $\text{CO}_2$ .

## 2.6. Роль ветра в жизни леса

Ветер оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие на лес. С помощью ветра происходит опыление большинства древесных пород (береза, бук, граб, дуб, ель, ильмовые, лещина, лиственница, ольха, пихта, сосна, тополь, ясень). Ветер – эффективное средство для распространения семян растений (анемохорные растения – основная часть лесообразующих пород).

Отрицательная роль леса проявляется в формировании флагообразной кроны у деревьев, произрастающих на взморье, по берегам крупных озер и по периметру открытых пространств большой площади. Формирование флагообразной кроны сопровождается образованием древесины низкого качества. Специальными исследованиями установлено, что существует прямая связь между силой воздействующего на деревья ветра и производительностью древостоев. Чем сильнее постоянно дующие ветры, тем меньше производительность растительных формаций. В условиях систематического воздействия сильных ветров формируются сильнообжигистые, низкорослые стволы, часто проявляется кустистость и появляются стелющиеся формы деревьев (криволесье), возникает эксцентричность ствола, прирост в высоту уменьшается, что доказано экспериментально (Иванов 1936).

Наибольшее отрицательное воздействие на лесные экосистемы оказывают сильные ветры (буря, шторм, ураган), вызывающие ветровал и бурелом (на территории Латвии в 1967 году за несколько часов было повалено и сломано около 130 тыс. га лесов, в 1970 на территории ФРГ за три часа было повалено 120 тыс. га).

Отрицательные последствия ураганов и штормов проявляются и спустя длительное время (массовый сухостой). При сильном расшатывании дерева обрываются мелкие корни, ухудшается питание растения влагой и минеральными веществами, защитные функции дерева ослабевают, оно заселяется вредителями и погибает.

Ветроустойчивость отдельных видов зависит от строения корневой системы. Выделяют три типа корневых систем:

- 1) стержневая (сосна, дуб, береза);
- 2) поверхностная (ель, пихта);
- 3) переходная (основная часть лесообразующих пород).

Древесные породы со стержневым корнем меньше других подвержены ветровалу. Наиболее ветровальны породы, имеющие поверхностную корневую систему. С другой стороны, под действием ветра у деревьев формируется более мощная корневая система. Строение корневой системы зависит и от почвенно-грунтовых условий (см. следующий раздел).

Повышение ветроустойчивости лесных фитоценозов возможно несколькими способами:

- создание смешанных древостоев с включением пород со стержневой корневой системой;
- формирование ветроупорных опушек (удаление крупных, старых деревьев и деревьев с большой парусностью кроны – с большим опрокидывающим моментом);
- увеличение дренированности почв, что приведет к углублению корневых систем всех пород.

Лес, в свою очередь, трансформирует ветровые потоки, влияет на климат данной территории и прилежащих районов. Известно, что на расстоянии в 10 средних высот древостоя, скорость ветра начинает снижаться и уже на удалении в 40-60 м от опушки (при высокой сомкнутости полога, в густом древостое) гаснет полностью. На подветренной стороне лесного массива образуется зона пониженного давления, вследствие чего по наблюдениям Г.Н.Высоцкого (1938) возникает воздухопад. Это вызывает охлаждение почвы, ее иссушение, сдувание снега. Первоначальная скорость ветра за полосой леса восстанавливается на расстоянии, равном 50-100-кратной высоте древостоя (Н.С.Нестеров, 1908). Сам лесной массив способствует снегозадержанию, предотвращает эрозию почвы. Это свойство лесных ценозов используется в поле- и почвозащитных полосах.

## **2.7. Значение почвы для лесных сообществ**

Из курса почвоведения известно, что почвы формируются при участии биотических факторов – растений и животных, грибов и микроорганизмов (почва по определению В.В.Докучаева – верхний слой земной коры, образовавшийся в результате совокупной деятельности и взаимовлияния факторов почвообразования). Разнообразие типов почв объясняется различными сочетаниями перечисленных факторов. Конкретному климатическому поясу присущи определенные типы (или тип) почвы. С другой

стороны в пределах одной климатической зоны разнообразие лесных формаций определяется в первую очередь почвенно-грунтовыми условиями. На богатых почвах формируются смешанные по составу, сложные по строению древостои, обладающие высокой производительностью (I-II классов бонитета). На бедных почвах произрастают, как правило, чистые по составу, низкопроизводительные фитоценозы (V-IV классов бонитета).

Почва в отличие от материнской горной породы обладает уникальным свойством – плодородием, способностью обеспечивать растения элементами питания и водой. Из почвы растения получают все необходимые элементы для обеспечения нормальной жизнедеятельности, это и не удивительно, т.к. растения, грибы и микроорганизмы – активные участники почвообразовательного процесса. Биологический круговорот веществ в лесу (процесс почвообразования, в первую очередь образование гумуса) обеспечивают все царства живой природы, они поставляют в биогеоценоз органическое вещество.

Лесорастительная зона определяет общий облик лесов, потенциальную продуктивность и набор видов. От почвенных условий конкретной территории зависит состав древостоев и их производительность, качество древесины и скорость его нарастания, тип леса и условия возобновления.

Почва используется в качестве классификационного признака при определении типа леса и условий произрастания (см. главу 3), так как в ней фиксируется история развития данной территории. Почва регулирует состав растительности. Строение корневой системы древесных пород также зависит от почвенных характеристик. На богатых хорошо дренированных почвах формируется глубокая корневая система, на переувлажненных почвах, на почвах с преобладанием тяжелых суглинков корневая система деревьев, независимо от породы – поверхностная. Механический состав почвы определяет многие характеристики древостоев и древесины. На богатых почвах формируются широкие годичные слои, такая древесина имеет небольшую плотность, подвержена значительным деформациям (особенно в пиломатериалах), не устойчива к гниению. На сухих и заболоченных бедных почвах формируется древесина, обладающая высокой плотностью и прочностью.

По отношению к богатству почвы все древесные породы можно разделить на три группы:

- 1) олиготрофы (могут произрастать на бедных почвах – сосна, можжевельник, некоторые виды кустарниковых ив);
- 2) мезотрофы (среднетребовательные к плодородию почвы – основная часть лесообразующих пород);
- 3) мегатрофы (породы, предпочитающие богатые почвы – ель, пихта, дуб, ясень, ильмовые).

## 2.8. Биотические компоненты леса

Как было сказано выше, доминантом, эдификатором и главным продуцентом лесной экосистемы является древостой. От его состава и формы зависят состав и структура подлеска, живого напочвенного покрова, а также состав и обилие различных видов животных и грибов. Лесной фитоценоз обеспечивает разнообразие местообитаний и корма для животных. Структурой растительности в значительной мере определяется состав фауны, а под ее влиянием изменяется сама растительность. В каждом надземном и подземном ярусе лесной экосистемы обитают свои виды фауны.

Кроме растений остальные компоненты можно представить в следующем виде (по Н.А.Луганскому, С.В.Залесову, В.А.Щавровскому):

- макрофауна – животные дикие и домашние, птицы, крупные насекомые, змеи, скорпионы и пр.;
- мезофауна – земляные черви, моллюски, многоножки, различные насекомые;
- микрофауна - простейшие (амебы, инфузории и др.), нематоды, клещи, примитивные бескрылые насекомые;
- микрофлора - грибы, микробы, актиномицеты, водоросли.

О тесной взаимосвязи растительности с фауной в лесу можно судить по пищевой цепи; перенос энергии пищи путем поедания одних организмов другими. Различают цепи двух видов – пастбищные и детритные. В первом случае основой служат живые ткани, во втором фитодетрит. В лесу существенную роль играют оба вида. Нарушение пищевых цепей приводит к неожиданным результатам. Так, например, уничтожение волков приводит к увеличению численности копытных и повреждению ценных молодняков.

Пищевые цепи переплетаются, образуя сети. Переплетаются в частности пастбищные и детритные цепи. Так, чрезмерное накопление порубочных остатков и пней может привести к чрезмерному развитию доразрушающих грибов и болезней живых деревьев.

Цепи характеризуют взаимоотношения с качественной стороны, а количественную характеристику или трофическую структуру сообщества дают экологические пирамиды (массы, численности, энергии). В основании пастбищной пирамиды находятся растения продуценты. Второй этаж составляют копытные, грызуны, птицы, насекомые. Выше находятся хищники.

В основании детритной пирамиды находится детрит. Следующий этаж занимают микроорганизмы, грибы, мезофауна (детритофаги). Выше

расположены хищники. Каждый следующий этап составляет по продуктивности 10-20% от предыдущего. Остальная энергия расходуется на поддержание собственного существования.

В обеспечении биокруговорота – потребление органики, в ее измельчении, разложении главную роль играют детритофаги. Их вес исчисляется тоннами на га, вес птиц – десятками килограмм, а мелких млекопитающих единицами. Охотничьи угодья крупного хищника могут составить сотни га.

Сохранение пищевых цепей и экологических пирамид обеспечивает нормальный биокруговорот и устойчивость лесной экосистемы. Однако взаимоотношения между видами растений и животных сложнее, чем показано в цепях и пирамидах. Существуют такие виды взаимоотношений как кооперация, конкуренция, мутуализм, комменсализм и другие. Взаимоотношения между растениями, а также с фауной и грибами проявляются в меньшей степени и менее изучены, чем зависимость от климата и почвы (В.Н.Сукачев). Однако всякое хозяйственное мероприятие существенно влияет на эти взаимоотношения. По мере развития экосистемы происходит упорядочение, уравнивание отношений, повышающее устойчивость экосистемы. Взаимоотношения меняются с возрастом древостоя и прочей растительности.

Влияние фауны на структуру и динамику растительности в лесной экосистеме. Помимо биокруговорота фауна участвует в лесовозобновлении через опыление, перенос семян, укоренение всходов. С фауной связаны процессы смены состава лесов: занос семян конкурентоспособных пород, уничтожение желудей кабаном, повреждение хвойного молодняка копытными, избирательное повреждение корней личинками насекомых. После пожара, бурелома, засухи насекомые и птицы участвуют в обновлении древостоев.

Эволюция растительности в значительной мере зависит от животных и наоборот. Такая тесная многосторонняя связь растительности с животным миром, их сложная взаимообусловленность должны предостеречь нас от скороспелых непродуманных решений, агрессивных в отношении того или иного вида, несмотря на некоторые проявления отрицательного влияния на лес. К ним можно отнести уничтожение плодов и семян, повреждение деревьев грызунами, копытными, насекомыми.

Плоды и семена - основной корм грызунов и птиц. В годы слабого урожая плоды и семена уничтожаются почти полностью. Этим наносится ущерб лесосеменному делу, промышленной заготовке кедровых орехов. Однако существуют обстоятельства, уменьшающие ущерб. Для лесокультурного дела нужна незначительная часть природного урожая. Успешное естественное возобновление наблюдается после высокоурожайных (семенных) лет, а численность популяций животных соответствует среднему

урожаю. Плодоношение начинается задолго до возраста главной рубки и проростки большинства древесных пород в подавляющем большинстве погибают под пологом древостоя.

В то же время птицы и звери распространяют семена и плоды, складывая их на большом расстоянии от места сбора. Этим они способствуют расселению деревьев, распространению леса. Так, сибирская кедровка откладывает орешки на расстоянии до нескольких километров, а уничтожает менее половины. Содействуют распространению кедровки белка и бурундук. Семена хвойных распространяют клест, дрозд, тетеревиные. Зерноядные птицы выкармливают птенцов насекомыми, уничтожая их в значительном количестве.

Растительноядные животные не могут не повреждать древесные растения. Корни, кора, всходы повреждаются грызунами (крот, полевка, зайцы). В последнее время для защиты прибегают к помощи репеллентов (отпугивающих химикатов). Но грызуны – необходимый компонент экосистемы. Они уменьшают численность насекомых, поедая личинки. Так мыши, например, уничтожают личинки майского хруща, наносящего большой урон всходам и саженцам сосны. Землерои улучшают водно-физические свойства почвы, ее проницаемость для корней. Численность грызунов регулируется следующим этажом пирамиды – численностью лисиц, барсуков, ежей, змей, хищников семейства куньих.

Серьезная проблема – повреждение молодняков копытными: обгладывание коры стволов и веток, объедание листьев и молодых побегов. Мерами противодействия являются: установление оптимальной численности копытных и отстрел лишних, обеспечение их кормом, устройство оград. По мнению А.И.Писаренко и др. (1992) в зоне смешанных лесов европейской части России численность лося не должна превышать двух особей на 1 тыс. га. Е.Н.Мартынов (1984) в Ленинградской области считает пределом 5 особей на 1 тыс. га. Естественным регулятором количества копытных в таежной зоне является численность волков.

Серьезную опасность для леса представляют вспышки массового размножения некоторых видов насекомых, называемых агрессивными. Они приводят к уничтожению леса на миллионах га. К этим видам относятся чешуекрылые перепончатокрылые насекомые, питающиеся хвоей (непарный шелкопряд, сибирский шелкопряд, сосновая совка, монашенка), а также стволовые вредители: короед-типограф, большой еловый лубоед и другие виды (Селиховкин, 1995). Усиленное размножение сибирского шелкопряда наблюдается в последние годы в лесах Красноярского края.

Необходимыми мерами предупреждения массового размножения вредителей и болезней являются следующие: служба лесопатологического



мониторинга, прогноз распространения очагов болезней и применение эффективных мер подавления - лесохозяйственных, биологических, химических. К лесохозяйственным мерам нужно отнести санитарные рубки, своевременную и правильную очистку лесосек, выбор системы хозяйства по способу рубок и возобновления. Так, некогда распространенные чересполосные рубки в ельниках приводили к усиленному ветровалу, ослаблению жизнеспособности деревьев и чрезмерному размножению короедов. После сплошных рубок на юге лесной зоны большой ущерб посадкам сосны наносил майский хрущ. Здесь предпочтительнее применять постепенные рубки и естественное лесовозобновление.

Пастьба скота в лесу. Рациональная урегулированная пастьба домашнего скота в лесу может способствовать развитию животноводства, в то время как неумеренная и нерегулированная пастьба наносит значительный ущерб лесу и лесному хозяйству.

Отрицательные последствия заключаются в непосредственном повреждении древесной растительности и ухудшении лесорастительных условий. Повреждение древесной растительности: вытаптывание всходов ценных пород, обкусывание или обламывание ветвей и вершинок молодняка, обгладывание коры, поранение корней и стволов молодых деревьев. Ухудшение лесорастительных условий: уплотнение глинистых почв и рыхление песчаных, обнажение почвы. Поранение молодых деревьев может способствовать заражению спорами грибов. Особенно опасен выпас скота на свежих вырубках и в первые годы формирования молодняка. При усиленной пастьбе такие участки могут превращаться в пустыри. Пастьба на склонах гор и оврагов приводит к размыванию почвы. Вред, наносимый лесному хозяйству, различается в зависимости от особенностей насаждений и вырубок, от почвы, количества кормов и численности стада, от сезона пастьбы. Особенно вредна весенняя пастьба в молодняках на глинистых почвах. Максимальный вред приносят козы и овцы, менее опасна пастьба крупного рогатого скота.

Сравнительно немного вреда приносит пастьба малыми стадами в северной малонаселенной части лесной зоны, гораздо больше в густонаселенной лесостепной полосе, где она является бичом лесного хозяйства (Декатов, 1959).

На пасущийся в лесу скот в большом количестве нападают клещи, слепни, оводы, комары и другие насекомые, вызывающие всевозможные болезни. Страдает скот и от ядовитых растений (чемерица, вех, наперстянка, пролеска, волчье лыко и другие). По одной этой причине иногда рекомендуют полностью отказаться от лесных пастбищ.

Отмечают и некоторое положительное влияние пастьбы на лес и лесное хозяйство. Так, легкое рыхление почвы может содействовать лесовозобновлению. Животные уничтожают некоторые личинки вредных на-

секомых (сосновой совки, майского хруща и других); способствуют уходу за елью, поедая почки и побеги деревьев мягколиственных пород. Ското-прогонные тропы уменьшают опасность распространения низовых пожаров.

Если пастьба скота в лесу необходима, то нужны меры ее регулирования. К ним следует отнести: правильный выбор мест для выпаса, лучше всего травяные боры или ельники с большими запасами корма и почвами, не страдающими от пастьбы; регулирование нагрузки на пастбище как по количеству голов, так и по длительности выпаса. Нельзя допускать пастьбу весной по непросохшей почве и в период дождей, нельзя смешивать в одно стадо разные породы скота с различными потребностями в кормовых ресурсах и водопое.

Желательно обеспечить долгосрочное использование под пастбища одних и тех же площадей, на которых проводить мероприятия по повышению продуктивности посевом семян, внесением удобрений, осушением и т.п. (Луганский, Залесов, Щавровский, 1996).

### **Роль дереворазрушающих грибов в лесной экосистеме**

Большой вред лесу наносят патогенные грибы, вызывающие эпифитотии. Существенный вред лесному хозяйству наносят корневая губка (космополит) и окаймленный трутовик (всеяден). Сосняки страдают от сосновой губки, пузырчатой ржавчины, ельники – от еловой губки, опенка.

Главная функция дереворазрушающих грибов – освобождение элементов минерального питания из древесного отпада. Особое значение для лесных биогеоценозов имеют дереворазрушающие грибы, способные разрушать такое стойкое органическое вещество, как лигнин. Разрушение древесины, освобождение связанных элементов всегда сопровождается поглощением  $O_2$  и выделением  $CO_2$  и  $H_2O$ . Специфической особенностью грибов и почвенных микроорганизмов в лесных биогеоценозах является то, что они способны осуществлять полную минерализацию органического вещества. По сути дела, это последнее звено круговорота веществ в растительных сообществах, когда в атмосферу поставляется необходимый для фотосинтеза  $CO_2$ , а в почву – минеральные вещества и микроэлементы. Таким образом грибы и микроорганизмы – важнейшие участники почвообразовательного процесса.

Поскольку условия развития дереворазрушающих грибов характеризуются кислой или слабокислой реакцией (Соловьев 1983), то они могут формировать преимущественно кислый тип перегноя. В целом от видового состава грибов и их плотности зависит структура почвы, ее химизм и физико-механические свойства.

Дереворазрушающие грибы – специфический компонент лесного биогеоценоза. С одной стороны, они, как деструкторы первого порядка, разрушают древесину; с другой – создавая вторичную продукцию (мицелий и плодовые тела), являются звеном пищевой цепи для деструкторов других уровней.

### 3. ЛЕСНАЯ ТИПОЛОГИЯ

#### 3.1. Истоки лесной типологии

Классифицирование является методом как изучения сложного объекта, так и систематизации полученных о нем знаний. Прежние способы классифицирования (примерно до конца XIX века) были основаны на признаках самого насаждения. Учитывали форму насаждения, его состав, возрастную структуру, происхождения (семенное, порослевое, смешаное). Такие классификации нужны, но они не дают достаточного основания для проектирования лесохозяйственных мероприятий. Например, чистые одновозрастные сосняки отличаются большим разнообразием: роста и продуктивности, реакции на ту или иную рубку, устойчивости против пожаров и засух, снега и ветра, успешности естественного лесовозобновления. Эти и другие характеристики, называемые лесоводственными свойствами, знать которые необходимо для ведения лесного хозяйства, в значительной мере зависят от факторов лесообразования, не учитываемых классификациями только древостоев.

С развитием лесного хозяйства и одновременно системных представлений о лесе все в большей мере проявлялась потребность в классификации леса как единства факторов лесообразования, прежде всего как единства насаждения и почвы в пределах того или иного климатического региона. Отдельные высказывания о необходимости такой классификации можно найти в трудах известных русских лесоводов А.Ф.Рудзского, М.К.Турского, В.Я.Добровлянского.

“Наше лесоводство, – пишет Г.Ф.Морозов, – усвоив западноевропейские начала, стало обнаруживать черты самостоятельного развития. Доказательством является учение о типах насаждений. Мощный и первый шаг был сделан у нас на Севере “(1930).

Стимулом для классифицирования лесов Севера была потребность описания и изучения обширных лесных массивов, довольно однообразных в равнинной части. Изучение на первом этапе преследовало главным образом две хозяйственные цели: лесопромышленную и лесокультурную.

В лесах Севера вели в то время приисковые рубки. Нужно было выявить запасы и местонахождение наиболее ценной древесины, используя зависимость ее качества от почвы. Описывали подробно несколько типичных насаждений, приуроченных к различным почвам, а затем при таксации указывали, к какому типу нужно отнести тот или иной участок. Типы обозначали местными народными названиями.

Так поступил, например, И.И.Гуторович (1897), выделив 9 типов насаждений: болото, рада (сосна по болоту), суболоть (сосна на сырой почве), согра (сосновые или еловые заболоченные леса), ровнядь (ельник

на суглинистой сырой почве с кукушкиным льном и хвощем в покрове), холм (ельник на возвышенных местах, сравнительно хорошего роста), лог, бор, биль (сравнительно хороший сосновый или еловый лес на влажной почве).

И.И.Гуторович указал по каждому типу: состав насаждений, топографическое положение, живой покров, почву и качество древесины. Он писал о необходимости изучения хода роста по таким типам леса. Разница между типами была достаточно ясной. Как писал Гуторович “...не отличить борового места от холмового может только тот, кто не пожелает этого сделать”. Несколько позднее появились другие сообщения (Китаева, Ляховича, Тимофеева, Назарова). Задачи классифицирования были теми же, что и у Гуторовича. С целью стандартизации таких классификаций А.С.Рожков, возглавлявший в то время лесоустройство в удельных лесах Севера, составил сводную таблицу типов леса для лесоустроительных партий. Характерно, что таблица опубликована в статье под названием “Фаутировка и браковка пиловочного леса в лесах Севера по данным Вельского удельного округа “ (1901).

Позднее пользовалась известностью классификация П.П.Серебренникова (1913). Он выделил 15 типов для ельников, сосняков, лиственных и смешанных хвойно-лиственных насаждений, разделив их на 2 категории: по суходолу (на сухих и свежих почвах) и по мокрому (на мокрых и болотных почвах). Ельники по суходолу: холм, ровнядь, лог; по мокрому – согра. Сосняки по суходолу: беломошник, ягодник, островной бор (веретье); по мокрому: сурадок, суболоть, рада, болото. Лиственные по суходолу – новина, по мокрому – уйта. Смешанные насаждения с преобладанием ели – биль, с преобладанием сосны – черничник.

Наименования типов леса в упомянутых классификациях были сходными, потому что использованы уже существовавшие народные термины, которые лишь слегка различались по губерниям и округам. Можно считать, что подлинными творцами лесной типологии были жители северных лесных губерний России.

П.П.Серебренников был не только практиком, но и теоретиком в области лесной типологии. Он считал, что разница в типологической характеристике не может совпадать с разницей хозяйственных мероприятий, потому что тип леса играет только вспомогательную роль. Для хозяйственных мероприятий основное значение имеет состав древостоя, а затем почвенные условия. Почву нужно знать для оценки плодородия, но его лучше определять по составу и бонитету древостоя. В круг научного лесоведения должна войти, по мнению П.П.Серебренникова, такая классификация, которая основана на изучении разницы в лесоводственных и лесотаксационных элементах. Главные показатели этих элементов – возобновляемость, состав древостоя, свойства древесины.

Своеобразные типы насаждений выявил Д.М.Кравчинский при устройстве лесов Лисинского лесничества. Ельники он разделил на 3 категории добротности:

- 1) с преобладанием в покрове кислицы и майника;
- 2) с преобладанием ягодников;
- 3) с преобладанием хвощей и болотных мхов.

Сосняки он разделил на 2 категории: сосну строевую трех классов добротности (по полноте и санитарному состоянию) и сосну болотную. Березняки тоже на 2 категории: по суходолу и болоту.

В вопросах теории Д.М.Кравчинский был солидарен с П.П.Серебрянниковым. Типологии он отводил второстепенную роль и довольно резко выступал против превращения типов леса в “самодовлеющую фитосоциологическую сущность”.

Таким образом, возникшие в лесах Севера классификации играли вспомогательную лесопромышленную роль.

Вторая хозяйственная задача лесной типологии в период ее возникновения заключалась в выборе наиболее удачного метода возобновления. Здесь в большей мере необходимо было учитывать непосредственную характеристику почвы. Эта задача возникла в первую очередь в зоне сухого лесоводства, на юге. С ее решения начинал свою работу в области лесной типологии Г.Ф.Морозов.

Иногда эта задача возникала и на Севере. Так, устройство лесов Орловской корабельной роши возле В. Устюга, выполненное А.А.Битрихом (1913), имело целью определить последствия смены выборочных рубок сплошными. А.А.Битрих выделил три основные почвенные разности и, соответственно, три типа сосновых и еловых лесов: бор, суборь, сурамень и рамень, ровнядь, лог. По таким типам он изучил процесс естественного лесовозобновления и сделал выводы для хозяйства. Из них главный: сплошные рубки допустимы только в чистых борах и суборях. Классификация Битриха появилась в результате некоторого предварительного изучения лесов и служила средством для последующего детального исследования с целью решения конкретной хозяйственной задачи. Классификация применена удачно и свою роль сыграла.

В то время принималось как должное то обстоятельство, что классификация играет служебную роль. Целесообразность ее применения не вызывала сомнений и хозяйственное использование не было проблемой. Типы леса не выделяли, если в том не было нужды. Часто типологом, лесоустроителем и лесничим было одно и то же лицо. Отсутствовала тенденция перегружать схемы, делать их слишком дробными. Категории лесов, в которых не предполагали вести хозяйство, оставались вне класси-

фикации. Непременным условием годной для хозяйства классификации являлась простота построения, что объяснялось не столько недостатком знаний, сколько сравнительной простотой хозяйства. Нужно сказать, что теперь, во времена научно-технической революции арсенал лесоводственных средств не стал богаче. Некоторые теоретики в области лесной типологии называли перечисленные классификации утилитарными.

### **3.2. Учение Г.Ф.Морозова о типах насаждений**

По поводу типов леса с Г,Ф,Морозовым постоянно спорили его современники (Д.М.Кравчинский, П.П.Серебренников, В.Н.Сукачев). С критическими замечаниями выступали позднее другие лесоводы. Однако и современники Морозова и лесоводы других поколений единодушно считают его основателем учения о типах леса. Г,Ф,Морозов не был первым типологом, но он впервые:

- 1) убедительно доказал необходимость широкого применения лесной типологии в хозяйственной деятельности;
- 2) теоретически обосновал лесотипологическое учение с таких методологических позиций, которые теперь называют системным подходом к изучению природы;
- 3) органически связал лесную типологию с учением о лесе (лесоведением), сделал ее разделом лесоведения;
- 4) обобщил имевшийся в то время опыт выделения типов леса и использования их в хозяйстве.

Лесная типология привлекла внимание Г.Ф.Морозова с первых лет его деятельности на лесной ниве, и этими вопросами он занимался всю жизнь. Поэтому вполне естественной была некоторая эволюция его взглядов. Лесотипологические исследования Г.Ф.Морозов начинал, будучи лесничим на юге лесной зоны в Воронежской губернии и одновременно участником экспедиции и учеником знаменитого почвовед В.В.Докучаева. Вполне понятными и оправданными были его исходные позиции, которые заключались в следующем:

- в лесном хозяйстве будет меньше шаблона и рецептуры, если при проектировании мероприятий учитывать тип насаждения;
- при установлении типа насаждений нельзя ориентироваться только на состав древостоя, поскольку состав может быть не основным для данных почвенных условий, а только временным;
- тип насаждения есть совокупность насаждений, объединяемая в одну группу общностью почвенно-грунтовых условий;

- критерий для выделения насаждений в особый тип должен быть чисто хозяйственным;

- совокупность насаждений объединяется в особый тип, если разница почвенно-грунтовых условий вызывает необходимость назначения иного способа возобновления леса.

Северные типологи (П.П.Серебрянников, А.С.Рожков и другие) обвиняли Морозова в недооценке характеристик древостоя, прежде всего его состава. Впоследствии из лесоведа-практика Г.Ф.Морозов превратился в крупного широко образованного ученого: лесоведа, почвовед, геоботаника, знатока лесов всей России, автора “Учения о лесе”. В результате своего научного опыта он пришел к таким теоретическим обобщениям:

1. Естественная классификация лесов должна быть основана на совокупности факторов лесообразования, которыми следует считать: 1) экологические свойства пород; 2) географическую среду (климат, рельеф, почву); 3) биосоциальные отношения; 4) историко-геологические причины; 5) влияние человека.

Зависимость внешней характеристики насаждений от внутренних биосоциальных отношений и исторических причин плохо изучена. При лесоустройстве эти отношения и причины не выявить. Поэтому в пределах климатической области главное внимание нужно обращать на самый наглядный и относительно стабильный фактор - на почвенно-грунтовые условия. По мнению Морозова, не может быть описания типа насаждений без прямой характеристики почвенно-грунтовых условий.

Разница между первой и второй трактовками роли почвенно-грунтовых условий не является принципиальной. Разнице состава насаждений теперь уделяется больше внимания, поскольку речь идет не только о зоне сухого лесоводства.

2. Разница возраста древостоев, интенсивности и цели хозяйства - причины, по которым хозяйственное отношение к типу насаждения не может быть одинаковым. Если для лесовозобновления основой деления будет разница почвы, то для проектирования рубок нужно уделять больше внимания разнице состава насаждений.

Таким образом, критерий выделения типов леса остается у Морозова хозяйственным. Но увеличивается масштабность рекомендаций. Способ возобновления не мог быть основным критерием для выделения типов леса в таежной зоне, поскольку там почти не было сплошных рубок и культур.



В лесотипологических работах того времени постоянно подчеркивалась необходимость первоочередного учета хозяйственного критерия, потому что в ботанической классификации растительности этого критерия не было. Г.Ф.Морозов считал возможным выделение типов леса для научных целей методами фитоценологии (геоботаники) без учета хозяйственной цели, но с последующим группированием типов все же с учетом этой цели. Против такого допущения выступал Д.М.Кравчинский.

Объединение типов леса в хозяйственные группы предложено «Рекомендациями по выделению коренных и производных типов леса лесной зоны европейской части РСФСР» (1982).

Типы насаждений у Морозова органически входили в иерархическую систему классификации лесов, которая сводилась к делению на климатические зоны, затем на районы с учетом геологических особенностей. В пределах района выделены типы лесных массивов, приуроченные к рельефу, а затем типы насаждений, зависящие от почвы. Например, в Воронежской губернии тип лесного массива - нагорные дубравы правого берега (притоков Дона) он делил на три типа насаждений: 1) дубравы на темно-серых лесных почвах; 2) дубравы на серых лесных суглинках; 3) дубравы на солонцеватых почвах.

В известной книге Г.Ф.Морозова «Учение о типах насаждений», написанной в последние годы жизни и изданной в 1930 г. после его смерти, дано краткое описание климатических зон в европейской части СССР и более или менее систематический перечень типов насаждений с описанием почвы и растительности. Помимо собственных данных Г.Ф.Морозов использовал материалы И.И.Гуторовича, А.А.Битриха, А.А.Крюденера и других исследователей. К сожалению, этот труд не закончен, он выглядит фрагментарно. Раздел с описанием типов насаждений так и называется «Очерк типов насаждений некоторых лесов европейской части СССР».

Г.Ф.Морозов различал две задачи: опознать тип насаждения и познать его. В «Учении о типах насаждений» он пишет о том, что типы насаждений не только не познаны, но еще и не опознаны.

После Морозова развитие лесной типологии в России продолжалось по двум главным направлениям. Во главе одного из них стоял В.Н.Сукачев. Другое, называемое южным, связано с именами А.А.Крюденера, Е.В.Алексеева, П.С.Погребняка. Принципы В.Н.Сукачева используются в большинстве случаев в условиях таежной зоны; принципы южной классификации – в зонах хвойно-широколиственных лесов, лесостепной и степной.

### 3.3. Учение В.Н.Сукачева о типах леса

В классифицировании лесов одновременно с лесоводственным (утилитарным) направлением трудами известных русских ботаников С.И.Коржинского, И.К.Пачосского, Г.И.Танфильева и других развивается учение о растительных ассоциациях – фитоценология (геоботаника). Сближению обоих направлений способствовали работы сначала Г.Ф.Морозова, а затем В.Н.Сукачева – основателя учения о биогеоценозах.

Сукачевские принципы классифицирования лесов заключаются в следующем. Для каждой формации в пределах климатической зоны нужно построить эдафо-фитоценологическую схему. К эдафическим условиям приурочены группы типов леса. Например, в ельниках средней полосы ареала ели Сукачев различает 5 типов эдафических условий и соответственно 5 групп типов леса:

1. Ельники-зеленомошники. Рельеф достаточно развит, почвы богатые, дренированные.
2. Ельники-долгомошники. Рельеф менее развит. Почвы те же, но несколько заболочены.
3. Сфагновые ельники. Рельеф равнинный или дно котловин, почвы заболочены.
4. Травяные ельники. Дно логов с заболоченными почвами, но с проточной водой.
5. Сложные ельники. Места с богатыми, хорошо дренированными почвами, с близким залеганием известняков.

Аналогичные группы выделены и в сосняках. Но там добавляется широко распространенная группа лишайниковых боров в условиях в условиях холмистого рельефа на бедных сухих почвах и, кроме того, сосна встречается при большей степени заболачивания, поэтому появляется болотная группа.

Каждая группа складывается из типов леса. При этом один из них является стержневым, наиболее характерным для группы. К нему примыкают типы с условиями, изменяющимися в направлении сближения с другой группой. Получаются эдафо-фитоценологические ряды, каждый из которых отображает изменение прямодействующих экологических факторов: влажности почвы, ее режима, богатства почвы. Наименование типа леса дается по доминирующей древесной породе и другому характерному признаку, например доминирующему растению из кустарникового, травяного или мохового ярусов. Наименование является чисто условным. В.Н.Сукачев считал необходимым использование общепринятой почвен-

ной классификации как основы лесной типологии, но, пока ее не существует, признавал возможной косвенную характеристику почвы по доминирующим растениям.

Эдафо-фитоценотические ряды указывают направление смен растительности. В этом их существенное достоинство. Правда, направление смен было предположительным. Но это замечание можно отнести ко всем последующим попыткам прогнозирования динамики типа леса.

На рис. показаны эдафо-фитоценотические схемы для ельников и сосняков. В каждой схеме имеется стержневая группа типов леса. Это - сосняки и ельники зеленомошники. Ряд А характеризует возрастающую сухость и бедность почвы, ряд В обозначает увеличение влажности почвы и ухудшение ее аэрации, ряд С - возрастание богатства почвы при нормальном увлажнении, ряд D - увеличение степени увлажнения проточной водой и ряд E (в ельниках) - изменение степени аэрации переувлажненных почв.

В.Н.Сукачев считал, что с углублением русла ручья травяные ельники сменяются зеленомошными. В сложных ельниках из-за выщелачивания почвы будет исчезать примесь широколиственных пород и их спутников в подлеске и живом напочвенном покрове, понизится бонитет. Здесь тоже произойдут изменения в сторону ельников зеленомошной группы. По мнению И.Н.Сукачева, ельник кисличный является стержневым типом еловой формации. Весьма распространенным он считал и продвижение по ряду В, т.е. процесс заболачивания вследствие соответствующего изменения среды фитоценозом в процессе его развития.

В схему сосновых лесов не вошли некоторые распространенные типы леса послепожарного происхождения, а также характерные для сосново-еловой формации.

Предложенные В.Н.Сукачевым принципы классифицирования лесов используются при изучении и устройстве лесов таежной зоны более 60 лет. Зональные научно-исследовательские институты лесного хозяйства разработали местные схемы типов леса, аналогичные схемам В.Н.Сукачева.

Как и у Г.Ф.Морозова, типологические взгляды В.Н.Сукачева на основе его растущего научного опыта и под влиянием системных идей изменялись в сторону классифицирования леса как сложной системы с тесно взаимосвязанными компонентами. Так возникла биогеоценология - наука о целостной функциональной совокупности организмов и среды их обитания. Внешняя среда, мертвая природа - не фон, а составная часть природной системы. Специфические признаки биогеоценоза: особенности биокруговорота, взаимодействие между компонентами, изменение во времени. Признаки поддаются измерению, что позволяет использовать при классифицировании качественные и количественные оценки.

Пока биогеоценология располагает лишь отрывочными данными. Имеют место трудности и противоречия, например, при увязке пространственных (хорологических) и динамических характеристик.

Тип леса по В.Н.Сукачеву - более широкое понятие, чем растительная ассоциация ботаников. В него могут входить различные по составу растений, но сходные по экологическим свойствам ассоциации. Различными могут быть даже доминирующие древесные виды, например ель европейская и сибирская в пограничных частях ареала.

Вслед за Г.Ф.Морозовым В.Н.Сукачев неоднократно писал о том, что дело не заканчивается опознанием типа леса. Его нужно изучать как объект хозяйства.

### **3.4. Классификация А.А.Крюденера**

В густонаселенных малолесных районах леса потеряли свой первоначальный облик. Здесь наблюдается большое разнообразие насаждений на сходных почвах. Поэтому трудно классифицировать лес как единство растительности и условий произрастания и вполне понятно желание лесоводов брать за основу более стабильный признак - лесорастительные условия. Наиболее известными классификациями типов лесорастительных условий являются классификации А.А.Крюденера, Е.В.Алексеева, П.С.Погребняка и А.Каяндера.

В начале XX века самым ярким представителем почвенного направления был А.А.Крюденер. Его работы основаны на большом материале, собранном в процессе экспедиционных исследований. Описание каждого участка дано по такому плану: расположение в рельефе, почва, покров, подлесок, смена пород и естественное возобновление, хозяйственное значение. В результате исследований составлена "Таблица главных типов почвенно-грунтовых условий, дающих (при известном древостое) соответствующие типы насаждений в пределах главным образом дерново-подзолистой зоны".

Типы в таблице разделены на суходольные, пойменные и заболоченные. Диагностические признаки типов (входы в таблицу): влажность почвы и ее механический состав. Влажность согласуется с аэрацией и видом гумуса, которые также указаны в таблице. Учтена периодичность увлажнения, имеются градации: периодически мокрые, постоянно мокрые, периодически сырые.

Механический состав почвы отображает ее потенциальное плодородие. Предложено несколько градаций механического состава, в том числе двучленные почвы, и четыре обобщенных наименования, отображающих потенциальное плодородие: боры, суборы, рамени и сурамени. В каждой

клетке дано конкретное наименование типа леса, дающее представление о фитоценозе. Наименования, в основном, народные.

Недостатками предложений А.А.Крюденера считают следующее: 1) придается второстепенное значение составу древостоя и даже факту его присутствия - в клетку может попасть вырубка или гарь; 2) преувеличено значение механического состава почвы; 3) недостаточно учтена климатическая зональность растительности, так как классификация предложена для слишком большой территории с различными зонами; 4) сложность построения и использования. Первый недостаток нужно отнести в целом к почвенному направлению в лесной типологии. Речь идет здесь о типах лесорастительных условий, а не типах леса. Со вторым замечанием можно согласиться лишь отчасти. Исследования показали, что из всего набора признаков потенциального плодородия почвы самым информативным и наглядным является механический состав.

Несмотря на справедливость замечаний, классификация отличается логичностью построения и в дальнейшем используется как типологами южного направления, так и ленинградскими лесными почвоводами школы Н.Л.Благовидова - О.Г.Чертова, которые тоже считали важнейшими диагностическими признаками плодородия почвы ее механический состав, степень дренированности и тип гумуса.

А.А.Крюденер составил применительно к своим типам леса лесотаксационные таблицы (массовые таблицы объема стволов, таблицы сбега) и таким образом многое сделал не только для опознания, но и для познания типов леса.

Эволюция в работах типологов почвенного направления (Е.В.Алексеева и П.С.Погребняка) проявилась главным образом в упрощении и некотором изменении таблицы Крюденера.

### **3.5. Классификация Е.В.Алексеева и П.С.Погребняка**

В основу классификации Е.В.Алексеева положены те же ординаты: механический состав и влажность почвы с меньшим числом градаций. Но для индикации механического состава и влажности почвы предлагается использовать растения – древостой (его состав и бонитет) и видовой состав напочвенного покрова. В отличие от таблицы Крюденера в клетку вписывается не наименование типа леса, а доминирующая растительность. Е.В.Алексеев, как его предшественник А.А.Крюденер и последователь П.С.Погребняк, участки, объединенные общностью почвы, называет типами леса. Но в пределах типа леса аналогично Г.Ф.Морозову выделяет типы насаждений, различающиеся составом растительности.

У Е.В.Алексеева две группы типов леса: по суходолу (боры, субори, грабовые дубравы или груды, дубравы на черноземах и дубравы на суг-

линках) и по мокрому (сосняки, березняки и ольшаники на торфяных почвах). Все типы он делил на основные, временные и случайные (эродированные, на пахотных землях и т.д.).

В своих публикациях Е.В.Алексеев подчеркивал необходимость использования чисто хозяйственного критерия при выделении типов леса, при установлении степени дробности классификации. Сторонник теоретического взгляда о плавном изменении растительности по градиентам экологических факторов (теории континуума) Е.В.Алексеев считал, что границы типа леса надо устанавливать в зависимости от хозяйственной задачи. Классификация, по его мнению, должна быть местной и с обязательным указанием характера рубок и лесовозобновления, свойств древесины.

Е.В.Алексеев упростил таблицу А.А.Крюденера, приблизил ее к запросам лесного хозяйства южных районов лесной зоны. М.Е.Ткаченко высоко ценил работы Е.В.Алексеева за их лесоводственную целеустремленность, за отсутствие ненужных экскурсов в геологию и систематику растений.

П.С.Погребняк построил удобную для практического использования сетку почвенных местообитаний – эдактопов (рис.). Учтены влажность почвы и ее плодородие. Сетка состоит из 6 градаций влажности - гигротопов, и 4 градаций плодородия – эдафотопов (бор, суборь, влажная суборь, дубрава). Индикатором является растительность. На эдафическую сетку можно нанести ареалы растений-индикаторов и древесных пород, можно показать бонитеты пород. Понятие о почвенном плодородии не имеет конкретного содержания. Эдафотопы нельзя определить объективно и, тем более, измерить.

У П.С.Погребняка нет морозовских и алексеевских типов насаждений. Речь идет о типах условий произрастания и некоторых эталонах (коренных типах) взамен действительных насаждений. Как и у А.А.Крюденера, классификация П.С.Погребняка не является местной, географичной. Климатические зоны не учитываются.

Несмотря на недостатки, классификация стала привычной. Она широко применяется в лесостепных районах России, на Украине и в Белоруссии.

Последователи П.С.Погребняка усложнили классификацию и, тем самым, лишили ее главного преимущества – простоты построения и запоминания. Хотя доводы Д.В.Воробьева, например, были достаточно обоснованными. Д.В.Воробьев предложил четырехординатную сетку вместо двухординатной у П.С.Погребняка. Он добавил климатоп, учитывающий влагообеспеченность и сумму тепла. Эдафотоп и климатоп составляют по Д.В.Воробьеву тип лесорастительных условий (тип лесного участка). В эдафическую сетку он поместил тип лесного участка. Тип леса – климати-

ческая форма лесного участка. Тип леса разделяется на подтипы, варианты, морфы. В пределах типа леса Воробьев различает типы древостоев. Главными индикаторами являются растения. Дано описание индикаторов, включающее около 1 тыс. наименований. Вспомогательными признаками служат непосредственные характеристики рельефа и почвы, в том числе ее механический состав.

Классификация Д.В.Воробьева является более громоздкой, чем у А.А.Крюденера. Несмотря на формальный учет климата, она продолжает оставаться всеобщей, интразональной, как у Погребняка. Классификация не распространяется на леса поймы, в ней не учитывается гидрологический режим лесных почв.

Авторы рассмотренных выше классификаций (Крюденера, Алексева, Погребняка) называют основную единицу типом леса. Но лесная растительность, фактически произрастающая в данное время, здесь не принимается в расчет. Древостоя может не быть вовсе. Если следовать определению понятия “лес”, то лучше эту основную единицу называть типом лесорастительных условий.

По мнению В.Н.Сукачева, между типом леса и типом лесорастительных условий не всегда наблюдается строгий параллелизм. Тип леса - более узкое понятие. В пределах типа лесорастительных условий может быть несколько типов леса. Тип лесорастительных условий - объединение участков, обладающих однородной лесорастительной способностью.

### **3.6. Классифицирование динамики лесов**

Учитывать динамику леса при его классифицировании трудно, но необходимо. Что касается изменения типов леса, то здесь в значительной мере вопрос остается открытым. Пока сформулированы только принципы и предложены рабочие гипотезы. Чаще всего ученые констатируют либо разнонаправленность и непредсказуемость изменений (Н.С.Нестеров, А.П.Шенников), либо жесткую зависимость растительности от стабильного экотопа и обратимость смен (Б.П.Колесников). Реже предлагаются гипотезы о направлении изменений в функциональном (В.Н.Сукачев) или функционально-территориальном (Ф.Клементс) аспектах. Эндогенетические изменения, вызываемые влиянием растительности на местообитание, прогнозируются легче, чем изменения по внешним причинам. Наибольшей известностью пользуются принципы и классификации Б.П.Колесникова (генетическая) и И.С.Мелехова (динамическая).

Классификация Б.П.Колесникова. Б.П.Колесников продолжил работу своего учителя Б.А.Ивашкевича, известного исследователя лесов восточного Китая, Забайкалья, Приморья. По Б.А.Ивашкевичу, тип леса объединяет большое число типов насаждений, представляющих собой звенья

“длинной цепи превращений” в пределах каких-то условий произрастания. Объем понятия тип леса здесь больше, чем у В.Н.Сукачева. Тип леса характеризуется условиями произрастания и особенностями развития.

Б.П.Колесников разработал систему типов леса кедровой формации в Приморье. Эти леса в течение жизни одного поколения проходят восемь стадий или типов насаждений. В некоторых стадиях преобладают лиственные породы. Б.П.Колесников ввел понятие о лесообразовательном процессе, выражением которого могут быть следующие виды смен растительности:

- 1) возрастные, наблюдаемые за период онтогенеза одного поколения леса;
- 2) восстановительные, вызванные сильным (стрессовым) воздействием, например, пожарами, рубками, эпизоотиями насекомых;
- 3) аллювиальные – следствие изменения гидрологического режима рек;
- 4) вековые. Низшей единицей считается тип насаждения, который объединяет однородные участки леса, принадлежащие к одноименным стадиям возрастных и восстановительных смен.

Хозяйственной единицей является не тип насаждения, а тип леса, объединяемый общностью лесорастительных условий. Б.П.Колесников считал, что только такая классификация может привести в стройную систему все обилие фактов, накопленных лесоведением.

Предложения Ивашкевича-Колесникова, безусловно, оригинальны и представляют интерес. Однако, чтобы их осуществить, необходимо иметь большую сеть стационаров с весьма длительным периодом наблюдений. Иначе в практике классифицирования слишком многое будет зависеть от фантазии исполнителей. Кроме того, направление изменений является следствием не только лесорастительных условий, но также хозяйственного воздействия, значимость которого все увеличивается. Спорным является и признание стабильности типа леса, возвращения его к исходному состоянию после возрастных и восстановительных смен.

Для выявления динамики типа леса предлагается использовать материалы таксации лесов во время лесоустройства. Б.П.Колесников включает лесотипологическую классификацию в общую систему лесорастительного районирования территории для ее хозяйственного использования, а классификацию и районирование увязывает с задачами рационального природопользования. Принципы классификации Б.П.Колесникова используются его учениками в лесах Урала, Сибири и Дальнего Востока.

Принципы динамической типологии по И.С.Мелехову исключают некоторые из отмеченных недостатков классификации Б.П.Колесникова.



И.С.Мелехов считает, что тип леса нельзя рассматривать как нечто застывшее, неподвижное. Древостой, возникший на вырубке, может иметь прежний состав, но его качество будет иным. Тип леса по И.С.Мелехову - динамическая система на биогеоценотическом уровне или биогеоценоз в развитии. "Тип леса образуют участки леса, объединенные общим характером древостоя (включая его современную морфологию, происхождение и развитие), как главного компонента, других составных частей (нижние ярусы леса), общими особенностями лесорастительных условий, общностью этапов и наметившихся тенденций дальнейшего развития" (1980, с. 358). Общность основных особенностей звучит лучше жестко детерминированного равенства. Для организации хозяйства в лесах таежной зоны оправдывается первостепенное значение общности древостоя и во вторую очередь общности лесорастительных условий. Как и у Б.П.Колесникова, остается сомнительной возможность на современном уровне знаний практического установления тенденций развития леса при его описании во время лесоустроительных работ.

Развитие леса И.С.Мелехов делит на этапы: предшествующий образованию леса (типы вырубков, гарей); этап формирования леса (промежуточный и переходный типы); этап сложившегося леса (в спелом возрасте); последующие этапы с возможным переходом в новый тип леса. Детерминированной схемы изменений не дается. В процессе развития может произойти смена пород, может при сохранении главной породы измениться продуктивность древостоя.

Положительным моментом предложений И.С.Мелехова следует считать также признание существенного значения антропогенного фактора, необходимость его непосредственного включения в схемы развития. Наиболее сильное воздействие оказывают: сплошные рубки и осушительная мелиорация, развитие лесокультурного дела, уменьшение возраста главной рубки, применение химикатов и т.д. Если все это игнорировать, то типологические схемы будут малополезными. Сравнительно хорошо разработаны классификации вырубков и осушенных лесов.

И.С.Мелехов предложил классификацию вырубков, увязанную с типами леса, исходными и будущими. Тип вырубки объединяет участки сплошной рубки, однородные по комплексу лесорастительных условий, по тенденциям их изменения и по лесовосстановительным процессам. Об однородности можно судить по напочвенному покрову, микроклиматическим, почвенно-гидрологическим и микробиологическим режимам. С типом вырубки связаны способ, успешность и длительность лесовозобновления, вероятность смены пород и ее направление.

В одном типе леса после рубки возможно образование нескольких типов вырубки. Чем богаче эдафические условия, тем больше потенциальное разнообразие вырубков. На характеристику вырубки оказывает су-

ществственное влияние пожар (после рубки), поэтому все вырубки разделены на две группы: после воздействия огня (паловые) и без него. Паловые вырубки различаются по степени прогорания почвы: от легкого обжигания войлочной подстилки (идеальные условия для лесовозобновления) до остекления почвы (лесовозобновление невозможно).

Помимо эдафических условий и пожаров на растительность вырубки влияют: состав древостоя, его полнота, видовой состав и обилие растительности нижних ярусов до рубки (участие злаков, полукустарничков, малины и др.); эксплуатационные особенности и технология рубки (недорубы, семенники, подрост, ширина и направление лесосеки, способ очистки, воздействие машин на почву); влияние соседних участков и, наконец, давность рубки.

Относительно типа вырубок имеются обоснованные критические высказывания. Так, Н.Е.Декатов (1961) пишет, что "...растительный покров на вырубках меняется в течение нескольких лет, а названные (в классификации И.С.Мелехова - С.С.) представители его встречаются в изобилии в различных условиях среды и не характеризуют достаточно лесорастительных условий" (стр. 87).

По мнению В.И.Василевича (1983), созданию генетических классификаций мешает главным образом сборное происхождение флоры каждого типа растительности. Кроме того, в процессе развития фитоценоза изменяется его экологическая амплитуда.

Для проверки гипотез и выявления основных закономерностей нужны длительные стационарные наблюдения. Их, к сожалению, мало. В 1929-1930 гг. СПбНИИЛХ заложил опыты с рубками ухода за лесом. В каждой серии опытов имелись контрольные площадки, на которых было обеспечено естественное течение процессов. Анализ результатов наблюдений на этих площадях (Сеннов, 1984) позволил сделать такие выводы: 1) как в сосняках, так и в ельниках произошли существенные изменения, затрагивающие все компоненты экосистемы, в том числе подстилку и аккумулятивные горизонты почвы; 2) направление изменений согласуется с представлениями о прогрессивном саморазвитии природных систем (повышение устойчивости и продуктивности); 3) темпы изменений на пробных площадях существенно различались, имели место временное совпадение и, наоборот, расхождение диагностических признаков типа леса (конвергенция и дивергенция).

### **3.7. Лесная типология в зарубежных странах**

На методы классифицирования лесов в зарубежных странах оказали существенное влияние идеи Г.Ф.Морозова и В.Н.Сукачева. Лесной конгресс 1956 г. в Оксфорде (Англия) одобрил методику В.Н.Сукачева по

выделению типов леса и принял решение о ее распространении.

В многолесных странах со значительной долей лесов естественного происхождения, расположенных в полосе умеренного климата, преимущественно употребляются классификации типов леса, в малолесных странах с интенсивным хозяйством и преобладанием искусственных лесов - классификации местообитания. Под типом леса понимаются в одних случаях типы лесных экосистем (биогеоценозов), в других - ботанические ассоциации. Имеют место попытки классифицирования экосистем на основе данных о растительности, почве и топографии, на основе выделения географических ландшафтов разного масштаба с использованием материалов аэрофотосъемки.

В Англии применяются одновременно классификации типов участков и типов насаждений, изучается сопряженность тех и других (К.Кирбей).

Представляет интерес классификация местообитаний по методу Хиллса (Канада). Местообитанием здесь называется интегрированный комплекс легко выявляемых черт растительности и категорий земель. Метод позволяет использовать аэрофотоснимки.

Классификация типов лесорастительных условий преобладают в Польше, Болгарии, Венгрии, Румынии. Составляются почвенно-типологические карты, которые используются для планирования лесохозяйственных мероприятий.

В Чехословакии сложились две типологические школы, аналогичные школам В.Н.Сукачева и П.С.Погребняка.

В Германии классификации местообитаний органически увязаны с общим растительным районированием. Страна разделена на области роста, которые, в свою очередь, поделены на округа роста. Внутри округа выделяются серии единиц местообитания.

Во Франции классификация местообитаний тоже связана с географическим районированием и ландшафтами. Отмечается, что определяющими при выделении типологической единицы являются особенности местообитания и что флористический состав - показатель изменчивый (Ж.П.Пелтье).

Увязка типов местообитаний с географическим районированием имеет место в Финляндии, но типы местообитаний устанавливают здесь по А.Каяндеру.

В большинстве стран, как и в России, наблюдается разнообразие методов классифицирования лесов и частая их смена, поэтому об органической увязке с географическим районированием говорить не приходится.

Отличаются своеобразием методы классифицирования лесов в США, сложившиеся под влиянием учения о климаксовых типах (Клементс, Уивер, Тэнсли, Уиттекер). Климаксовый тип в современном по-

нимании - относительно устойчивый тип растительности, сложившийся в результате сукцессии и находящийся в подвижном равновесии со средой. Основным фактором - климат, поэтому площадь страны представляют в виде мозаики климатических сообществ или формаций.

Для лесов Северной Америки предложена классификация с делением типов насаждений по регионам и формациям (Дж. Ванкат). Она распространяется только на покрытую лесом площадь и учитывает современное состояние лесов.

Классификации горных лесов имеют много сходного в различных странах. Основные факторы лесообразования: вертикальная зональность, экспозиция склона, направление ветра. Иногда дополнительно учитывают: индекс холода и глубину снежного покрова (в Японии); количество осадков и глубину снежного покрова (в Индии); индексы оценки древостоя по его таксационной характеристике, например, по среднему приросту (в Болгарии).

Чаще всего в классификациях не учитывают историю роста и происхождение древостоев. Исключением является лесотипологическое направление, возглавляемое Е. Айхингером (Австрия). Леса одной формации разделяют на группы по характеристикам почвы, а группы - на типы леса с учетом происхождения. Так, в формации ельников Каринтии выделена группа на сухих почвах, богатых основаниями. В этой группе различают такие типы леса: 1) ельники, сменившие криволесье из горной сосны; 2) ельники, сменившие леса из европейского кедра; 3) ельники, сменившие леса из лиственницы и т.д. Е. Айхингер считает, что основной единицей классификации лесов должен быть тип развития леса.

Происхождение лесов учитывают и в Австралии (Скиннер и Атвилл): максимальной продуктивностью обладают сосняки на луговой почве, средней - второе поколение, низшей на исконно сосновой почве.

Во многих странах лесоводы используют геоботаническую классификацию, соответствующую традиционной школе (шведской, швейцарской, Браун-Бланке и др.). При этом наряду с классификацией растительности обычно применяется и классификация лесных земель по их потенциальному плодородию.

В литературе все чаще появляются сообщения о применении количественных методов классифицирования, в частности методов факторного и дискриминантного анализа. Математической обработке подвергают или физико-химические характеристики почвы наряду с климатическими индексами или сведения о составе и таксационных показателях древостоев.

Во многих странах, как и в России, имеет место разнообразие методов классифицирования лесов, а в литературе отмечается необходимость консолидации этих методов.

### 3.8. Пути совершенствования лесной типологии

Существует мнение о том, что все направления в лесной типологии можно объединить, если синтезировать рациональные основы каждого (С.М.Разумовский). Однако сделать это нелегко из-за разницы методологического подхода и принципиальных внутренних противоречий.

Противоречия, мешающие созданию единой классификации лесов, объясняются следующими объективными причинами:

1) сложностью объекта классификации - флористического состава и лесорастительных условий, их зависимостью от климатических, исторических и других причин;

2) непрерывностью изменения всех компонентов экосистемы с разной скоростью в различном масштабе времени и пространства;

3) соединением дискретности и континуальности лесной растительности в пространстве;

4) сменой естественных лесов искусственными или хозяйственно-преобразованными со своеобразием их состава, структуры и динамики;

5) разными представлениями о назначении классификации.

Классифицирование необходимо для упорядочения знаний о природе леса и решения прикладных задач. По-видимому для непосредственного хозяйственного использования нужны упрощенные, понятные и привычные классификации. В таежной зоне европейской части России этим условиям удовлетворяет эдафо-фитоценотическая схема В.Н.Сукачева. В основу схемы положена формация, а в ее пределах выделено 5-6 групп типов леса, которые для хозяйственных целей можно считать основными единицами. Авторы "Рекомендаций по выделению коренных и производных типов леса лесной зоны европейской части РСФСР" (Побединский и др., 1982) считают, что эта классификация лучшим образом отвечает природе таежных и хвойно-широколиственных лесов. Для лесостепной и степной зон они рекомендуют использовать тоже привычную классификацию П.С.Погребняка. В рекомендациях даны схемы удобных для хозяйственного использования групп типов леса отдельно для сосновых и еловых лесов по трем таежным подзонам и зоне хвойно-широколиственных лесов. Групп немного - от 4 до 6 по каждой формации в пределах подзоны.

Желательно при этом учитывать динамику растительности и почвы. Поскольку темпы изменения фитоценоза и почвы существенно различаются, на сходных почвах наблюдаются разные фитоценозы и, наоборот, может оказаться целесообразным использование в лесном хозяйстве одновременно двух классификаций: растительности и почвы. Классификация почвы особенно нужна для проектирования лесовосстановительных и

мелиоративных работ.

Одним из путей совершенствования классификации лесов считается установление большей связи с ландшафтоведением. О важной роли межбиоценозных связей писали многие (Дылис, 1973, Ильинская, 1980 и др.). Наиболее основательные комплексные исследования проведены в Карелии (Волков, 1980, Громцев, 1993). Межбиоценозные связи и пространственные изменения объясняются потоками грунтовых вод, болотообразованием, обменом семенами, миграцией фауны, пожарным режимом, лесохозяйственными мероприятиями. Фитоценоз нельзя представлять себе изолированным от внешней среды. Чем больше разница между соседними биогеоценозами, тем больше они влияют друг на друга. Наблюдается и разница структуры и динамики одноименного типа леса по ландшафтным единицам (А.Н.Громцев). Ландшафтные особенности структуры и динамики лесов еще мало изучены. Но увязка типов леса с ландшафтными единицами становится актуальным направлением в лесной типологии.

Основной теоретической задачей в области лесной типологии нужно считать выявление закономерностей динамики леса в аспектах как функциональном (биогеоценотическом), так и в пространственном, а с прикладной целью - изучение реакции на хозяйственные мероприятия. Главную роль должны сыграть комплексные стационарные наблюдения. О необходимости создания для этой цели особых фитосоциологических станций писал В.Н.Сукачев еще в 1917 г. По его мнению, всякий опыт, всякое исследование должны производиться в рамках определенного типа леса. И не только исследования. Применение каждой лесохозяйственной меры должно быть согласовано с природными особенностями разных групп насаждений (М.М.Орлов).

Несмотря на общепризнанную необходимость зонально-типологического подхода к лесохозяйственной деятельности в современных правилах и наставлениях лесной типологии отводится очень скромное место. О типах леса иногда сообщают после описания почвы и бонитета, их упоминают в приложениях.

Положение изменится лишь в том случае, если произойдет сближение взглядов, которое позволит разработать приемлемые для практики положения и создать единую иерархическую систему классификации лесов страны с учетом региональных особенностей.