

**Министерство образования Республики Беларусь**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»**

**М. С. ЛАЗАРЕВА, Л. К. КЛИМОВИЧ**

## **ЛЕСОВОДСТВО**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
по выполнению лабораторных работ  
для студентов специальности  
1 – 75 01 01 «Лесное хозяйство»**

**Гомель УО «ГГУ им. Ф.Скорины»  
2009**

УДК 630(075.8)

ББК 43.4 я73

Л 171

Рецензенты: А. М. Дворник, д. б. наук, профессор кафедры физиологии человека и животных,  
В. М. Ефименко, доцент кафедры лесохозяйственных дисциплин учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

**Лазарева, М. С.**

Л 171 Лесоводство : практическое пособие по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / М. С. Лазарева, Л. К. Климович; М-во образования РБ, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 125 с.

ISBN

В практическом пособии изложены основные теоретические положения и методика проведения лабораторных работ по курсу «Лесоводство», приведены вопросы для самоконтроля.

Пособие охватывает все разделы «Лесоводства», Ч. I и состоит из тематических вопросов и заданий, позволяющих студентам глубже проработать материал курса.-

Пособие предназначено для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство».

**УДК 630 (075.8)**

**ББК 43.4 я73**

**ISBN**

© Лазарева М.С., Климович Л. К., 2009  
© УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», 2009

## Содержание

Введение.....	4
Тема 1 Понятие о лесе .....	5
Занятие 1 Понятие о лесе.....	5
Занятие 2 Основные компоненты леса.....	8
Занятие 3 Морфология леса .....	11
Тема 2 Радиационный режим и лес.....	21
Тема 3 Лес и тепло.....	28
Тема 4 Атмосферный воздух и лес.....	34
Занятие 1 Влияние ветра в жизни леса.....	34
Занятие 2 Атмосферный воздух и лес.....	38
Тема 5 Лес и влага.....	43
Занятие 1 Значение влаги в жизни леса.....	43
Занятие 2 Оценка водоохранных функций леса.....	50
Тема 6 Лес и почва.....	55
Тема 7 Биологический круговорот и продуктивность лесных экосистем.....	62
Тема 8 Биотические экологические факторы в жизни леса.....	67
Тема 9 Антропогенные и техногенные факторы и лес.....	74
Тема 10 Классификация лесов.....	78
Тема 11 Концепции лесной типологии.....	81
Занятие 1 Биогеоценотическая типология В. Н. Сукачева.....	81
Занятие 2 Типология П. С. Погребняка – Д. В. Воробьева как основа для определения лесорастительных условий.....	84
Тема 12 Лесная растительность Беларуси.....	88
Тема 13 Возобновление леса.....	93
Тема 14 Закономерности роста и формирования леса.....	101
Тема 15 Сукцессии и климакс лесных экосистем.....	109
Тема 16 Биоразнообразие лесов как основа их устойчивости.....	114

## Введение

Интенсификация лесохозяйственного производства, усиление роли лесов Беларуси как сырьевого ресурса наряду с возрастающим их экологическим и социальным значением вызывает необходимость улучшения качества подготовки специалистов. Это, в свою очередь, требует постоянного усложнения курса обучения, приведение его в соответствие с современными требованиями. Усиливается роль самостоятельной подготовки студентов и лабораторно-практических занятий с элементами исследования.

С целью такого усложнения курса составлено данное практическое пособие.

Курс «Лесоводство» состоит из двух тесно взаимосвязанных частей: учения о природе леса – лесоведения и теории и практики ведения лесного хозяйства – лесоводства.

Практическая деятельность не может быть успешной без усвоения основных положений лесоведения. Специалисты лесного хозяйства обязаны знать объект труда – лес, особенности его формирования, лесорастительные условия, влияющие на его состав, структуру и продуктивность.

Весь курс лабораторных занятий по лесоведению состоит из заданий. Цель лабораторных заданий – развитие творческих способностей профессиональной компетенции студентов в процессе качественного освоения знаний, приобретения умений, навыков и норм этики лесовода. Для усвоения темы и успешного выполнения заданий каждый студент должен ответить на предложенные вопросы. Ответы могут быть устными, задания выполняются только письменно. Можно пользоваться учебными пособиями и справочной литературой. Задания записываются в отдельной тетради, которую по окончании работы проверяет преподаватель.

Сдача зачета по данной дисциплине возможна только при наличии правильно и в полном объеме выполненных заданий, положительных оценок за контрольные работы и реферат. Суть реферата заключается в том, чтобы научить студента мыслить самостоятельно.

В практическом пособии приводятся основные понятия по темам курса «Лесоводство», требования по выполнению лабораторных работ, вопросы для самоконтроля. Практическое пособие адресовано студентам специальности 1–75 01 01 «Лесное хозяйство» и может быть использовано как на лабораторных занятиях, так и при самостоятельной подготовке.

# Тема 1

## Понятие о лесе

### Занятие 1

#### Понятие о лесе

- 1 Определение отличительных признаков лесных деревьев
- 2 Определение характерных черт леса
- 3 Дать понятие о лесе как экологической системе (лесном биогеоценозе)

#### Основные понятия по теме

Лес – элемент географического ландшафта, состоящий из совокупности деревьев, занимающих доминирующее положение, кустарников, напочвенного покрова, животных, микроорганизмов, в своем развитии биологически взаимосвязанных, влияющих друг на друга и на внешнюю среду (ГОСТ 18486-87).

В лесу происходят борьба за существование, естественный отбор, непрерывно идут процессы обмена веществ и энергии, происходит биологический круговорот, непрерывное обновление.

Лес характеризуется следующими чертами:

- взаимным влиянием древесных растений друг на друга, взаимодействием с другими типами растений: кустарниками, травами, мхами;
- компоненты леса не только зависят от среды, но и сами влияют на нее, создавая свой микроклимат, своеобразное протекание почвенных процессов;
- лес обладает способностью восстанавливать самого себя, обеспечивать смену поколений.

Лесные деревья отличаются от деревьев, выросших на свободе, прежде всего размерами ствола и кроны, степенью очищения стволов от сучьев.

В лесу деревья *высокие, стройные, стволы цилиндрические, полндревесные с высокоподнятой кроной*. Древесина такого дерева расценивается высоко, она идет на постройки, пиловочник, фанеру, целлюлозу и т. д. Деревья вне леса – *имеют широкую раскидистую крону, толстые сучья и ветви, спускающиеся почти до земли, закомелистый*

*ствол, т. е. сильно утолщенный у основания, сбежистые. Древесина их оценивается низко.*

Лесной фитоценоз не бывает однородным. При горизонтальном расчленении древостоя можно выделить более мелкие подразделения: биогруппы, парцеллы, микрогруппировки и др. Парцеллы отличаются физиономически – структурой, составом растений, по режимам тепла, освещенности, увлажнения, по количеству и качеству вносимого в почву органического материала и т. д. В еловом древостое можно выделить следующие парцеллы: осиново-снытевая, еловая с подростом ели, осиновая парцелла с крупным подростом ели, хвощевая, елово-щитовниковая, липовая, мелкотравно-моховая, крупнопапоротниковая в окне и др. Парцелла открывает собой специфический динамический ряд формирования лесного биогеоценоза.

Микрорельеф в лесу в виде мелких бугров, перегнивших пней, упавших стволов, кротовых взрыхлений и ям, образованных вывернутыми корнями деревьев, вместе с лесорастительными элементами создают особую климатическую среду, которая присуща только лесу как лесорастительной самоорганизации.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Каково значение леса в жизни человека?
- 2 Что такое биогеоценоз?
- 3 Дайте определение понятию лес.
- 4 В чем заключается социальная роль леса?
- 5 Назовите выдающихся лесоводов.
- 6 Назовите элементы горизонтального и вертикального расчленения фитоценоза.
- 7 Назовите основные причины современной деградации леса.

### **Лабораторная работа**

**Цель:** дать понятие о характерных чертах леса и лесного биогеоценоза.

**Материалы и оборудование:** рисунки, фотографии, план и профиль лесонасаждений, планшеты, ГОСТ 18486-87.

## Ход работы

1 Определите относительную высоту (отношение высоты дерева ( $H$ ) к диаметру ( $D$ )) у деревьев на свободе и в лесу.

*В лесу:*

высота – 25,0 м

диаметр – 26,8 см

*На свободе:*

высота – 18,0 м

диаметр – 34,0 см

2 Опишите различия между деревьями одной породы, одно из которых выросло в лесу, а другое – на открытом месте (рисунок 1) по форме, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Характерные признаки деревьев

Признаки	Древесная порода	
	в лесу	на открытом месте
Высота дерева		
Крона		
Ствол		
Сучья		
Кора		
Плодоношение		
Хозяйственная ценность		

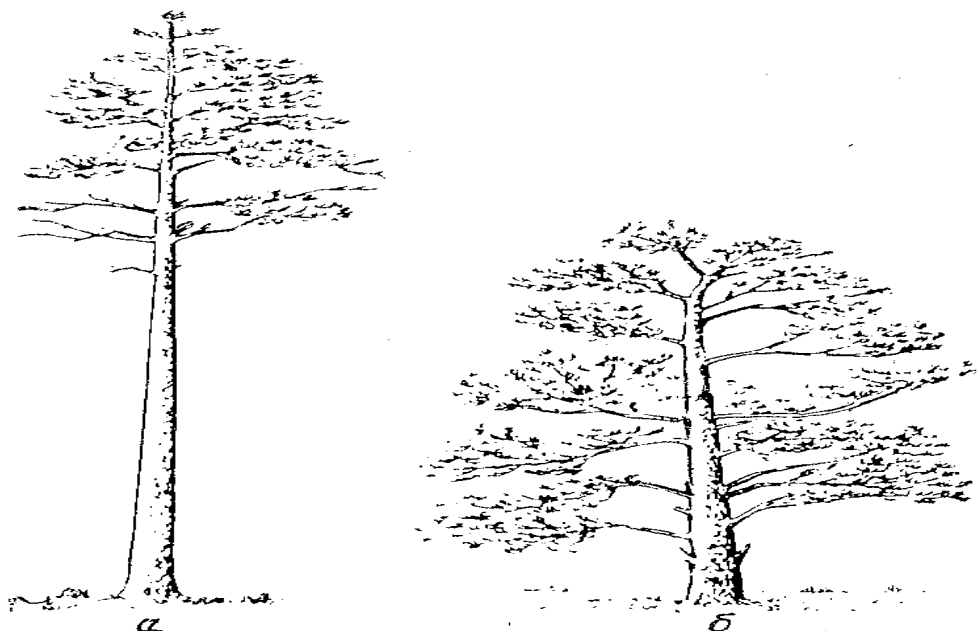


Рисунок 1 – Внешний вид деревьев, выросших в лесу (а) и вне леса (б)

3 Приведите примеры парцелл в сосновом лесу.

4 Изобразите профильную диаграмму насаждения по измерениям в натуре полосы длиной 40–60 м и шириной 5 м. На диаграмме отметьте: местонахождение каждого дерева, древесную породу, кустарники. Дайте описание обилия напочвенного покрова по шкале О. Друде или Браун-Бланке.

5 Рассмотрите внимательно рисунок 2. Найдите на нем древостой, поляну, прогалину, окно полога с подростом, стены древостоя, опушки – внутренние и внешние.

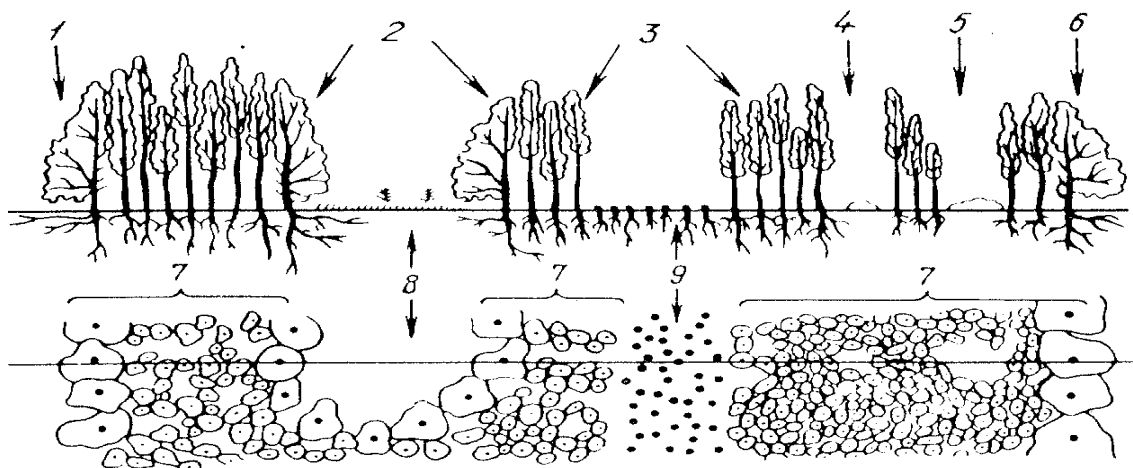
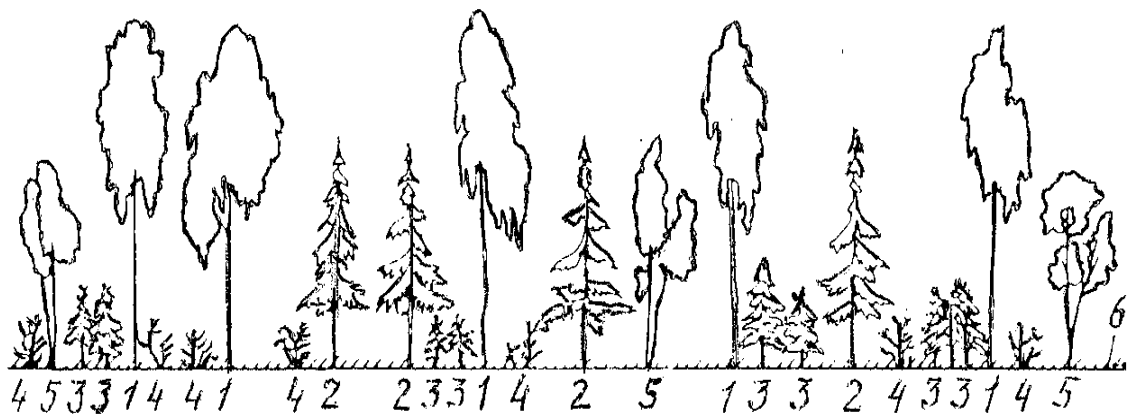


Рисунок 2 – Схема строения лесного массива (профиль и план)

6 По рисунку 3 установите все составные части леса.



1 – береза, 2, 3 – ель, 4 – кустарники, 5 – рябина, черемуха,  
6 – травы, мхи, лишайники

Рисунок 3 – Составные части леса



## Занятие 2

### Основные компоненты леса

- 1 Определение основных компонентов лесной экосистемы
- 2 Определение основных компонентов лесного насаждения

#### Основные понятия по теме

В составе леса выделяют две части:

- надземную или *стромосферу*;
- подземную или *ризосферу*.

Элементами *стромосферы* являются: насаждение, древостой, подлесок, подрост, живой напочвенный покров, внеярусная растительность, лесная подстилка и т. п.

*Насаждение* – участок леса, состоящий из древостоя, а так же, как правило, подраста, подлеска и живого напочвенного покрова. Насаждение – это лесной фитоценоз, однородный по биологическим признакам. Примером может служить сосновое насаждение, которое состоит из деревьев сосны, кустарников можжевельника, крушины, зеленых мхов, травянистых растений и т. д.

*Древостой* – совокупность деревьев, являющихся основным компонентом насаждения.

В составе древостоя выделяют:

- *главную древесную породу* – породу, которая при данных экономических и лесорастительных условиях наилучшим образом соответствует хозяйственным целям;
- *второстепенные древесные породы* – породы, которые в меньшей степени соответствуют экономическим и лесорастительным условиям;
- *господствующую породу* – породу, которая преобладает в верхнем ярусе древостоя, но часто не бывает главной;
- *сопутствующие древесные породы* – породы, благоприятно воздействующие на главную, и в конкретных условиях не уступающие ей по хозяйственному значению (например, клен, ясень, липа в дубравах).

Для условий Беларуси главными породами являются сосна, ель, дуб, а также в определенных условиях – береза, осина, ольха, которые чаще всего являются второстепенными.

*Подрост* – молодое поколение древесных растений естественного происхождения, растущее под пологом леса или на вырубках, гарях и способное сформировать древостой.

*Подгон* – деревья или кустарники, способствующие ускорению роста и улучшению формы ствола главной древесной породы путем создания бокового отенения.

*Подлесок* – кустарники, реже древесные породы, произрастающие под пологом леса и неспособные образовать древостой в данных условиях местопроизрастания.

*Живой напочвенный покров* – совокупность мхов, лишайников, травянистых растений и полукустарников, произрастающих на покрытых и не покрытых лесом землях.

*Растительный опад* – опавшие в течение года листья, хвоя, ветки, сучья, плоды и другие части лесной растительности.

*Лесная подстилка* – напочвенный слой, образующийся в лесу из растительного опада разной степени разложения.

*Отпад* – деревья, отмершие в результате естественного изреживания древостоя с возрастом или от заболевания.

*Внеярусная растительность* – совокупность растений разных видов и классов – лиан (плющ, лимонник и др.), лишайников, размещающихся в разных ярусах древостоя.

*Ризосфера* – корнедоступная толща почвы. Она может быть мельче почвы (в период формирования и раннего развития древостоя) или глубже, когда корни проникают в материнскую породу.

## **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Из каких компонентов состоит лес? Дайте их определения.
- 2 Перечислите видовой состав подлеска и напочвенного покрова.
- 3 В чем различие между подростом и подлеском?
- 4 Что такое подгон? Приведите примеры.
- 5 Могут ли быть в подлеске древесные породы, которые относятся к деревьям первой величины?

## **Лабораторная работа**

**Цель:** ознакомиться с основными компонентами лесного насаждения.

**Материалы и оборудование:** рисунки, фотографии, настенные таблицы, схемы, иллюстрирующие компоненты леса.

## Ход работы

1 Пользуясь ГОСТом и учебниками по лесоведению составьте словарь основных терминов и определений: насаждение, древостой, самосев, всходы, подрост, подлесок, подгон, внеярусная растительность, живой напочвенный покров, лесная подстилка, опад, отпад.

2 По предложенным фотографиям и рисункам составьте описание участков леса по схеме: наличие подроста и подлеска, живого напочвенного покрова, другие компоненты.

3 Схематично зарисуйте и подпишите типичные компоненты леса, встречающиеся в зоне расположения вашего учебного заведения.

4 Приведите примеры для доказательства следующих утверждений о роли подлеска. Заполнить таблицу 2.

Таблица 2 – Роль подлеска в жизни леса

Роль подлеска	Примеры и доказательства
По составу и развитию подлеска часто можно судить о почвенно-климатических условиях местопроизрастания	
Подлесок содействует образованию мулля, улучшает структуру и богатство почвы	
Некоторые подлесочные породы являются азотсобирающими	
Подлесок предотвращает ветровую и водную эрозию почвы	
Подлесочные породы повышают или понижают устойчивость древостоев против пожаров	
Подлесок, влияя на лесную фауну, повышает или ухудшает устойчивость против вредителей	
Подлесок полезен в охотничьем хозяйстве	
Подлесок положительно или отрицательно влияет на лесовозобновление	

## Занятие 3

### Морфология леса

1 Определение лесоводственных признаков древостоя

2 Изучение основных лесоводственно-таксационных признаков древостоя

## Основные понятия по теме

Совокупность внешних признаков лесного фитоценоза составляет **морфологию леса**. Основные морфологические признаки: форма древостоя, состав насаждения, происхождение, сомкнутость, полнота, густота, возраст, бонитет, товарность, тип условий произрастания, тип леса.

*Происхождение* – признак, характеризующий способ размножения деревьев в насаждении. Древостои бывают семенного, вегетативного, смешанного, а также естественного и искусственного происхождения. Древостой, созданный посевом семян или посадкой специально выращенных молодых древесных растений, относят к искусственному, а древостой, образованный налетом семян или вегетативным путем, – к естественному происхождению.

*Форма древостоя* – признак, характеризующий вид сомкнутости крон в древостое. Горизонтальная сомкнутость – древостой простой или одноярусный; вертикальная – сложный, состоящий из двух и более ярусов.

Выделение ярусов в древостоях производится при следующих условиях: если полнота каждого яруса составляет не менее 0,3, а разница в средних высотах ярусов – не менее 20 %. При высоте от 4 до 8 м ярус выделяется, если его средняя высота составляет не менее 1/4 высоты верхнего яруса. Во всех остальных случаях нижний полог насаждения таксировается подростом.

*Состав* – признак смешения пород в древостое. По составу древостои делятся на чистые и смешанные. Если древостой состоит из одной породы или примесь другой породы не превышает 5 % общего запаса, он называется чистым. При наличии в составе древостоя нескольких (двух и более) пород он называется смешанным.

Породный состав устанавливается по процентному соотношению запасов составляющих древесных пород и записывается формулой. В формуле приводятся сокращенные обозначения древесных пород и доля участия каждой древесной породы в составе, выраженная в виде коэффициента (целого числа), каждая единица которого соответствует 10 % доли участия ее в общем запасе. Древесные породы, запас которых составляет до 5 % общего запаса насаждения (яруса), записываются в формулу состава со знаком «+», например, 10С+Б. Соотношение между долями участия древесных пород в составе насаждения по запасу и коэффициенту состава приведено в таблице 3.

Для основных лесообразующих древесных пород устанавливаются

следующие сокращенные обозначения: сосна – С, ель – Е, пихта – П, лиственница – Л, кедр – К, дуб – Д, бук – Бк, граб – Г, ясень – Я, клен – Кл, ильм – Ил, вяз – В, береза – Б, осина – Ос, ольха – Ол, липа – Лп.

Таблица 3 – Соотношение между долями участия в запасе и коэффициентом состава

Доля запаса породы от общего запаса яруса, %	Коэффициент состава яруса, единицы
6–15	1
16–25	2
26–35	3
36–45	4
46–55	5
56–65	6
66–75	7
76–85	8
86–95	9
96 и более	10

*Возраст* – признак, характеризующий относительный или абсолютный возраст древостоя.

Определить возраст деревьев в лесу можно визуально (рисунок 4).



1 – сосна с хорошо заметными мутовками; 2 – старое дерево с растрескавшейся корой и шапкообразной кроной; 3 – молодое дерево с гладкой корой и шпилевидной кроной

Рисунок 4 – Определение возраста дерева по мутовкам или по форме кроны

У хвойных пород возраст легко можно определить по мутовкам, прибавив 3 года, т. к. первая мутовка появляется в 3-летнем возрасте. Определить возраст можно по форме кроны, по коре.

В зависимости от темпов роста древесных пород в лесоводстве принято делить древостои на классы возраста.

*Класс возраста* – период времени, в течение которого древостой считается хозяйственно однородным. Продолжительность класса возраста для хвойных и твердолиственных древостоев семенного происхождения – 20 лет; для мягколиственных и твердолиственных порослевого происхождения – 10 лет (таблица 4) и для быстрорастущих древесных пород (тополь, ольха серая, ивы белая, ломкая и др.) и кустарниковых пород – 5 лет.

Таблица 4 – Распределение насаждений по классам возраста

Класс Возраста	Хвойные и твердолиственные семенного происхождения	Мягколиственные семенного и твердолиственные порослевого происхождения
I	1–20	1–10
II	21–40	11–20
III	41–60	21–30
IV	61–80	31–40
V	81–100	41–50
VI	101–120	51–60

Если возраст деревьев, которые слагают древостой, колеблется в пределах одного класса возраста, то такой древостой называют одно-возрастным, а если возраст выходит за пределы одного класса возраста – разновозрастным.

Древостои I класса возраста называются молодняками, II – жердняками, III – средневозрастными, IV – приспевающими, V и VI – спелыми, VII класса и выше – перестойными.

Средний возраст – возраст, выведенный пропорционально участию в запасе отдельных групп деревьев, входящих в состав насаждения. Определяется по формуле:

$$A = \frac{A_1G_1 + A_2G_2 + A_3G_3 + \dots + A_nG_n}{\sum G},$$

где  $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$  – возраст отдельных групп деревьев,  
 $G_1, G_2, G_3, G_n$  – запас отдельных групп деревьев.

*Бонитет* – показатель продуктивности древостоя, определяемый по средней высоте, возрасту и происхождению. Чем выше и моложе древостой, тем выше класс бонитета, продуктивнее лес. Бонитет определяется по таблице профессора М. М. Орлова по возрасту и средней высоте древостоя. Установлено пять основных классов бонитета: к I классу относятся древостои высшей продуктивности, к V – низшей. Иногда возникает необходимость выделять I<sup>a</sup> и I<sup>b</sup> классы бонитета – для наиболее высокопродуктивных древостоев и V<sup>a</sup> и V<sup>b</sup> – для самых низкопродуктивных.

*Полнота* – степень плотности стояния деревьев, определяемая отношением суммы площадей сечений древесных стволов на высоте 1,3 м к сумме площадей сечений (табличной) нормального древостоя того же класса возраста и той же высоты. Определяется по формуле:

$$P = \frac{\sum Gd}{\sum Gn},$$

где  $\sum Gd$  – сумма площадей поперечных сечений данного насаждения на 1 га,

$\sum Gn$  – сумма площадей поперечных сечений стандартного насаждения на 1 га.

Относительная полнота определяется для каждого яруса по породам. Полнота нормальных древостоев принимается за единицу, хотя в отдельных случаях (в перегущенных насаждениях) она может быть выше единицы; полнота изреженных древостоев выражается в десятых долях единицы. Древостои с полнотой 0,8 и выше считаются высокополнотными, 0,6–0,7 – среднеполнотными, 0,5–0,4 – низкополнотными. Участки с полнотами 0,3 и ниже теряют характер леса и называются *рединами* (начиная со средневозрастных насаждений).

*Сомкнутость* – в отличие от полноты определяется суммой площадей проекций крон деревьев, отнесенной к площади, занимаемой древостоем. В молодняках сомкнутость обычно выше полноты, в средневозрастных и приспевающих их показатели часто совпадают, в спелых и перестойных древостоях полнота выше сомкнутости.

*Густота* – понятие, очень близкое к понятиям «полнота» и «сомкнутость», но определяется количеством деревьев на 1 га лесной площади. Она изменяется с возрастом древостоя и связана с лесорастительными условиями. В I классе бонитета густота древостоя наименьшая, в V – наибольшая.

*Товарность* – экономическая категория качества древостоя, определяемая выходом деловой древесины или количеством деловых стволов. Установлено четыре класса товарности по доле участия деревьев, дающих деловую древесину.

*Тип леса* – участок леса (или совокупность участков), характеризующийся определенным типом лесорастительных условий, одинаковым составом древесных пород, количеством ярусов, живым напочвенным покровом, аналогичной фауной и требующий одних и тех же лесохозяйственных мероприятий при равных экономических условиях.

*Тип лесорастительных условий* – совокупность однородных лесорастительных условий на покрытых и не покрытых лесом участках. Лесорастительные условия – комплекс климатических, гидрологических и почвенных факторов, определяющих условия роста леса.

*Запас насаждения* – количество стволовой древесины в куб. метрах на единице площади (как правило, 1 га), имеющееся в данном древостое. В сложных (двух- или многоярусных) запас определяют по ярусам, в смешанных – по породам. Если запас разделить на возраст насаждения, то в итоге получится величина, называемая *средним приростом*.

## **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Каковы условия для выделения ярусов?
- 2 Чем полнота насаждения отличается от сомкнутости крон?
- 3 Что такое основной элемент леса?
- 4 Для чего необходимо определять класс товарности?

## **Лабораторная работа 1**

**Цель:** закрепить знания об основных лесоводственных признаках насаждения.

**Материалы и оборудование:** таблицы, рисунки, отрезки древесного ствола (у пня), возрастной бурав, мерная вилка, высотомер.

### **Ход работы**

1 Для участка березового леса, изображенного на рисунке 5, определите следующие признаки леса: а) происхождение; б) форму насаждения; в) состав; г) класс бонитета (средний возраст 60 лет, средняя



высота 20 м); д) класс возраста; е) полноту леса (визуально – по степени сомкнутости крон); сумму площадей поперечных сечений ( $\sum G$ ); ж) густоту леса (участок леса на рисунке 5 равен 0,02 га).

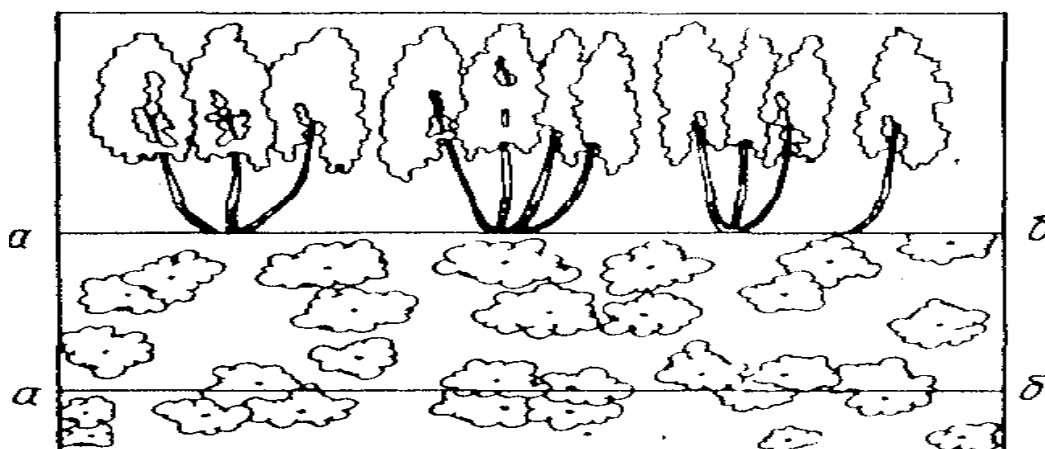


Рисунок 5 – Березовый лес (профиль и план)

2 Подсчитайте годовичные слои на предложенных древесных срезах и познакомьтесь с принципом действия возрастного буравчика.

3 Ознакомьтесь со стандартной таблицей для определения полноты и запасов. Выполнить несколько упражнений по нахождению этих признаков.

4 Заполните таблицу 5. Сделайте выводы.

Таблица 5 – Признаки возрастных периодов в жизни сосновых насаждений I класса бонитета

Признаки возрастных периодов жизни леса	Молодняк	Жердняк	Средне-возрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
Возраст древостоя, лет					
Высота, м					
Средний диаметр, см					
Общий запас на 1 га, м <sup>3</sup>					
Общий текущий прирост древесины на 1 га, м <sup>3</sup>					

5 Для участка леса, изображенного на рисунке 6, определите: а) происхождение; б) форму насаждения; в) состав; г) класс бонитета (средний возраст ели 1-го яруса 70 лет, березы – 60 лет, средняя высота ели 1-го яруса 19 м, березы 21 м; д) класс возраста; е) полноту леса (визуально – по степени сомкнутости крон); сумму площадей поперечных сечений ( $\sum G$ ); ж) густоту леса.

речных сечений ( $\sum G$ ); ж) густоту леса (участок леса на рисунке 6 равен 0,02 га).

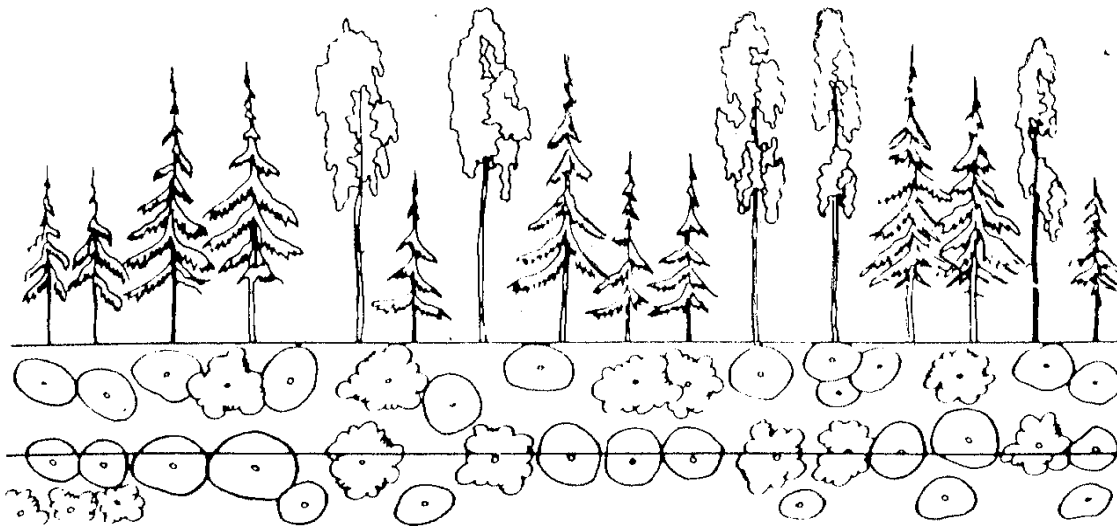


Рисунок 6 – Лесное насаждение (профиль и план)

6 Определите состав насаждения. Доля участия каждой породы в древостое определяется по суммированному объему (запасу) их стволов. Разберем варианты выражения состава яруса.

Примеры:

1) Насаждение с записью: I ярус – 7ДЗЯс, II ярус – 6Лп4Кл понимается так: насаждение сложное – в I ярусе 70 % древесного запаса приходится на дуб, 30 % – на ясень, II ярус на 60 % состоит из липы и на 40 % – из клена.

2) 10С+Б – в чистом сосновом насаждении имеется примесь березы, т.е. ее менее 5 % по запасу. Если примесь в пределах от 5 до 10 %, то ее округляют до 10 %, т. е. до целой единицы в составе. Формула будет иметь вид – 9С1Б.

3) 10Еед.Ос – в чистом еловом насаждении единично (менее 2 % запаса) встречается осина.

Состав молодняков определяют пропорционально числу стволиков каждой породы.

Напишите формулы состава древостоев:

а) чистый сосновый древостой; б) С – 98 %, Б – 2 %; в) Е – 76 %, С – 20 %, Ос – 3 %, Б – 1 %; г) Д – 60 %, Яс – 30 %, К – 6 %, Лп – 3 %, Г – 1 %.

Определите формулы состава древостоев: а) 5С3Е2Ос (общий запас 200 м<sup>3</sup>) – после вырубki всей осины; б) 5С5Б – после вырубki березы в размере 25 % запаса древостоя.

7 Приведите примеры смешанных, но простых сосново-еловых или березово-осиновых древостоев с равной долей участия этих пород, укажите возраст, среднюю высоту (Н) для каждой породы, бонитет.

8 Приведите примеры чистых, но сложных древостоев из ели, пихты и бука. Укажите класс бонитета, возраст и среднюю высоту ярусов.

9 Определите главную и преобладающую породы в насаждениях с составом 4С5Б1Ос; 4Е4Б3Ос; 4Д5С1Б; 3Е4Б3Ос.

10 Определите классы бонитета следующих древостоев: а) еловый древостой, средняя высота 20 м, возраст 55 лет; б) семенной дубовый древостой, возраст 80 лет, средняя высота 20 м; в) порослевой дубовый древостой, возраст 36 лет, средняя высота 12 м; г) порослевой осиновый древостой, возраст 50 лет, средняя высота 24 м.

11 Средняя высота соснового древостоя 30 м, запас – 400 м<sup>3</sup> на 1 га. К какому ярусу в этом древостое относятся деревья ели высотой 20, 12 м, если их запасы соответственно 150 и 60 м<sup>3</sup>?

12 Определите полноту семенного дубового древостоя I класса бонитета, если площадь сечения его стволов в переводе на 1 га составляет: а) в возрасте 50 лет – 20 м<sup>2</sup>; б) в возрасте 100 лет – 32 м<sup>2</sup>.

13 Определите класс товарности древостоев: а) если выход деловой древесины хвойных пород составляет 80 % запаса древостоя; б) если выход деловой древесины лиственных пород составляет 50 % запаса древостоя; в) если число деловых деревьев хвойных пород составляет 75 % общего числа стволов.

14 Определите густоту елового древостоя III класса бонитета в возрасте 40 лет, если число стволов I–III класса роста на пробной площади 0,25 га составляет 750 шт.

15 Определите запас следующих насаждений: а) березового насаждения при высоте 20 м и полноте 0,7; б) соснового насаждения при высоте 28 м и полноте 0,8.

16 Установите признаки древостоя с точки зрения их состава (чистые, смешанные) и возраста (одновозрастные, разновозрастные, класс возраста):

а) 10Е, 80–100 лет; б) 6С4Е, 100–115 лет; в) 4С(70)4Е(50)2Б(60); г) 10С, 15 лет; д) 5Д3Е2Ос, III и IV классы возраста; е) 10С, 130 лет.

## Лабораторная работа 2

**Цель:** ознакомиться и научиться определять основные признаки древостоя: происхождение, форму, состав, возраст, бонитет, полноту, сомкнутость, товарность.

**Материалы и оборудование:** калькулятор, бонитировочная шкала М. М. Орлова, справочник таксатора.

### Ход работы

1 По данным таблицы 6 определите: состав, средний возраст для насаждения, класс возраста пород, полноту, класс бонитета, среднюю высоту и средний диаметр, класс товарности, запас насаждения.

Таблица 6 – Характеристика древостоев

Вариант	Порода	Происхождение	Возраст, лет	Количество деревьев, шт./га		Средние		Запас, м <sup>3</sup> /га
				деловых	дровяных	высота, м	диаметр, см	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Д	сем.	80	220	8	25,5	30,3	196
	Я	сем.	80	80	3	24,9	25,7	80
	Кл	сем.	80	90	5	25,3	26,0	60
	Ос	вегет.	70	60	2	24,8	25,5	37
	Олч	вегет.	70	50	1	24,6	26,0	31
2	С	сем.	40	900	10	16,3	16,5	162
	Б	сем.	40	200	-	16,5	17,0	23
	Ос	сем.	40	200	5	16,0	16,0	32
	Е	сем.	30	900	-	6,3	6,0	10
	Г	сем.	30	400	-	6,0	6,0	4
3	Д	сем.	60	390	5	22,0	24,0	190
	Я	сем.	60	60	1	22,1	13,7	25
	Ос	вегет.	55	90	2	21,8	22,0	31
	Б	сем.	55	80	1	22,0	21,5	29
	Олч	вегет.	60	40	1	22,0	21,3	10
4	С	сем.	50	720	35	17,3	17,6	160
	Е	сем.	30	600	40	6,3	5,9	10
	Б	сем.	50	120	19	17,0	17,5	25
	Ос	вегет.	50	180	10	17,1	17,0	30
	Олч	вегет.	50	180	15	16,8	17,0	36

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Е	сем.	70	920	5	16,4	16,2	150
	С	сем.	70	230	1	16,7	17,2	45
	Ос	вегет.	60	180	5	16,3	17,0	34
	Б	вегет.	70	180	5	16,3	17,0	34
	Я	вегет.	70	50	-	16,3	16,4	8
6	Д	сем.	50	500	8	19,6	18,5	128
	Е	сем.	50	300	5	19,5	17,6	62
	Ос	вегет.	50	100	3	19,4	18,0	29
	Б	вегет.	50	100	-	19,5	18,0	27
	Г	вегет.	30	600	-	13,8	11,0	21
7	С	сем.	50	600	17	19,5	20,2	190
	Д	сем.	50	130	2	18,6	20,3	38
	Г	сем.	40	180	5	10,3	11,1	10
	Б	сем.	50	200	10	19,0	20,1	57
	Ос	вегет.	50	100	6	19,6	19,8	30
8	Е	сем.	80	930	10	18,6	19,0	246
	С	сем.	80	100	-	18,5	19,3	27
	Б	сем.	75	100	-	19,0	18,8	24
	Ос	вегет.	75	100	40	19,0	19,0	36
	Е	сем.	40	300	-	8,2	8,0	7

## Тема 2

### Радиационный режим и лес

1 Влияние солнечной радиации на жизнедеятельность лесных насаждений

2 Отношение древесных пород к свету различными методами и составление шкалы по степени уменьшения светолюбия древесных пород

#### Основные понятия по теме

Энергия, излучаемая Солнцем, или солнечная радиация, является исходным климатообразующим началом, обуславливающим характер климата и его элементов. Лучистая энергия Солнца на Земле превращается в тепловую. Свет и тепло от Солнца обуславливают жизнь на Земле.

Свет влияет на **формирование ствола и кроны деревьев**. Если свет падает на молодые деревца с одной стороны, их стволики развиваются в сторону света. Это ведет к неравномерному развитию кроны, способствует образованию эксцентричного ствола, снижающего технические качества древесины. При большом доступе света к стволам деревьев очищение от сучьев происходит медленнее. В лесном хозяйстве для выращивания насаждений с прямыми и полнодревесными стволами создается равномерное боковое отенение деревьев главных пород путем введения подгона.

Улучшение световых условий деревьев может вызвать увеличение **прироста**, но возможно и обратное действие, например, при внезапном выставлении на простор теневыносливых пород, таких как ель или пихта.

Свет, влияя на развитие крон деревьев, воздействует и на их **плодоношение**. Деревья, хорошо освещаемые, с хорошо развитой кроной плодоносят лучше, чем затененные деревья со слаборазвитыми кронами. Угнетенные деревья практически не плодоносят.

В пределах одного дерева в разных частях кроны плодоношение может быть неодинаковым. Плодоносят освещенные части крон. У ели – восточная и юго-восточная части кроны дают большее количество семян и качество их лучше. По данным Капера, отрицательно сказывается на плодоношении сильное освещение верхним светом.

Так, у наиболее высоких деревьев максимальное количество шишек образуется в средней части крон.

От степени освещенности под пологом леса зависит и успешность **естественного возобновления древесных пород**. Большинство теневыносливых пород (ель, бук, пихта и др.) превосходно возобновляются при наличии бокового или сквозного освещения; для большинства же светолюбивых пород необходимо верхнее освещение или сочетание его с боковым и сквозным. Сильно затененный подрост древесных пород от преобладающего бокового освещения приобретает зонтикообразную форму, так как в этом случае развиваются главным образом боковые побеги.

Отношение той или иной породы к свету, степень ее теневыносливости имеют большое значение для лесоводства. На этом основании еще в начале прошлого столетия составлялись экологические шкалы отношения древесных пород к свету. В лесоводстве за его многолетнюю историю накопилось много различных признаков и **методов** для распознавания светолюбивых и теневыносливых пород, определения степени **светопотребности** и теневыносливости. Все многообразие их сводится к следующему: внешние признаки светолюбия древесных пород, основанные преимущественно на визуальных наблюдениях; методы, основанные на линейных, объемных и весовых измерениях растений; анатомические; фотометрические; физиологические методы.

Солнечный свет, попадая на поверхность лесного полога, частично отражается, частично поглощается деревьями и другими растениями, часть его через просветы в пологе проникает в глубь лесного сообщества и доходит до почвы. Лес оказывает влияние на поступающую радиацию, которая под его пологом не только ослабляется, но и меняет свой спектральный состав. Суммарная радиация и соотношение ее составных частей в виде прямой и рассеянной радиации, будут заметно отличаться в глубине леса, на опушке, на просеке, прогалине или вырубке. Взаимодействие леса и солнечной радиации зависит от состава, формы, бонитета, возраста насаждений и степени их сомкнутости.

Радиационный баланс в лесу выше радиационного баланса лугов, полей, болот. Это связано с тем, что лес больше поглощает и меньше отражает солнечной энергии, температура поверхности растений в лесу ниже, чем на открытом месте, что приводит к пониженному излучению тепла лесом. Большим поглощением лесом солнечной

радиации объясняется и более высокое потребление лесом влаги по сравнению с другими видами покрова.

В процессе эволюции растения, произрастающие в нижних ярусах леса, приспособились к условиям ограниченного доступа света и могут считаться менее требовательными к нему по сравнению с растениями, не способными произрастать в условиях недостатка освещенности. Типичным примером для наших лесов являются фитоценозы, представленные в верхнем ярусе березой или сосной, во втором – елью с обильным напочвенным покровом из кислицы.

Светолюбивые древесные породы отрицательно реагируют на затенение. К типичным светолюбивым породам относятся: лиственница, береза, сосна обыкновенная, осина, белая акация.

Теневыносливые древесные породы обладают способностью сохранять относительно высокую активность фотосинтеза при затенении. К теневыносливым породам относятся: тис, пихта, самшит, бук, ель, липа.

Внешние признаки светолюбия древесных пород:

- *плотность и сквозистость крон* – древесные породы со сквозистыми кронами более светолюбивы, чем с плотными кронами;
- *протяженность крон* – породы со значительной протяженностью крон являются теневыносливыми;
- *толщина коры* – теневыносливые породы имеют тонкую кору, светолюбивые более толстую;
- *быстрота роста в первую половину жизни* – светолюбивые породы растут обычно быстрее, чем, обладающие медленным ростом, теневыносливые;
- *быстрота очищения стволов от сучьев* – очищение стволов от сучьев идет быстрее у светолюбивых пород;
- *быстрота естественного изреживания* – естественное изреживание с возрастом в насаждениях из светолюбивых пород идет быстрее, чем из теневыносливых;
- *степень успешности и продолжительности выживания подростов под пологом густого древостоя* – подрост светолюбивых пород быстро погибает в затенении, подрост теневыносливых существует длительное время, хотя и в угнетенном состоянии;
- *степень освещенности почвы под пологом древостоя* – у светолюбивых освещенность под пологом выше, чем у теневыносливых;
- *густота облиствения* – чем гуще крона у данной породы, тем теневыносливость ее больше, поскольку листья способны выносить



сильное взаимное затенение лишь у густокронных, теневыносливых пород.

Быстрорастущие породы, как правило, светолюбивы.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Каково значение света в жизни леса?
- 2 Назовите важнейшие признаки светолюбия древесных пород.
- 3 В каких случаях свет является лимитирующим экологическим фактором?
- 4 Когда и где светолюбивые породы становятся теневыносливыми и наоборот?
- 5 Чем объясняется угнетенность подроста под пологом древостоев?
- 6 Перечислите возможные способы количественной оценки степени светолюбия и назовите погрешности каждого из них.
- 7 Дайте примеры компенсации нехватки света другими экологическими факторами.
- 8 Может ли избыток света тормозить рост?
- 9 Какие лучи видимой части спектра наиболее важны для процесса фотосинтеза?
- 10 Может ли изменяться теневыносливость с возрастом деревьев?
- 11 Укажите уровень светового довольствия для основных лесобразующих пород.

### **Лабораторная работа**

**Цель:** ознакомиться с влиянием солнечной радиации на жизнедеятельность лесных насаждений, влиянием света на формирование древостоев; рассмотреть шкалы и классификации отношений древесных пород к свету.

**Материалы и оборудование:** рисунки, фотографии, плакаты, чертежные принадлежности, шкалы и классификации отношений древесных пород к свету.

### **Ход работы**

- 1 Сопоставьте в таблице 7 показатели подроста, выросшего на свободе и под сомкнутым пологом. Дать описание вероятных причин расхождения признаков.

Таблица 7 – Показатели подроста, выросшего на свободе и под сомкнутым пологом

Порода	Возраст, лет	Форма	Диаметр, см	Высота, см	Прирост за последний год, см
Бук	$\frac{5}{6}$	Нормальная перообразная	$\frac{0,7}{0,5}$	$\frac{62}{30}$	$\frac{21}{8}$

2 По данным таблицы 8 рассчитайте процентное соотношение приходных и расходных статей теплового баланса и укажите, на какие процессы лес расходует больше тепла, чем луг и почему? Результаты представить по форме таблицы 9.

Радиационный (тепловой) баланс леса вычисляется по формуле:

$$Q = E + P + B,$$

где  $Q$  – суммарная радиация, кДж/см<sup>2</sup>\*мес.;

$E$  – расход энергии на транспирацию влаги древостоем, подлеском и живым напочвенным покровом, на испарение осадков, задержанных кронами и стволами деревьев, подлеском и живым напочвенным покровом, на испарение влаги подстилкой и почвой;

$P$  – расход энергии на турбулентный обмен;

$B$  – расход энергии на аккумуляцию тепла всеми лесными растениями, лесной подстилкой и почвой.

Таблица 8 – Радиационный баланс в лесу и на лугу, кДж/см<sup>2</sup>\*мес.

Вариант	Приход		Расход					
			E		P		B	
	Лес	Луг	Лес	Луг	Лес	Луг	Лес	Луг
1	38,34	28,87	29,08	17,35	7,75	9,22	1,51	2,30
2	37,75	28,49	28,83	17,18	7,54	9,13	1,38	2,18
3	41,90	31,01	31,59	21,79	9,55	8,80	0,76	0,42
4	46,97	38,17	29,37	24,55	16,34	11,94	1,26	1,68
5	44,87	31,47	25,18	21,29	16,76	8,17	2,93	2,01
6	37,79	28,28	28,87	17,22	7,54	8,88	1,38	2,18
7	41,94	31,05	31,63	21,83	9,55	8,80	0,76	0,42
8	46,97	38,13	29,37	24,51	16,34	11,94	1,26	1,68
9	44,79	31,38	25,10	21,20	16,76	8,17	2,93	2,01
10	37,71	28,45	28,79	17,14	7,54	9,13	1,38	2,18

Таблица 9 – Форма записи расчетов по тепловому балансу  
(числитель – кДж/см<sup>2</sup>\*мес., знаменатель – %)

Биогеоценоз	Приходная часть	Расходная часть		
	Q	E	P	B
Лес				
Луг				

3 Признаки, характерные для светолюбивых и теневыносливых пород: густая темно-зеленая крона; под пологом имеется зеленый травяной покров; стволы хорошо очищены от нижних ветвей; подрост в затенении погибает; древостой изреживается интенсивно; кора толстая, трещиноватая; крона ажурная; нижние ветви хорошо сохраняются; под кронами деревьев нет зеленых трав; в затенении подрост существует долго, хотя и в угнетенном состоянии; кора тонкая, слабо трещиноватая; относительная высота меньше; палисадная ткань листьев хорошо развита. Расположить указанные признаки в виде таблицы 10.

Таблица 10 – Морфологические признаки светолюбивых и теневыносливых древесных пород

Признаки светолюбивых пород	Признаки теневыносливых пород

4 Определите относительное световое довольствие и составьте шкалу светолюбия древесных пород (таблица 11).

Таблица 11 – Определение уровня светопотребности по методу И. Визнера

Порода	Освещенность, тыс. люкс		Относительное световое довольствие, %
	над кроной	в обезлиственной части кроны	
Сосна обыкновенная	46	5,1	
Дуб черешчатый	26	1,1	
Ель европейская	22	0,7	
Осина	47	4,3	
Лиственница европейская	42	8,5	
Липа мелколистная	35	0,9	
Береза повислая	28	3,2	
Пихта сибирская	22	0,6	
Тисс	30	0,3	
Бук	26	0,4	
Граб обыкновенный	33	0,6	

5 Покажите на рисунке 7 верхнее, боковое, сквозное и нижнее освещение.

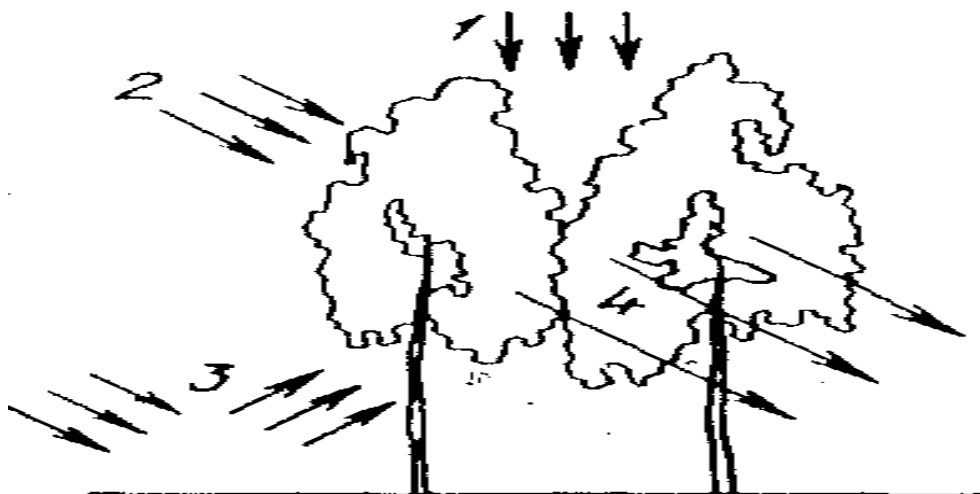


Рисунок 7 – Виды освещения в лесу

6 Постройте график зависимости освещенности под пологом древостоя от его возраста по следующим данным (таблица 12).

Как изменяется освещение под пологом древостоя с изменением его возраста и в каком возрасте под его пологом наблюдается минимальное освещение? Какие древесные породы могут успешно расти под пологом древостоя?

Таблица 12 – Изменение относительного освещения под пологом древостоя

Возраст, лет	% от освещения открытого места									
	20	14	17	13	15	15	16	16	15	16
30	12	13	10	11	17	17	11	10	11	19
40	13	14	12	12	11	12	13	13	13	12
50	15	15	14	14	12	14	15	15	17	14
60	17	20	16	16	16	17	16	17	18	15
70	20	21	19	19	18	18	20	20	19	16
80	25	24	24	24	19	18	26	25	25	26
90	27	26	26	26	26	26	28	27	26	26
100	28	29	27	27	28	27	29	28	26	28
110	28	28	28	28	27	26	28	29	27	27
120	28	28	27	27	30	28	29	28	27	28

8 Определите светопотребность различных древесных пород (таблица 13).

Таблица 13 – Определение светопотребности по методу М. К. Турского

Порода	Масса годового прироста 100 саженцев при освещенности, г		Уменьшение прироста, %
	100%	50%	
Осина	304	193	
Сосна	165	103	
Береза	234	141	
Пихта сибирская	58	56	
Лиственница	75	28	
Липа	234	203	
Ель	123	116	
Дуб	370	238	
Бук	400	385	
Клен татарский	99	81	
Ясень зеленый	216	148	

## Тема 3

### Лес и тепло

- 1 Оценка теплового режима леса
- 2 Оценка отрицательного влияния на деревья крайне низких и крайне высоких температур
- 3 Составление ряда распределения древесных пород по степени теплолюбия

#### Основные понятия по теме

Все породы по требовательности к теплу разделяются в основном на две группы: теплолюбивые и холодостойкие.

Объективным показателем степени теплолюбия древесной породы является область ее естественного распространения (ареал). На этом основании Г. Ф. Морозов установил следующую шкалу (начиная от теплолюбивых пород и кончая зимостойкими): каштан, дуб, ясень, ильмовые, граб, сосна приморская, сосна австрийская, сосна обыкновенная, рябина, ольха, береза, пихта, ель, кедр, лиственница.

П. С. Погребняк составил шкалу требовательности к теплу с учетом географического распространения древесных пород, минимальных термохор, сроков распускания и окончания вегетации. Он выделил 4 группы пород: очень теплолюбивые (эвкалипты, приморская сосна, пробковый дуб, кипарисы и др.), теплолюбивые (съедобный каштан, айлант, восточный платан, грецкий орех и др.), среднетребовательные (черешчатый поздний дуб, граб, клены, ильм, вяз, ясень, горный (скальный) дуб и др.) и малотребовательные (осина, бальзамический тополь, серая ольха, береза, рябина, ель и др.) к теплу. Названия были установлены применительно к условиям центральной лесостепи европейской части СССР.

Понятия теплолюбие и холодостойкость древесных пород не всегда точно отражают сущность явлений. В некоторых классификациях осину относят к наиболее холодостойким (или даже исключительно холодостойким) породам. В действительности же наблюдается заметная убыль осины, например, по сравнению с березой, в составе древостоев при продвижении к северу. При этом осина приурочивается к лучше прогреваемым почвам. В тайге почти ежегодно наблюдается весеннее обмерзание побегов осины. В шкале Г. Ф. Морозова ель значится в числе самых холодостойких пород (после лиственницы и кедр-

ра сибирского). В географическом понимании это верно – ель идет далеко на север. Однако в лесоводственной практике часто труднее обеспечить в таежных условиях возобновление ели из-за большей подверженности ее заморозкам, чем сосны, хотя сосна в шкале Г. Ф. Морозова намного теплолюбивее ели.

Следует различать два понятия холодостойкости:

- в географическом, или общеклиматическом, смысле (в смысле географического ареала древесной породы);

- в смысле реакции древесной породы на низкие температуры в пределах ареала, сопоставления ее холодостойкости с другими породами в границах общего ареала.

Эти понятия могут совпадать, например, лиственницы (даурская, сибирская, Сукачева) являются холодостойкими и в том и в другом смысле. Лиственница даурская, например, растет в зоне многолетне-мерзлой почвы и при возобновлении не страдает от резкой перемены температур. Но в отношении ели такого совпадения нет: ель – порода холодного климата, в ряде мест составляющая северную границу леса, но боящаяся заморозков значительно больше, чем сосна. Поэтому считать ее холодостойкой, например, в лесокультурной практике нельзя.

Многие тропические растения гибнут при температуре  $1,5^{\circ}\text{C}$  (бывают случаи, что даже и при  $3,7^{\circ}\text{C}$ ), в то время как растения арктических стран выдерживают холода до  $-60^{\circ}\text{C}$ . В наших широтах чаще губительными для лесных древесных пород бывают не зимние 30-градусные морозы, хотя и они в известных условиях могут принести большой вред, а весенние заморозки, особенно при понижении температуры воздуха на  $1-5^{\circ}\text{C}$  ниже нуля, или несколько более (в зависимости от породы). Особенно опасен быстрый переход от холода к теплу и обратно. В лесоводстве различают: *поздние*, или весенние, заморозки и *ранние*, или осенние.

Заморозки вызывают:

- обмерзание цветов, завязи, побегов;
- выжимание растений из почвы – на тяжелых переувлажненных почвах;
- морозобойные трещины – от переохлаждения наружных частей ствола.

Внезапное наступление заморозков весной, когда растения уже тронулись в рост, наиболее губительно для них, т. к. повреждают тронувшиеся в рост, но неокрепшие еще побеги, листву, хвою (на-

пример, бука, осины, ели). Они наносят повреждения древесным растениям при их цветении, что сказывается на урожае семян.

Неожиданное наступление заморозков в начале осени приводит к побиванию неодревесневших побегов, особенно порослевых. К заморозкам очень чувствительны ясень, бук, пихта, ель, устойчивы – ольха, береза, рябина, сосна, лиственница.

Выжимание морозом из почвы молодых древесных растений (всходов, самосева, сеянцев) чаще всего бывает на сырых и тяжелых почвах. Сущность явления заключается в том, что вода при замерзании увеличивается в объеме, а вместе с ней и почва принимает больший объем, поднимаясь с находящимися в ней корнями саженцев. При оттаивании почва оседает до прежнего уровня, а растение с корнем остается на поверхности. Молодые сеянцы сосны, ели, пихты легко выжимаются из почвы ранними осенними заморозками. Весной после оттаивания почвы они обветриваются и засыхают под действием солнечных лучей. При выжимании (при глубокой корневой системе) отмечаются иногда и разрывы корней.

Довольно часто встречаются продольные (морозобойные) трещины. Это явление – результат резкого снижения температуры приземного слоя воздуха. Древесина дерева вследствие малой теплопроводности сжимается внутри медленнее, чем снаружи, и происходит разрыв вдоль наружной части ствола. Морозобойные трещины чаще всего бывают у деревьев с мало эластичной корой (дуб, ясень, бук, ильмовые). Технические качества такой древесины снижаются, в трещинах поселяются вредные насекомые, попадают споры грибов-дереворазрушителей. Морозобою подвержены многие хвойные и лиственные породы. Сильно повреждаются морозобоем деревья дуба, произрастающие в поймах рек. Морозобойные трещины зарастают, но они и возобновляются при повторном действии мороза.

В малоснежные зимы при длительных суровых морозах (до - 40 °С) хвоя у взрослых деревьев ели краснеет, а затем осыпается. Если деревья ели теряют около 60 % хвои, они погибают. Вследствие промерзания почвы зимой у хвойных пород может затрудняться транспирация. Реакция древесных пород на зимние морозы зависит также от предшествующего вегетационного периода. Бездождный и сухой период, особенно на юге, может так ослабить древесные растения, что низкие температуры зимы оказываются для них губительными (усыхание ели и дуба, березы).

Другую опасность для леса представляют *крайне высокие* температуры воздуха, которые приводят к двум распространенным повреж-



дениям: ожогу коры и опалу корневой шейки. В результате действия высокой температуры у взрослых деревьев наблюдается *ожог коры*, при котором камбий погибает и кора отслаивается от ствола. Ожог чаще всего наблюдается у древесных пород с тонкой, гладкой, темноцветной корой (пихта, бук, ель, граб, ясень и др.). *Опал шейки корня* происходит при высокой температуре (50–60 °С) поверхности почвы. Камбий в месте соприкосновения шейки корня с перегретой почвой отмирает. От опала часто страдают недревесневшие всходы в питомниках и однолетние сеянцы, особенно хвойных пород на песках и черноземах.

Растения, не страдающие от вымерзания и благоприятно переносящие неблагоприятные условия зимы, называют *зимостойкими*, а хорошо переносящие действие низких температур – *морозостойкими*.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Как регулируется тепловой режим воздуха и почвы?
- 2 Какие бывают заморозки и что их вызывает?
- 3 Какие отрицательные последствия для леса могут иметь: летняя засуха, сильное повышение температуры в конце лета?
- 4 На каких почвах и при каком напочвенном покрове больше опасность выжимания льдом?
- 5 Какими показателями оценивается тепловой режим леса?
- 6 Что понимают под вегетационным периодом?

### **Лабораторная работа**

**Цель:** ознакомиться с влиянием тепла на жизнедеятельность лесных насаждений; дать оценку отрицательного влияния на деревья крайне низких и крайне высоких температур.

**Материалы и оборудование:** рисунки, фотографии, плакаты, чертежные принадлежности, диапроектор, калькулятор.

### **Ход работы**

- 1 Опишите повреждения леса вследствие крайних температур по форме таблицы 14. Дайте рекомендации по защитным мероприятиям.

Таблица 14 – Повреждения деревьев в лесу

Вид повреждений	Какие породы повреждаются	Причина повреждения	Защитные мероприятия
Ожог коры			
Опал шейки			
Морозобойная трещина			
Выжимание сеянцев			
Побивание побегов			
Ожог листьев (хвои)			
Торчки			

2 Объясните различие в толщине снежного покрова на участках хвойного и лиственного леса, как это влияет на промерзание почвы в этих насаждениях. Приведите пример, когда почва в лесу может промерзнуть глубже, чем в поле.

3 По данным таблицы 15 вычертите графики отличий среднемесячных температур воздуха в течение года под пологом трех древостоев по сравнению с температурой воздуха открытого пространства, принятой при построении кривых за нулевое значение. Масштаб по оси абсцисс: 1 см = 1 мес., по оси ординат: 1 см = 0,1 °С.

Таблица 15 – Различие температуры воздуха под пологом древостоя и на открытом месте, °С

Месяц	Древостой			Месяц	Древостой		
	буковый	сосновый	еловый		буковый	сосновый	Еловый
I	0,10	0,15	0,30	VII	-0,50	-0,20	-0,30
II	0,0	0,0	0,05	VIII	-0,35	-0,20	-0,25
III	0,15	0,0	0,10	IX	-0,30	-0,10	-0,25
IV	0,10	0,10	0,15	X	-0,05	-0,05	-0,05
V	-0,10	-0,10	-0,20	XI	-0,05	0,0	0,10
VI	-0,40	-0,20	-0,20	XII	0,10	0,15	0,20

Сделайте анализ различий средних температур воздуха в каждом древостое и укажите, под пологом какого древостоя летом наиболее низкая температура, а зимой – наиболее высокая.

4 Составьте ряд распределения древесных пород по степени теплолюбия, начиная с самой теплолюбивой породы, на основании фенологических наблюдений, приведенных в таблице 16.

Таблица 16 – Сроки наступления фенофаз у основных лесообразующих древесных пород

Древесная порода	Набухание почек	Распускание листьев	Опадение листьев (хвой)
Береза повислая	1.04	12.05	30.09
Сосна обыкновенная	25.04	5.06	-
Осина	24.04	19.05	19.09
Ель европейская	28.04	24.05	-
Лиственница сибирская	23.04	4.05	3.10
Липа мелколистная	26.04	19.05	18.09
Дуб черешчатый	2.05	6.06	17.09

## **Тема 4**

### **Атмосферный воздух и лес**

#### **Занятие 1**

##### **Влияние ветра в жизни леса**

- 1 Ознакомление с влиянием ветра в жизни леса
- 2 Вычисление средней скорости ветра, построение графика вертикального распределения скорости ветра в лесу, определение характера влияния леса на движение ветра по вертикали
- 3 Расчет скорости ветра в процентах на разном расстоянии от опушки

#### **Основные понятия по теме**

Роль ветра в жизни леса сложна и многогранна, а в зависимости от скорости может быть положительной и отрицательной. При скорости ветра до 2–3 м/сек повышается эффективность фотосинтеза, и при обильном снабжении влагой ассимиляция углерода увеличивается в 4–5 раз. Ветра, дующие с большей силой, увеличивают интенсивность транспирации листьев и хвои, что может вызвать усыхание ассимиляционного аппарата. В зимнее время ветер освобождает кроны деревьев от снежного покрова, повышая тем самым их ветроустойчивость. Ветра способствуют опылению древесных пород, распространению их семян, выполняя при этом роль сеятеля леса.

Однако ветер отрицательно влияет на форму ствола (увеличивает его сбежистость и эксцентричность), а также на высоту деревьев, снижая в целом продуктивность насаждений. Продолжительное действие ветра в одном направлении ухудшает форму крон деревьев. Ветер обламывает ветви и сучья, обрывает плоды и листья. В зависимости от силы ветра происходит межкронное и внутрикронное охлестывание деревьев различной степени. Сильные ветра увеличивают испарение влаги с поверхности почвы и при возникновении лесных пожаров повышают их интенсивность, способствуя переходу низовых пожаров в верховые.

Ветры силой в 6 баллов и выше по шкале Бефорта причиняют лесу огромный вред, вызывая ветровалы и буреломы на больших площадях. Иногда ветер может выступать как фактор, ограничивающий

распространение леса. В таком случае говорят о *лесной анемохоре* – границе леса, определяемой ветровыми условиями.

*Влияние леса на ветер.* Обратное влияние леса на ветер также велико. При движении в сторону леса скорость ветра на расстоянии около 60 м от опушки ослабевает примерно на 20–60 %, кроме того, наблюдается сильный ток воздуха вверх. Глубина внедрения ветрового потока в лес во многом зависит от ветроупорной опушки, повышающей устойчивость даже таких ветровальных пород, как ель. *Ветроупорная опушка* – полоса леса, предназначенная для защиты леса от ветровала. Закладывается преимущественно из лиственных древесных пород с глубокой корневой системой, способных развивать мощную крону.

Врываясь в насаждение, ветер постепенно теряет свою силу, расходуя ее на трение воздуха о стволы и ветви, а также на раскачивание стволов, ветвей, листьев. Затухание скорости ветра в лесу зависит от древесной породы, полноты, высоты, формы древостоя, степени облиствения деревьев. Максимальная скорость ветра в лесу наблюдается над кронами деревьев, ближе к кронам она уменьшается, внутри крон затухает и у поверхности почвы приближается к нулю. За лесным массивом скорость ветра восстанавливается до первоначальной на расстоянии от 5- до 15-кратной (в среднем 10-кратной) высоты древостоя.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Что такое ветер?
- 2 Приведите примеры физиологического и физического действия ветра на древесную растительность.
- 3 Каково положительное и отрицательное влияние ветра на лес?
- 4 Какое влияние ветер оказывает на корневую систему деревьев и на воздушный режим почвы?
- 5 Назовите древесные породы, устойчивые к воздействию ветра, и объясните причины их устойчивости.
- 6 Назовите наиболее ветровальные и буреломные древесные породы.
- 7 Как влияют условия местопроизрастания на ветроустойчивость древесных пород? Приведите примеры.
- 8 Что такое ветроупорная опушка и как она образуется?
- 9 Что такое полезащитные лесные полосы и для каких целей они создаются? Каково хозяйственное значение полезащитных и защитных лесных полос?

## Лабораторная работа

**Цель:** ознакомиться с влиянием, которое оказывает ветер на древесной; дать оценку влияния леса на изменение ветрового режима.

**Материалы и оборудование:** рисунки, анемометр, чертежные принадлежности, диапроектор.

### Ход работы

1 Ознакомьтесь с устройством и принципом действия анемометра.

2 Заполните таблицу 17. Вставить пропущенные слова: семена, фотосинтез, опыление, транспирация, сосна, лещина, ель, лиственница, дуб, граб, тополь, осина, бук, ольха, клен, береза, ясень, ильмовые. В правой колонке напишите, почему ветер влияет положительно на лес.

Таблица 17 – Положительное влияние ветра

Влияние ветра	Почему, каким образом?
Способствует увеличению ....	
Усиливает .... растений	
Помогает .... цветков .... и других деревьев и кустарников	
Ветер распространяет ..... древесных пород	

3 Заполните таблицу 18. В первую колонку впишите слова: ветровал, бурелом, охлестывание деревьев, эксцентричность ствола, флагообразность кроны, механические повреждения, снижение прироста, усыхание листьев и хвои, суховеи, черная буря. Во второй колонке укажите силу ветра, его направление и температуру. В третьей колонке укажите, какие породы чаще повреждаются, в чем состоит вред (повреждение).

Таблица 18 – Отрицательное влияние ветра на лес

Влияние ветра	Причина вредного действия	Характер вреда (повреждения)

4 Рассчитайте скорость ветра в процентах на разном расстоянии от опушки (таблица 19).

Ветер дует перпендикулярно стене леса. Скорость ветра на открытом месте 6,8 м/с. По полученным данным постройте график. Определить скорость ветра с наветренной и подветренной сторон (в процентах от его скорости на открытом месте) на расстояниях, равных 5, 10, 20 и 30-кратным высотам древостоя (средняя высота древостоя 22 м). Сделайте выводы.

Таблица 19 – Скорость ветра на разном расстоянии от опушки

Расстояние от опушки, м	Скорость ветра с наветренной стороны		Скорость ветра с подветренной стороны	
	м/с	%	м/с	%
0	2,7		0,2	
50	3,5		1,8	
100	4,8		2,0	
200	5,6		2,9	
300	6,8		4,2	
400	6,8		5,1	
500	6,8		6,3	
600	6,8		6,6	
700	6,8		6,8	

5 Вычислите среднюю скорость ветра, постройте график вертикального распределения скорости ветра в лесу, определите характер влияния леса на движение ветра по вертикали. Заполните таблицу 20.

Таблица 20 – Определение средней скорости ветра, м/сек

Местонахождение анемометра	Высота расположения анемометра, м	Средняя скорость ветра, % от скорости над вершинами деревьев	Средняя скорость ветра, м/сек
Над вершинами деревьев	16,85	100,0	1,61
Верхняя граница крон	13,70	55,9	
Между вершинами крон	10,55	42,8	
Под кронами	7,40	41,6	
Между пологом и почвой	4,25	42,8	
Над почвой	1,10	37,3	
На поверхности почвы	0,00	0,0	

6 Вычертите графическое изображение преобладающих ветров в виде розы ветров. Число наблюдений повторяемости ветров в лесу

днем и ночью: С – 28, Ю – 24, З – 20, В – 68, СВ – 43, ЮВ – 54, ЮЗ – 20, СЗ – 25.

В каких случаях необходимо учитывать направление ветра?

## **Занятие 2**

### **Атмосферный воздух и лес**

1 Определение влияния отдельных компонентов атмосферного воздуха и загрязняющих веществ на жизнедеятельность древесных растений

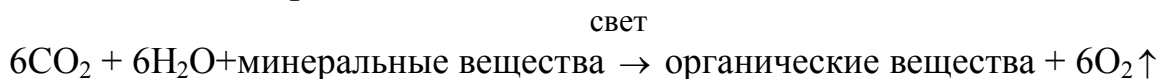
2 Оценка существующего и прогнозируемого состояний в зоне влияния промышленных предприятий

3 Изучение шкалы газоустойчивости и фитонцидности древесных пород

### **Основные понятия по теме**

Атмосфера – это важный экологический фактор в жизни леса, т. к. все виды растительных организмов берут из атмосферы необходимые для их питания и дыхания углекислый газ и кислород. Сухой атмосферный воздух у поверхности Земли содержит по объему: азота – 78 %, кислорода – 21 % (0,000001 % озона), аргона – около 1 %, углекислого газа – около 0,03 %, 0,01 % составляют: водород, неон, гелий, криптон, ксенон, аммиак, пероксид водорода, йод и др.

Кислород образуется в результате фотосинтеза органических продуктов в растениях и поступает затем в атмосферу. Очень упрощенно этот процесс можно представить как химическую реакцию, протекающую за счет энергии солнечных лучей при участии хлорофилла – зеленого пигмента растений:



Таким образом, за счет диоксида углерода и воды синтезируется органическое вещество и выделяется кислород. Прямыми продуктами фотосинтеза являются различные органические соединения. Концентрация  $\text{CO}_2$  в лесу изменяется в связи с неравномерностью его потребления в суточном и годовом циклах, а также в зависимости от высоты над поверхностью почвы. Минимальное содержание  $\text{CO}_2$  в области крон наблюдается летом. Осенью оно повышается. Макси-



мальная концентрация углекислого газа приходится на припочвенный слой воздуха, минимальная – на полог крон деревьев. В приземном слое воздуха концентрация  $\text{CO}_2$  зависит от породы, типа леса, возраста, полноты, сомкнутости древостоя, скорости ветра, рельефа местности, влажности почвы.

**Основными источниками  $\text{CO}_2$**  в лесах являются: лесная подстилка в результате ее минерализации и гумусовый горизонт почвы, где  $\text{CO}_2$  является продуктом разложения органических веществ, жизнедеятельности микроорганизмов и грибов. Так, плесневые грибы при дыхании выделяют 6–10 %  $\text{CO}_2$  от своего веса).

В атмосфере во взвешенном состоянии содержатся мельчайшие капельки воды, кристаллы льда, дымовые газы и пылевые выбросы заводов, фабрик, рудников, нефтяные газы, окислы азота, сернистый ангидрид, соединения фтора и др. Только в пылевых выбросах промышленности насчитывают около 140 вредных веществ. От выбросов страдают в первую очередь хвойные леса. К наиболее вредным для древесной растительности и человека относятся: серный ангидрид, фтористый водород, хлористый водород, сероводород, аммиак, ацетилен. Загрязняющие вещества закрывают устья или проникают через них в растения. Действие кислых газов сказывается не только непосредственно через надземные органы растений, но и косвенно – через почву.

Действие загазованности на лес зависит не только от состава и концентрации газов, но и от времени года, погоды, почвы, древесной породы, состава древостоя, его полноты и сомкнутости, структуры, а также и от расстояния до источника отравления. Вредное действие дымовых и других ядовитых выделений на лес проявляется в основном в период вегетации, т. е. весной и летом. Хвойные, за исключением лиственницы, страдают от ядовитых выбросов и в зимнее время, хотя и в меньшей степени. Загазованность воздуха особенно проявляется во влажную погоду. Чистые древостои страдают больше смешанных (с учетом породы), сомкнутые и сложные – меньше разреженных и простых, старые больше молодых и средневозрастных.

По степени газоустойчивости древесных и кустарниковых пород выделяют: **очень устойчивые** – ель колючая, туя западная, акация белая, бузина красная, смородина золотистая, тополь канадский, шелковица, лох узколистный, клен ясенелистный; **средней устойчивости** – можжевельник обыкновенный, лиственница сибирская, березы бородавчатая и пушистая, дуб черешчатый и красный, ивы плакучая, белая, ломкая, калина, акация желтая, липа крупнолистная, ольха чер-

ная, тополя (белый и пирамидальный), черемуха, облепиха и **неустойчивые** – ель обыкновенная, сосна обыкновенная, пихта европейская, каштан конский, рябина, ясень обыкновенный.

*Пути повышения газоустойчивости насаждений и меры борьбы с вредными выбросами:*

- технологические мероприятия;
- лесоводственные меры.

К *технологическим* мероприятиям относятся:

- улавливание вредных выбросов;
- утилизация вредных выбросов.

*Лесоводственные* мероприятия включают:

- выращивание смешанных насаждений;
- введение подлеска
- создание защитных опушек из быстрорастущих и газоустойчивых пород;
- создание в городах двухъярусных зеленых насаждений: первый ярус из светолюбивых пород с обрезкой нижних сучьев, второй из теневыносливых;
- внесение удобрений;
- опрыскивание растений специальными составами (известь – от фтора, сода – от соединений серы и др.).

## **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Какие вредные примеси находятся в воздухе и как они влияют на лес?
- 2 Каково отношение древесных пород к вредным газам? Пути повышения газоустойчивости насаждений.
- 3 Укажите особенности пылезащитного и пылеулавливающего влияния леса.
- 4 Как влияет лес на состав атмосферного воздуха?
- 5 Назовите основные источники загрязнения воздуха.
- 6 От чего зависит пылеудерживающая способность различных древесных пород?

## **Лабораторная работа**

**Цель:** ознакомиться с влиянием, которое оказывают отдельные компоненты атмосферного воздуха и загрязняющие вещества на жизнедеятельность древесных растений; научиться давать оценку существующего и прогнозируемого состояний в зоне влияния про-

мышленных предприятий; рассмотреть шкалы фитонцидности и газоустойчивости.

**Материалы и оборудование:** шкалы газоустойчивости и фитонцидности древесных пород, рисунки, фотографии.

### Ход работы

1 Дать оценку существующего и прогнозируемого состояния сосновых древостоев в зоне влияния промышленных предприятий.

Индекс существующего повреждения древостоя рассчитывается по формуле:

$$I = \frac{n_0 K_0 + n_1 K_1 + n_2 K_2 + n_3 K_3 + n_4 K_4}{N},$$

где  $I$  – индекс существующего повреждения;

$n_0 \dots n_4$  – количество деревьев 0 ... 4 категорий повреждения, экз. (0 – неповрежденные, 1 – слабо поврежденные, 2 – средне поврежденные, 3 – сильно поврежденные, 4 – сухостой);

$K_0 \dots K_4$  – баллы жизненного состояния категорий деревьев, соответствующие номеру категории (0 ... 4);

$N$  – общее количество учтенных деревьев, экз.

Прогнозируемый период, в течение которого древостой переходит из текущего в интересующее нас состояние, рассчитывается по разности между индексами прогнозируемого и текущего повреждений, отнесенной к удельному индексу повреждения (т. е. изменению индекса повреждения в течение одного года) по формуле:

$$I_{ud} = \frac{I_{pr} - I_{tek}}{P},$$

где  $I_{ud}$  – удельный индекс повреждения;

$I_{pr}$  – индекс прогнозируемого состояния (используется следующая шкала: неповрежденные – 0,55, слабо поврежденные – 1,55; средне поврежденные – 2,55; сильно поврежденные – 3,05; сухостой – 3,55);

$I_{tek}$  – индекс состояния на текущий момент;

$P$  – прогнозируемый период, лет.

Рассчитайте сроки перехода сосновых древостоев в категорию сухостоя, если количество деревьев по категориям повреждения 0, 1, 2,

3 и 4 соответственно равно (экз.): 60, 20, 10, 5 и 5; 5, 10, 30, 30 и 25; 10, 20, 50, 10 и 10 (удельный индекс составляет 0,075 балла). Через сколько лет древостой перейдет в категорию средне поврежденного, если количество деревьев по категориям повреждения 0, 1, 2, 3 и 4 соответственно равно 60, 20, 10, 5 и 3 экз., удельный индекс повреждения – 0,025 балла?

2 Заполните таблицу 21.

Таблица 21 – Лес и состав воздуха

Составные части воздуха	Содержание в воздухе, % по объему	Значение для лесных растений

3 Расположите древесные и кустарниковые породы по степени фитонцидности: вяз, бузина красная, рябина, лиственница сибирская, береза пушистая, береза бородавчатая, дуб черешчатый, ель, сосна, кедр сибирский, жимолость татарская, бересклет бородавчатый, крушина ломкая, ольха черная, липа мелколистная, осина, клен остролистный, лещина, ясень обыкновенный, акация желтая, можжевельник, сирень обыкновенная, черемуха.

4 Концентрацию CO<sub>2</sub> в воздухе можно регулировать путем: а) введения под полог леса кустарниковых пород, улучшающих почву; б) введения быстрорастущих и почвоулучшающих пород в основной ярус насаждений; в) внесения в почву удобрений; г) периодического разреживания перегущенных насаждений; д) минерализации поверхности почвы с целью улучшения процессов разложения лесной подстилки, а также путем проведения других мероприятий, обеспечивающих перевод грубого гумуса в мягкий и его быстрое разложение. Объясните механизм регулирования, т. е. почему, каким путем перечисленные мероприятия увеличивают или уменьшают содержание CO<sub>2</sub> в воздухе и для чего это необходимо.

5 Чтобы обеспечить оптимальную норму потребления кислорода на 1 человека в год (400 кг), необходимо иметь 0,1–0,3 га зеленых насаждений на 1 человека. Учитывая, что в условиях промышленного города под влиянием загазованности воздуха энергия фотосинтеза снижается в 10 раз, рассчитать минимальную площадь зеленых насаждений, которая обеспечила бы норму кислорода: а) на одного жителя города; б) на всех жителей г. Минска (1,5 млн. человек).

## **Тема 5**

### **Лес и влага**

#### **Занятие 1**

##### **Значение влаги в жизни леса**

- 1 Значение водообеспеченности в жизни леса
- 2 Водный баланс в лесу
- 3 Влияние леса на характер распределения осадков, влажность воздуха и почвы

##### *Основные понятия по теме*

Вода – это строительный материал для клеток и тканей. Она необходима для жизнедеятельности плазмы, поддержания клеточного тургора, для усвоения и передвижения поглощенных корнями из почвы минеральных веществ в ствол и крону, перемещения пластических веществ для транспирации. Растения потребляют зольные элементы и азот в виде водного раствора из почвы. Только при наличии воды могут протекать биохимические процессы ассимиляции и диссимиляции, газообмен, обмен веществ и энергии и другие жизненно важные процессы. Недостаток воды – один из факторов, задерживающих рост и снижающих продуктивность лесов. Непосредственно на питание деревьями используется лишь незначительная доля поглощаемой воды (около 0,001%); большая же часть ее расходуется на транспирацию, защиту от перегрева, чрезмерного обезвоживания и усыхания. Потребность в воде и ее количество в растениях непостоянны и зависят от фазы роста и развития любого вида растений, климатических и почвенных условий. Для каждой фазы роста и развития характерен критический период, когда недостаток воды отрицательно сказывается на жизнедеятельности растений. В процессе эволюции у растений выработались многочисленные сложные анатомо-морфологические, физиологические и поведенческие приспособления, регулирующие водообмен и обеспечивающие экономное расходование влаги. Недостаток влаги и колебание ее запасов в воздухе и почве лимитирует численность и распространение видов на земном шаре, приводит к снижению уровня и качества семян, прироста и продуктивности насаждений.

Основным *источником влаги* для растений являются:

- атмосферные осадки – дождь, снег, град;
- конденсационные осадки – роса, иней, изморозь, гололед, туман;
- грунтовые воды;
- почвенная влага.

Вода осадков пополняет запасы почвенной влаги и грунтовых вод. Влияние осадков на лес зависит от времени их выпадения, интенсивности и продолжительности, температуры и влажности воздуха, свойств почвы, рельефа и обусловлено действием совокупности различных факторов.

Наиболее эффективными считаются продолжительные осадки небольшой интенсивности. Осадки большой интенсивности при низких температурах малоэффективны: почва не в состоянии их впитать и вода накапливается на поверхности или стекает.

В одной и той же местности при одинаковом количестве осадков на тяжелых глинистых почвах древесные породы страдают от избытка влаги, а на песчаных – от ее недостатка.

К *твердым осадкам* относятся: снег, снежная крупа, ледяная крупа, ожеледь. Они оказывают как положительное, так и отрицательное влияние на основные компоненты леса. Положительное влияние снега заключается в том, что он служит источником увлажнения почвы, теплоизолятором, предохраняют почву от глубокого промерзания, а корневые системы растений, семена, всходы, почвенную фауну – от повреждения морозом. При толщине снежного покрова 50 см и более разность температур на поверхности снега и почвы под ним достигает 20 °С. Снег содействует распространению семян древесных пород (по снежному насту семена распространяются на несколько километров), способствует гибели вредителей. Отрицательное влияние снега в том, что, скапливаясь на кронах деревьев, под действием своей тяжести он вызывает снеголомы и снеговалы (снеговал – вывал деревьев с корнями; снеголом – повреждение вершин, сучьев, кроны, ствола), а также деформацию стволов у молодых деревьев. От них, прежде всего, страдают хвойные породы. Подвержены снеголому сосна, а также осина и тополь. Молодые деревца высотой до 4–5 м после сброса снега выпрямляются, а более высокие приходится убирать из-за необратимой деформации механических тканей.

Особенно страдают от обледенения густые жердняки дуба, повреждаются также тополь, береза, осина.

Огромный вред питомникам и культурам наносит град. Снегопады в конце весны губительно отражаются на цветении, плодоношении, общем состоянии молодых растений и фауны.

Град и ожеледь повреждают листья, цветки, плоды, камбий, ветви и кроны.

Лес оказывает огромное влияние на распределение осадков, влажность воздуха и почвы. Так, в лесу выпадает на 12–14 % больше осадков, чем на открытом участке местности. Леса способствуют увеличению атмосферных осадков за счет отдачи паров в атмосферу, снижения ее температуры и давления.

Приход влаги в лесные экосистемы не ограничивается лишь выпадающими вертикальными осадками и поглощенными почвой парами воды из атмосферы. Это и конденсация паров воды из воздуха на кронах и стволах деревьев во всех ярусах древостоя – так называемые горизонтальные осадки. Увеличение лесом количества горизонтальных осадков бесспорно. В лесу образуется больше росы, чем в поле.

Водоохранное и водорегулирующее значение лесов заключается в накоплении ими влаги и регулировании ее расхода на сток, увеличении внутрпочвенного (грунтового) стока за счет уменьшения поверхностного в результате высоких инфильтрационных свойств лесных почв. Водорегулирующее влияние на сток проявляется в уменьшении максимальных потерь паводкового стока, в увеличении и стабилизации межевого стока. Защитная роль – в предохранении почв от эрозии, заиления водоемов и рек.

Планирование и проведение лесохозяйственных мероприятий в лесах должно учитывать его водоохранную и защитную роль.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Каково значение влаги в жизни растений?
- 2 Дайте определение понятиям «требовательность» и «потребность» древесных пород к влаге.
- 3 Как относятся различные древесные породы к влаге?
- 4 Какие древостои, хвойные или лиственные, чистые или смешанные, молодняки или спелые, густые или редкие, больше страдают от снеголома?
- 5 Каково влияние твердых осадков в жизни леса?
- 6 Какое влияние оказывает лес на количество выпадающих осадков?
- 7 Как изменяется влажность воздуха в лесу от поверхности почвы до верхушек крон?
- 8 Из каких составных частей складывается водный баланс в лесу?
- 9 Какие предложены методы для определения потребности дре-

весных пород во влаге и каковы их недостатки?

10 Какие древесные породы больше страдают от засухи: а) в древостоях с высокой или низкой полнотой; б) на свежих, мокрых или сухих почвах?

11 Какие средства борьбы со снеговалом и снеголомом являются наиболее радикальными?

## Лабораторная работа 1

**Цель:** дать оценку влияния влаги на лес, ознакомиться с существующими шкалами отношений древесных растений к влаге, дать оценку влияния леса на количество осадков.

**Материалы и оборудование:** рисунки, фотографии, плакаты.

### Ход работы

1 Определите характер и причины отрицательного воздействия влаги на отдельные древесные породы (таблица 22).

Таблица 22 – Вредное влияние осадков на лес

Факторы	Какие породы чаще повреждаются	Результат повреждений
Град		
Засуха		
Ожеледь		
Переувлажнение		
Снег		

2 По данным таблиц 23, 24 постройте графики и объясните изменения расхода воды на отдельные статьи водного баланса при уменьшении сомкнутости крон, при увеличении возраста. По оси абсцисс отложите: 1 см равен 0,1 сомкнутости полога, 1 см – 10 лет, по оси ординат – 1 см равен 10 процентам расхода влаги (%).

3 Используя данные таблицы 25, определите расход воды на транспирацию для образования среднего годичного прироста сосновыми, еловыми, дубовыми и березовыми древостоями и сделайте выводы.



Таблица 23 – Годовой расход воды в 45-летних сосновых древостоях различной сомкнутости полога (по А. А. Молчанову)

Статьи водного баланса	Относительная сомкнутость полога, в %			
	1,0	0,85	0,75	0,5
Поверхностный сток, Сп	2,2	2,4	2,4	2,2
Испарение с напочвенного покрова, И	12,2	13,1	13,8	16,3
Испарение с крон деревьев, Икр	11,9	8,1	7,3	3,9
Транспирация, Т	61,4	64,3	66,3	64,3
Суммарное испарение, $\Sigma$ И	96,4	84,6	87,7	84,5
Грунтовый сток, Сг	1,4	13,2	9,9	13,3

Таблица 24 – Годовой расход воды в дубраве осоково-снытевой (по А. А. Молчанову), %

Статьи водного баланса	Возраст древостоя, лет				
	10	20	40	60	100
Поверхностный сток, Сп	2,7	2,5	2,6	2,7	2,9
Испарение с напочвенного покрова, И	39,2	12,9	13,5	16,1	18,0
Испарение с крон деревьев, Икр	2,3	9,0	11,9	12,3	11,0
Транспирация, Т	25,8	58,6	60,8	67,3	53,0
Суммарное испарение, $\Sigma$ И	67,3	80,5	86,2	95,7	82,0
Грунтовый сток, Сг	30,0	17,0	11,2	1,6	5,1

Таблица 25 – Расход влаги древостоями на образование годичного прироста

Возраст, лет	Средний годичный прирост, м <sup>3</sup> /га	Общий расход воды на образование прироста, кг на м <sup>3</sup> /га	Возраст, лет	Средний годичный прирост, м <sup>3</sup> /га	Общий расход воды на образование прироста, кг на м <sup>3</sup> /га
Сосновый древостой			Еловый древостой		
20	4,8		20	3,4	
40	5,2		40	6,5	
60	5,3		60	7,3	
Дубовый древостой			Березовый древостой		
20	4,5		20	5,4	
40	5,3		40	5,5	
60	5,5		60	5,3	
80	5,2		80	4,9	
<i>Примечания:</i>					
1 Расход воды на образование 1 кг сырого вещества для сосны составляет 240 кг, для ели – 310, дуба – 390, березы – 480 кг.					
2 Масса 1 м <sup>3</sup> древесины (при влажности 60%) сосны – 530 кг, ели – 453, дуба – 760, березы – 660 кг.					

4 Установите, как изменяются с увеличением возраста древостоя количество задержанных пологом осадков ( $O_{скр}$ ), расход влаги на транспирацию ( $T$ ), испарение с напочвенного покрова ( $I$ ), расход влаги на поверхностный ( $C_n$ ) и грунтовый ( $C_г$ ) стоки. Для этого по приведенным ниже исходным данным своего варианта (таблица 26) постройте пять графиков и проанализируйте каждую кривую.

Таблица 26 – Баланс влаги в лесу

Возраст, лет	Прирост сухой фитомассы $\Delta M$ , т/га	Осадки под пологом, мм	$O_{скр}$ , мм	$\Phi$ , мм	$V_{ф}$ , мм	$I$ , мм	$C_n$ , мм	$C_г$ , мм	$T$ , мм	$I$ , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Сосняк кисличный, 10С, 1 кл. бонитета, $P = 0,8$ , общее количество осадков 580 мм/год										
20	4,4	460				80	40	119		
30	6,0	442				65	20	103		
40	6,5	440				65	19	88		
50	6,9	445				68	20	84		
60	6,8	450				70	20	98		
70	6,6	452				72	20	111		
80	6,2	454				74	20	127		
90	5,7	456				76	20	143		
100	5,5	460				78	20	151		
120	3,8	466				84	31	180		
140	2,3	470				95	43	192		
2 Березняк кисличный, 9Б1Ос, 1 кл. бонитета, $P = 0,9$ , общее количество осадков 560 мм/год										
20	4,0	500				82	40	97		
30	5,2	490				73	25	81		
40	7,2	485				72	23	89		
50	7,4	487				73	23	94		
60	7,2	488				74	24	99		
70	6,9	490				82	25	100		
80	4,6	495				90	26	104		
90	6,6	504				106	28	141		
100	3,0	514				126	40	170		
3 Осинник кисличный, 9Ос1Б, 1 кл. бонитета, $P = 0,8$ , общее количество осадков 570 мм/год										
20	6,2	508				69	35	125		
30	6,8	500				70	34	114		
40	7,2	501				70	33	121		
50	6,6	502				71	33	125		
60	6,1	505				73	34	129		
70	5,1	509				81	35	130		
80	3,8	513				83	36	132		
90	2,6	519				105	40	146		

100	1,5	526				124	52	170		
-----	-----	-----	--	--	--	-----	----	-----	--	--

Окончание таблицы 26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4 Дубрава снытевая, 9Д1Кл, 1 кл. бонитета, P=0,89, общее количество осадков 530 мм/год										
20	8,9	472				76	18	93		
30	9,5	466				72	15	85		
40	10,1	464				71	14	80		
50	10,2	464				71	14	82		
60	10,3	464				70	13	84		
70	10,2	465				70	13	86		
80	10,0	466				71	14	86		
90	9,6	467				72	14	87		
100	9,2	468				73	15	96		
120	8,4	469				78	16	103		
140	7,5	470				82	18	119		
160	6,8	472				88	20	135		

5 Составьте баланс расхода влаги по данным таблицы 27, используя формулу:

$$O_c = O_{скр} + I + T + C_n + C_2 + C_c + \Gamma + \Phi$$

и ответьте на вопросы:

а) какие статьи расходной части баланса резко различаются между лесом и безлесными площадями и почему?

б) где более развит бесполезный (а иногда и вредный) поверхностный сток, грунтовый и внутрипочвенный сток?

Таблица 27 – Расход влаги фитоценозами

Статьи расхода влаги, мм	Фитоценозы			
	дубовый	сосновый	свежая вырубка	чистое поле
Задержание осадков кронами (Оскр)	83	104	0	0
Испарение почвенного покрова (И)	84	78	320	308
Поверхностный сток (Сп)	21	11	82	110
Транспирация древостоями (Т)	200	138	0	0
Внутрипочвенный сток (Г)	31	89	18	0
Грунтовый сток (Сг)	90	104	51	79
Сдувание снега (СС)	-	-	52	79
Расход воды на создание фитомассы и ее увлажнение (Ф)	90	104	51	26

Недостающие показатели рассчитать на микрокалькуляторе по формулам:

$$O_{c_{кр}} = O_{c_{общ}} - O_{c_{подпол}} ;$$

$$\Phi = 1,7\Delta M ;$$

$$V_{\phi} = \frac{\Phi}{10} ;$$

$$T = O_{c_{общ}} - O_{c_{кр}} - И - C_{г} - C_{п} - V_{\phi} ;$$

$$\sum И = И + T + O_{c_{кр}} ,$$

где  $O_{c_{кр}}$  – количество осадков, задержанных кронами деревьев, мм;  
 $O_{c_{общ}}$  – общая сумма осадков, мм;  
 $O_{c_{подпол}}$  – количество осадков, проникающих под полог деревьев, мм;

$\Phi$  – фитомасса, т/га;

$V_{\phi}$  – влага, содержащаяся в фитомассе, мм;

$T$  – транспирация, мм;

$И$  – испарение с напочвенного покрова, мм;

$\sum И$  – суммарное испарение, мм;

$C_{г}$  – грунтовый сток, мм;

$C_{п}$  – поверхностный сток, мм.

## Занятие 2

### Оценка водоохраных функций леса

1 Ознакомление с гидрологическими функциями лесов и существующими классификациями этих функций

2 Ознакомление с классификациями М. Е. Ткаченко, Б. Д. Жилкина, И. В. Тюрина и А. С. Козменко и определение водоохранно-защитного значения участков леса в соответствии с этими классификациями

## Основные понятия по теме

В 1943 г. леса были разделены на группы по народнохозяйственному значению. Первая группа лесов выделялась главным образом для выполнения защитной роли.

К первой группе относятся леса, выполняющие преимущественно следующие функции:

- водоохранные (запретные полосы лесов по берегам рек, озер, водохранилищ);

- защитные (леса противозерозионные, государственные защитные лесные полосы, защитные полосы лесов вдоль железных дорог, автомобильных дорог республиканского и областного значения, особо ценные лесные массивы);

- санитарно-гигиенические и оздоровительные (городские леса, леса зеленых зон вокруг городов, других населенных пунктов и промышленных предприятий, леса зон санитарной охраны источников водоснабжения и курортов).

К первой группе лесов относятся также леса заповедников, национальных и природных парков, лесопарки и др.

Водоохранное и водозащитное значение лесов заключается в накоплении ими влаги и использовании ее на отдельные статьи водного баланса, защитное – в предохранении почв от водной и ветровой эрозии, а водоемов от заиления и загрязнения.

Лес, основным назначением которого является регулирование поступления воды в водоемы и предохранение их от заиления, называется *водорегулирующим*.

Лес, основным назначением которого является предохранение почвы от водной и ветровой эрозии, а также защита земельных угодий, путей транспорта и населенных пунктов от вредного влияния климатических и гидрологических факторов, называется *защитным*.

Для оценки водоохранно-защитной роли, планирования и проведения лесохозяйственных мероприятий в конкретном участке леса ученые предложили классификацию лесных земель по их водоохранно-защитной роли.

*Классификация М. Е. Ткаченко (1939). Группы лесов:*

- водоохранные – содействуют более равномерному поступлению воды в периоды минимума запасов или предохраняют естественные и искусственные водоемы от засорения и загрязнения;

– водорегулирующие – не увеличивают общего поступления воды в источники, но смягчают наводнения и предотвращают заболачивание или способствуют лучшему дренажу почвы;

– защитные – защищают почву от разрушения в результате водной и ветровой эрозии, населенные пункты – от вредного влияния атмосферных осадков;

– комплексные водоохранно-защитные – выполняют функции водоохранности и защитности;

Для оценки водоохранно-защитной роли леса более полной является трехчленная пятибальная *классификация Б. Д. Жилкина* (1940, 1958): первый член – лесорастительная область, второй – тип местности, третий – тип лесорастительного сообщества.

В пределах лесорастительных областей в зависимости от местонахождения участка леса дается следующая оценка в баллах: 100 – лесотундра, 200 – северные хвойные леса, 300 – южные хвойные леса, 400 – хвойно-широколиственные и лесостепь, 500 – горные леса Крыма, Кавказа, Дальнего Востока, Средней Азии.

Тип местности оценивается по рельефу и механическому составу почвы (таблица 28).

Тип лесорастительного сообщества оценивается по группе пород и продуктивности древостоя (таблица 29).

Таблица 28 – Оценка типа местности, баллы

Почва	Уклон, градусы		
	до 3	4–15	16 и выше
Песчаная	10	20	30
Супесчаная	20	30	40
Суглинистая и глинистая	30	40	50

Таблица 29 – Оценка лесного сообщества, баллы

Продуктивность	Группа пород		
	темно-хвойные	сосновые и сложные темнохвойные	зимнеголые и сложные сосновые
Низкая, IV класс бонитета и ниже	1	2	3
Средняя, II - III класс бонитета	2	3	4
Высокая, I класс бонитета	3	4	5

По этим трем показателям каждому участку дается соответствующая суммарная оценка в баллах, например, 435 означает, что лесной

массив находится в зоне хвойно-широколиственных лесов (400), участок может быть охарактеризован разными условиями рельефа и механическим составом почвы (30), а древостой является высокопродуктивным и относится к зимнеголым или сложным сосновым (5).

*Классификации И. В. Тюрина и А. С. Козменко.* При определении водоохранно-защитной роли (1946) лесов И. В. Тюрин учитывал лесорастительную область, рельеф местности, почвенные условия, характер древостоя и степень лесистости. По степени проявления водоохранно-защитной роли он разделил лесные площади на четыре класса и для каждого из них установил примерные нормы рубок главного пользования и другие лесохозяйственные мероприятия.

I класс – высшая степень проявления водоохранной и защитной роли. Сюда входят: а) противоэрозионные, б) грунтоувлажняющие, в) почвозащитные, г) полезащитные лесные полосы в лесостепной и степной зонах.

II класс – высокая степень: а) противоэрозионные, б) грунтоувлажняющие, в) почвозащитные,

III класс – средняя степень. Отнесены леса, имеющие водорегулирующее значение.

IV класс – низкая степень. Крупные лесные массивы, расположенные на водораздельных низменных равнинах и в поймах с высоким процентом лесистости (зона хвойных лесов).

А. С. Козменко (1947) отнес водоохранные и защитные леса равнинных районов европейской части СССР к мелиоративным и разделил их на водо- и ветрорегулирующие.

В пределах водорегулирующих лесов он выделил следующие категории: 1) противоэрозионные (берего-, склоно- и руслоукрепительные); 2) грунтоосушительные (болотные и оползневые); 3) кольматирующие (карстовые, приканальные, прирусловые); 4) водопоглощающие (родниковые и стокоперехватывающие).

Ветрорегулирующие леса подразделяются на ветроломные (пескоукрепительные, полезащитные) и снегосборные.

## **Вопросы для самоконтроля**

1 Каково влияние леса: а) на поверхностный и внутripочвенный сток; б) на физическое и физиологическое испарение влаги; в) на влажность почвы и уровень грунтовых вод?

2 В чем заключается водоохранное и водорегулирующее значение леса?

3 Какими лесоводственными мерами можно улучшить водный режим рек?

## Лабораторная работа

**Цель:** ознакомиться с гидрологическими функциями лесов и существующими классификациями этих функций.

**Материалы и оборудование:** рисунки, фотографии, план и профиль лесонасаждений, лесоустроительный планшет.

### Ход работы

1 Ознакомьтесь с классификациями М. Е. Ткаченко, Б. Д. Жилкина, И. В. Тюрина и А. С. Козменко.

2 Определите водоохранно-защитное значение следующих участков леса по классификациям М. Е. Ткаченко, Б. Д. Жилкина, И. В. Тюрина и А. С. Козменко:

а) сосняк черничный 7С2Е1Б, 70 лет, полнота 0,7, II класс бонитета, подлесок средней густоты, расположен на правом берегу Березины, почва супесчаная; б) дубрава орляковая 5Д4С1Б+Кл, 50 лет, полнота 0,6, III класс бонитета, подлесок густой, расположен на крутом берегу (уклон 20°) реки Свислочь, почва супесчаная; в) березняк кисличный 10Б+Е, 40 лет, полнота 0,8, Ia класс бонитета, подлесок отсутствует, расположен узкой полосой (20 м) поперек склона с уклоном 10°, почва суглинистая; г) сосняк лишайниковый 10С, 120 лет, полнота 0,5, IV класс бонитета, расположен в Лунинецком лесхозе на песчаной почве, уклон местности 10°; д) ольшаник крапивный 9Ол1Б, 60 лет, полнота 0,6, I класс бонитета, расположен в пойме Западной Двины, почва перегнойно-карбонатная.

3 Установите, к каким категориям защитности следует отнести:

а) запретные полосы вдоль рек Свислочь, Западная Двина, Неман;  
б) полезащитные лесные полосы Краснодарского края;  
в) леса, расположенные на водораздельной территории в зоне хвойных лесов;  
г) защитные полосы вдоль железных и шоссейных дорог;  
д) леса, расположенные по берегам каналов и родников.

4 Ознакомьтесь с таблицей 30 и определите, какое из насаждений – еловое, буковое или смешанное – и почему в лучшей степени будет выполнять функции: а) водоохранные, б) почвозащитные.



Таблица 30 – Количество осадков под пологом леса

Показатели, %	Насаждение		
	еловое	буковое	смешанное (состав 8Е2Б)
Количество осадков, просочившихся сквозь полог	57	64	62
Сток по стволу	2	17	8
Всего достигло лесной почвы	59	81	70
Задержано в кронах	41	19	30

5 Дайте оценку водоохранно-защитной роли следующим насаждениям (по классификации Б. Д. Жилкина): а) Архангельская область – ельник черничный, влажный 5Е2Пх2Лц1Б, 150 лет, полнота 0,6, II класс бонитета, подлесок редкий, почва суглинистая, уклон местности 5°; б) Беларусь – сосняк мшистый 7С2Е1Б, 100 лет, полнота 0,8, II класс бонитета, подлесок редкий, почва супесчаная, уклон местности 4°; в) Беларусь – сосняк лишайниковый 10С, 120 лет, полнота 0,5, IV класс бонитета, подлесок отсутствует, почва рыхло песчаная, уклон местности 20°; г) Дальний Восток – листвяг кисличный 5Лц3С2Пх, 100 лет, полнота 0,6, I класс бонитета, подлесок густой, почва суглинистая, уклон местности 18°; д) Кавказ – дубрава снытевая, 8Д2Бк, 150 лет, полнота 0,6, II класс бонитета, подлесок густой, почва суглинистая, уклон местности 22° леса.

## Тема 6

### Лес и почва

1 Потребность и требовательность древесных пород к почвенным условиям

2 Роль лесной подстилки в обеспечении насаждений элементами питания

#### Основные понятия по теме

Древесные породы обладают разной способностью извлекать из почвы нужное количество азота и зольных элементов. В связи с этим Г. Ф. Морозов предложил различать такие понятия, как «потребность» и «требовательность» древесных пород к элементам питания.

**Потребность** растений в азоте и зольных элементах питания – это то количество азота и зольных элементов, которое необходимо лесу для его нормальной жизнедеятельности. Потребность определяется процентом зольности листьев или количеством золы в годичном приросте насаждения на единице площади. **Требовательность** – это способность растений мириться с определенным плодородием почвы и извлекать из нее необходимое количество питательных веществ.

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

В этой связи Г. Ф. Морозов предложил шкалы потребности и требовательности древесных пород к почве.

**Шкала потребности:** акация белая, ильм, ясень, бук, дуб, ольха черная, ель, береза, лиственница, сосна обыкновенная, сосна Веймутова.

**Шкала требовательности:** ильм, ясень, клен, бук, граб, дуб, ольха черная, липа, осина, сосна Веймутова, лиственница, береза, акация белая, сосна обыкновенная.

Древесные породы по-разному требовательны к общему плодородию почвы и в этом плане подразделяются на **малотребовательные, или олиготрофы** (можжевельник, сосна горная и обыкновенная, береза бородавчатая, акация белая, сосна черная), **умеренно требова-**

**тельные, или мезотрофы** (береза пушистая, осина, ель, сосна Веймутова, лиственница сибирская, рябина, ива козья, дуб красный, дуб черешчатый, ольха черная, каштан съедобный), **и требовательные, или мегатрофы** (клен остролистный, клен явор, граб, бук, пихта, осокорь, клен полевой, бархат амурский, ива ломкая и белая, ильм, ясень).

Древесные породы чувствительны к реакции почвы. Породы, устойчивые к кислой реакции почвы, называются *ацидифилами* (ель, сосна обыкновенная, сосна кедровая, пихта, лиственница, береза, осина, рябина, каштан съедобный, граб, акация, рододендроны).

Принято также различать *кальцефобы*, т. е. растения, отрицательно относящиеся к извести (каштан благородный, сосна приморская, вереск, черника, сфагнум); *кальцефилы* – растения, хорошо реагирующие на наличие извести в почве (лавр, береза, берест, большинство тополей и древовидных ив, черемуха, бузина, бересклет европейский); *алкалофилы* – растения, относительно выносливые к щелочной реакции почвы - солонцеватости (тамариск, акация белая, груша, берест, дуб черешчатый ранний). Следует выделить и такие группы пород, как нитро-, фосфоро-, калиефосфорофилы, азотсобиратели и др.

В лесных почвах мало свободноживущих микробов-азотфиксаторов, поэтому исключительно велико значение бобовых и других растений-азотсобираателей в круговороте азота лесных почв. На корнях этих растений (акация белая, желтая, песчаная, ольха серая, черная, зеленая, лох, облепиха, аморфа, леспедеца, дереза, раkitник, дрок, люпин и др.) находятся клубеньковые бактерии – самые продуктивные из всех микробов-азотфиксаторов, что дает возможность применять многие из этих растений для биологической мелиорации лесов.

Влияние леса на почву проявляется главным образом через **лесную подстилку**, образующуюся из опада листьев, хвои, почек, семян, ветвей, коры, отмирающих частей живого напочвенного покрова.

Лесная подстилка накапливается постепенно, образуясь в молодом лесу, по мере увеличения опада она достигает потом большой мощности. Три периода динамики запасов: период интенсивного увеличения подстилки (ежегодный прирост ее 0,5–0,8 т на га); период максимального веса или стабилизации; период медленного уменьшения веса. Наряду с накоплением происходит и процесс разложения. Особенно затруднены условия разложения подстилки в заболоченных лесах, где запас ее может достигать 100 т на га.

В составе опада имеют значение его морфологические и химические особенности и свойства. Хвоинки ели вследствие их одиночного расположения при опадении плотно прилегают друг к другу и обра-

зуют плотный слой с затрудненной аэрацией. Хвоя сосны, морфологически представленная пучками, ложится более рыхлым слоем, в котором имеются свободные промежутки для доступа воздуха. Березовые листья при опадении скручиваются и образуют рыхлый слой, где создаются аэробные условия, благоприятствующие разложению опада и подстилки. Разложение хвойной подстилки (за исключением лиственницы) затрудняется также смолистостью хвои, наличием воскового налета на ней. В смешанных насаждениях (хвойно-лиственных) разложение идет быстрее, чем в чистых (еловых, сосновых).

В различных лесах образуются разные **типы подстилок** и образующего ими гумуса. Различают три основных типа лесной подстилки, или перегноя.

*Муль* – мягкая, рыхлая, быстро разлагающаяся подстилка из опада широколиственных пород и кустарников. Богата азотом и зольными веществами. Почвы с таким типом подстилки содержат до 10 % гумуса в верхнем горизонте и имеют водопродонную мелкокомковатую структуру и нейтральную реакцию.

*Модер* – перегной промежуточного типа с мощностью подстилки 3–5 см. Распространен под лиственными породами или в смешанных хвойно-лиственных древостоях, состоит из трех слоев разной степени разложения. Реакция слабокислая, обмен веществ между древостоем и почвой замедлен.

*Мор* – грубая подстилка. Образуется главным образом в хвойных насаждениях в условиях недостатка кислорода и состоит из трех медленно разлагающихся слоев.

Породы, образующие подстилку со слабокислым гумусом, называются почвоулучшающими (ясень, клен, ильмовые, ольха, береза, лиственница, липа, лещина, бук, граб, рябина), а породы, образующие грубый покров, дающий сильнокислый гумус, – почвоухудшающими (пихта, ель, сосна). Такое деление пород условно, так как их действие на почву зависит еще от самой почвы, климата и смешения пород.

Необходимо учитывать, что одна и та же порода в разных условиях может оказывать неодинаковое влияние, т. к. процесс формирования подстилки и гумуса зависит от взаимодействия многих факторов. Так, под сомкнутым буковым древостоем образуется мощный слой опада и подстилки в виде так называемого мертвого покрова. Бук хотя и является почвоулучшающей породой, в подобном случае нередко создаются условия, затрудняющие нитрификацию. В то же время в разреженном буковом древостое с живым напочвенным покровом из

травянистых растений, характерных для мулля, происходит интенсивная нитрификация. Причина здесь не только в напочвенном покрове и не в одном только световом факторе, но и в различиях микроклимата, обуславливающих различный ход изменений в подстилке.

Разреживание древостоя усиливает приток тепла и влаги к поверхности подстилки и благоприятно сказывается на ее разложении и гумификации. При этом необходимо учитывать характер напочвенного покрова: древесная порода может быть хорошим гумусообразователем, но если после прореживания поселяются злаки или кукушкин лен, ослабляется образование мулля, ухудшается почва. Такие явления возможны, к примеру, в березняке. Листья осины различаются в зависимости от возраста и происхождения дерева. Молодая и порослевая осина дает в опаде скручивающиеся листья, облегчающие минерализацию подстилки. Старые деревья осины имеют плотную, не скручивающуюся при опадении листву, что затрудняет ее разложение.

Сосновый опад намного уступает опадению большинства лиственных пород по способности гумусообразования. На бедных песчаных почвах, где сосна обыкновенная является аборигеном или пионером, заселяющим не бывшие ранее под лесом песчаные территории, ее роль как гумусонакопителя значительна.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Какое значение почвы в жизни леса?
- 2 Что такое пластичность корней?
- 3 Что такое потребность и требовательность растений к почве?
- 4 Какие древесные породы считаются почвоулучшающими?
- 5 Назовите основные типы лесной подстилки.

### **Лабораторная работа**

**Цель:** дать оценку влияния почвы на рост и формирование насаждений. Дать оценку влияния леса на почву. Ознакомиться с существующими классификациями отношений древесных пород к почве.

**Материалы и оборудование:** образцы лесной подстилки из различных типов леса; почвенные монолиты из различных типов леса; пинцеты, лупы x5, x10; линейки; калькулятор.

## Ход работы

1 Определите тип лесной подстилки, дайте ее описание по схеме: 1 – мощность, см; 2 – слоистость, толщина слоев; 3 – состав по слоям; 4 – плотность; 5 – условия образования. Укажите реакцию (рН).

2 Опишите почву и определите ее тип. Вычертите в тетради прямоугольник – заготовку для описания монолита; перенесите генетические горизонты на рисунок с указанием границ и глубины залегания; опишите признаки каждого горизонта: цвет, структуру, сложение, новообразования, включения, корни растений, ходы животных, характер границ между горизонтами; определите тип почвы, установите ее механический состав: песчаная, супесчаная, суглинистая, глинистая.

Определите название почвы. Например: среднедерновая слабоподзолистая супесчаная лесная почва. Степень влажности почвы по монолиту установить трудно.

3 Определите для своего варианта (таблица 31) среднюю высоту древостоя одного возраста в различных типах леса по моделям почвенного плодородия О. Г. Чертова:

Сосна:

$$H_{\text{ср}} = 9,93 + 0,096 * x_1 + 3,80 * x_3 - 0,024 * x_4 + 0,70 * x_5 - 0,00028 * x_1^2 - 0,12 * x_2^2 - 0,44 * x_3^2$$

Ель:

$$H_{\text{ср}} = 21,01 + 0,013 * x_1 - 0,069 * x_4 + 0,94 * x_5 - 0,061 * x_2^2 + 0,048 * x_3^2 + 0,00022 * x_4^2 - 0,034 * x_5^2$$

где  $x_1$  – возраст древостоя, лет;

$x_2$  – механический состав горизонта  $A_1$  в баллах (1 – песок, 2 – супесь, 3 – легкий суглинок, 4 – средний суглинок, 5 – тяжелый суглинок, 6 – глина, 7 – торф);

$x_3$  – механический состав горизонта  $C$  в баллах;

$x_4$  – средняя мощность лесной подстилки или торфа, см;

$x_5$  – отношение средних величин мощности  $A_1$  к мощности  $A_0$  (для торфа – отношение сильно разложившегося торфа к мощности слабо разложившегося торфа – очеса в верхнем 30-сантиметровом слое торфа).

В каждом из вариантов (таблица 31) имеется шесть типов леса с соответствующими почвами:

1 – сосняк вересковый, почва грубогумусная поверхностно-подзолистая, на песках;

2 – сосняк кисличный, почва модергумусная слабоподзолистая супесчано-суглинистая, на двучленных наносах;

3 – сосняк сфагновый, почва торфяно-болотная, на глубоких торфах;

4 – сосняк сфагновый, почва торфяно-перегнойная, на мелких торфах;

5 – ельник брусничный, почва грубогумусная сильноподзолистая супесчаная, на песчаной морене;

6 – ельник кисличный, почва модергумусная среднеподзолистая суглинистая, на глине.

Таблица 31 – Варианты задания

Древесная порода	Тип леса	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>
Вариант 1						
С	1	60	1	1	4	0,3
С	2	60	2	5	3	0,3
С	3	60	7	7	200	0
С	4	60	7	7	80	0,5
Е	5	60	2	2	5	0,2
Е	6	60	5	6	2	8
Вариант 2						
С	1	80	1	1	3	0,4
С	2	80	3	5	3	3,5
С	3	80	7	7	200	0
С	4	80	7	7	85	0,4
Е	5	80	2	1	4	0,3
Е	6	80	5	6	2	7
Вариант 3						
С	1	100	1	1	4	0,25
С	2	100	2	5	3	3,6
С	3	100	7	7	200	0
С	4	100	7	7	90	0,5
Е	5	100	2	2	5	0,3
Е	6	100	5	6	2	8

Поясните, какие морфологические характеристики почвы в наибольшей мере определяют продуктивность хвойных пород на дренированных и заболоченных местообитаниях.

4 В древостое 8Е2Б, 70 лет, полнота 0,8. При уходе за лесом предполагается вырубить всю примесь березы. Как эта мера отразится на почвенных условиях?

5 Проанализируйте сравнительную продуктивность древостоев в зависимости от механического состава почв и сделайте соответствующие выводы (таблица 32).

Таблица 32 – Сравнительная продуктивность насаждений

Тип леса	Процент физической глины	Общая продуктивность 80-летнего насаждения, м <sup>3</sup> /га	Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га
С. мшистый	6,4	578	391
С. кисличный	29,9	759	535
Е. мшистый	7,1	636	573
Е. кисличный	26,8	845	773
Б. мшистый	6,6	484	375
Б. кисличный	20,7	668	545

6 Подберите номера ответов к каждому из начатых предложений:

а) Бессменные культуры чистых хвойных насаждений неблагоприятно влияют на почву, так как ....

б) Положительное значение сплошных рубок с огневой очисткой лесосек состоит в том, что ....

в) На лесосеках в хвойных лесах процесс лесовосстановления через промежуточное развитие березняков и осинников имеет положительное значение, так как ....

Ответы:

1) ... листва деревьев обогащает лесную подстилку элементами питания, снижает ее кислотность, улучшает физические свойства почвы.

2) ... развивается дерновый почвообразовательный процесс.

3) ... более интенсивно совершается биологический круговорот азота и зольных элементов в лесу.

4) ... способствует образованию грубого перегноя.

5) ... не могут использовать зольные элементы из нижних почвенных горизонтов и подпочвы, сильно оподзоливают почву.

6) ... органический опад в наибольшей степени неблагоприятен для развития микрофлоры.



7) ... вместе с порубочными остатками в почву поступают (при сжигании – в виде золы) значительные количества азота и зольных элементов.

8) ... зола нейтрализует почвенную кислотность и тем самым способствует усилению микробиологических процессов.

9) ... лесосеки открывают большой доступ тепла к почве, оживляют ее биологическую деятельность.

## Тема 7

# Биологический круговорот и продуктивность лесных экосистем

1 Определение основных показателей биологического круговорота в лесных насаждениях и овладение методикой их определения

2 Расчет показателей биологического круговорота элементов питания в лесах

### Основные понятия по теме

Биологический круговорот в лесу – это такое явление, когда одно и то же количество элементов питания за период существования древо-стоя неоднократно совершает круговорот: почва – деревья – опад – лесная подстилка – почва. Он складывается из потребления элементов питания из воздуха и почвы, удержания элементов питания в растениях и возврата их (с опадом) в почву. Главные показатели любого типа биологического круговорота – его емкость и интенсивность. Под емкостью понимают объем элемента или энергии, участвующий в круговороте. Интенсивность круговорота – это быстрота прохождения элементом круговоротного цикла.

Исходным моментом в изучении биокруговорота является установление динамики органического вещества того или иного сообщества. Органическое вещество, сосредоточенное в телах растений, не остается неизменным в течение года. Оно заключено в многолетних органах растений (стволы, ветви, корневища, многолетние корни) и однолетних (листья, хвоя, цветки, плоды, семена, однолетние корни). Количество вещества, заключенное в первых, ежегодно нарастает (прирост) на какую-то величину, превышающую по массе вещество отмирающих в текущем сезоне многолетних органов (отдельные ветви, участки многолетних корней); вещество, заключенное в однолетних органах, ежегодно отмирает, образуя основную массу опада (однако последний складывается также и из отмерших частей многолетних органов и особей, отмерших в процессе естественного изреживания или достигших предельного возраста).

Под *годовой динамикой* органического вещества понимается ежегодное нарастание его в процессе жизнедеятельности сообщества и последующее отмирание в конце вегетации.

Для характеристики динамики органического вещества необходимо иметь следующие данные.

Биологическая масса – общее количество живого органического вещества в надземной и подземной сферах растений сообщества с разделением на многолетние надземные, однолетние надземные и подземные части. Это подразделение дает понятие о структуре органической массы.

Мертвое органическое вещество – сумма органического вещества, заключенного в сухостойных особях, в отмерших органах, а также накопившегося в лесной подстилке, в торфяном горизонте почв и т. д.

Общий запас органического вещества – сумма биологической массы и мертвого органического вещества.

Годичный прирост – количество органического вещества, нарастающее за год как во всей надземной, так и подземной сфере сообщества.

Опад – количество органического вещества, заключенное во всех ежегодно отмирающих частях растений надземной и подземной сфер сообщества, а также в особях или отдельных частях их, отмерших в процессе старения или естественного изреживания. Листовой опад – органическое вещество, заключенное в опадающих частях, кроме отмерших стволов и крупных ветвей и опад растений напочвенного покрова.

Истинный прирост – количество органического вещества, остающееся в сообществе в результате годичного прироста за вычетом опада (по структурным частям).

Различие динамики органического вещества хвойных и лиственных лесов в значительной мере обусловлено тем, что хвоя имеет большую продолжительность жизни, чем листья. Поэтому поступление накопленного в хвое органического вещества в опад осуществляется по-особому. Не все отмирающие и возвращаемые с ежегодным опадом надземной и подземной части растительные остатки минерализуются в тот же год. Значительная их часть надолго сохраняется, подвергаясь медленным превращениям и удерживая в связанном состоянии химические элементы. Перезимовавший опад к весне образует лесную подстилку. Скорость разложения и освобождения из лесной подстилки химических элементов широко варьирует в зависимости от типа леса, его возраста, климатических особенностей.

Круговоротная система может перестать функционировать как целое, когда происходят резкие изменения в ее структуре, например при рубке леса, но затем вновь обретает черты устойчивости, когда

на вырубке появляется возобновление и т. д. Для того, чтобы интенсифицировать биокруговорот, что необходимо прежде всего для усиления процессов питания растения в звене потребления, нужно увеличить «пропускную способность» соответствующих звеньев и прежде всего найти наиболее узкое, но в то же время определяющее звено и активировать процессы именно в нем.

Продуктивность лесов – количество получаемой человеком лесной продукции с единицы площади за определенный период времени. Различают продуктивность насаждения, древостоя, фактическую, потенциальную, общую, комплексную и другие. **Продуктивность насаждения** – запас стволовой древесины, коры, сучьев, побегов, листьев и корней древостоя, а также подроста, подлеска и живого напочвенного покрова на единице площади (чаще 1 га), обычно в возрасте спелости. **Продуктивность древостоя** – количество (запас) стволовой древесины, коры, сучьев, ветвей и корней древостоя на единицы площади в возрасте спелости. **Комплексная продуктивность** – продуктивность, которая включает многостороннюю продукцию и ценности леса (древесину, побочную продукцию, экологические ценности).

Продуктивность выражают в абсолютных ( $m^3$ , т) на единицу площади (га) за единицу времени (год, оборот рубки) или относительных величинах. Основными показателями продуктивности являются, например, процент текущего прироста, бонитет насаждения.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 В чем особенность биокруговорота элементов питания в лесной экосистеме?
- 2 Какие основные показатели биологического круговорота в лесу?
- 3 Какими лесохозяйственными мероприятиями можно регулировать интенсивность биокруговорота?

### **Лабораторная работа**

**Цель:** ознакомиться с основными показателями биологического круговорота и овладеть методикой их определения в лесных насаждениях.

**Материалы и оборудование:** варианты заданий для расчета показателей круговорота; диапроектор.

## Ход работы

1 В таблице 33 указаны порядковые номера, занимаемые древесными породами по величине содержания азота и золы в листьях.

а) не делая никаких вычислений ориентировочно определить место каждой древесной породы в ряду потребности в питательных веществах;

б) определите средний порядковый номер каждой породы по содержанию азота и зольных элементов;

в) выделите из древесных пород породы: мегатрофы, мезотрофы, олиготрофы; назовите породы: ацидофилы, нитрофилы, кальциефилы.

Таблица 33 – Распределение древесных пород по содержанию азота и золы в листьях

Древесная порода	Азот (N)	Фосфор (P)	Калий (K)	Сера (S)	Кальций (Ca)	Кремнезем (Si)
Ель	9	8	7	6	7	4
Липа	1	5	2	5	4	7
Сосна	8	9	9	8	6	8
Ясень	5	1	1	1	3	6
Ильм	7	2	3	3	1	1
Береза	6	6	8	7	9	9
Дуб	2	7	6	9	8	5
Клен	4	3	4	2	2	2
Осина	3	4	5	4	5	3

2 Рассчитайте показатели круговорота питательных веществ по вариантам (таблица 34).

Результаты расчетов поместите в таблицу 35. По результатам постройте диаграмму потребления, содержания и возврата питательных веществ. Сделайте анализ и напишите заключение.

Таблица 34 – Варианты задания для расчета показателей круговорота питательных веществ

Вариант	Сосновое насаждение				Березовое насаждение			
	период расчета, лет	% вывозки элементов		способ трелевки	период расчета, лет	% вывозки элементов		способ трелевки
		при РГП	при РУ			при РГП	при РУ	
1	30	-	20	деревья	60	90	-	деревья
2	40	-	15	деревья	65	94	-	деревья
3	50	-	10	деревья	70	95	-	деревья

Таблица 35 – Потребление, содержание и возврат минеральных питательных веществ в сосновом и березовом насаждениях

Показатели	Ствол с корой		Ветви и корни с корой		Хвоя (листья), шишки		Всего	
	С	Б	С	Б	С	Б	С	Б
1 Запас фитомассы в растущем древостое, ц/га,								
% от общей фитомассы								
2 Запас элементов минерального питания в растущем древостое								
а) N, кг/га								
% от общего потребления								
б) зольных элементов, кг/га								
% от общего потребления								
3 Прирост за весь период роста, ц/га								
4 Общее потребление								
а) N, кг/га								
б) зольных элементов, кг/га								
5 Среднее за год потребление								
а) N, кг/га								
б) зольных элементов, кг/га								
6 Общий опад и отпад, ц/га								
7 Возвращено с опадом и отпадом								
а) N, кг/га								
% от общего потребления								
б) зольных элементов, кг/га								
% от общего потребления								
8 Выносятся с рубками								
а) N, кг/га								
% от общего потребления								
б) зольных элементов, кг/га								
% от общего потребления								
Содержание элементов питания в фитомассе, %								
а) N,								
б) зольных элементов,								
Содержание элементов питания в опаде и отпаде, %								
а) N,								
б) зольных элементов								

## Тема 8

### Биотические экологические факторы в жизни леса

- 1 Взаимодействие между компонентами лесного фитоценоза
- 2 Лес как источник питания и экологическая среда для фауны

#### Основные понятия по теме

Разнообразные отношения между живыми организмами называются *биотическими*. Среди биотических взаимодействий растений и животных наибольшее значение имеют трофические (пищевые) и пространственные взаимосвязи.

Ч. Дарвин различал такие **типы взаимоотношений видов** в их борьбе за существование: борьба, конкуренция, паразитизм, симбиоз, взаимопомощь. Позже все разнообразие взаимоотношений стали подразделять на антагонистические и неантагонистические.

Наиболее сложные взаимодействия между компонентами лесного фитоценоза отмечаются в смешанных насаждениях. Показателем степени напряженности взаимодействия древесных пород является *конкурентоспособность*, т.е. способность растений выдерживать неблагоприятные условия среды.

Конкурентоспособность одной и той же породы изменяется в зависимости от возраста и условий местопроизрастания: с ухудшением последних наблюдается обострение конкурентных взаимоотношений в насаждении.

М. В. Колесниченко выделяет 6 основных **типов взаимодействия древесных пород**:

- генеалогический;
- физиологический;
- биотрофный;
- биофизический;
- механический;
- аллелопатический.

Генеалогическое взаимодействие наблюдается у древесных пород при опылении цветков и образовании зачатков растений, что обеспечивает размножение вида. Перекрестное опыление предполагает более устойчивое потомство. При опылении цветков чужеродной пыль-

цой может наблюдаться как стимулирование, так и угнетение созревания своей пыльцы.

Физиологическое взаимодействие древесных пород возникает при срастании их корней, надземных частей, а также организмов и возникновение обмена между ними пластическими веществами и водой. В результате срастания вегетативных органов деревьев образуют физиологически взаимодействующее единое целое.

Различают:

- *аутопластические* срастания корней и надземных частей – наблюдаются у одного и того же индивидуума;

- *гомопластические* срастания возникают у разных особей одного и того же вида. При этом усиливается рост более крупной особи. Срастание корневых систем обнаруживаются у пихты, лиственницы, ели, сосны и других пород. После вырубki одного из компонентов таких систем усиливается рост оставшихся;

- *гетеропластические* срастания деревьев разных видов (иногда родов) встречаются реже (срастание кедра и сосны, сосны обыкновенной и крымской, кленов и ильмовых). Примером срастания индивидуумов, относящихся к разным родам, является симбиоз древесных растений с грибами-микоризообразователями, который оказывает большое значение на поглощение деревьями воды и минеральных веществ.

Биотрофное взаимодействие древесных растений происходит в ризосфере в процессе потребления и возврата элементов питания. При совместном произрастании деревья, более интенсивно потребляющие элементы питания и уменьшающие их содержание в почве, могут оказывать вредное влияние на другие породы. Возврат элементов питания происходит в процессе опада и его минерализации, а также прижизненного выделения их в ризосферу.

Биофизическое взаимодействие деревьев осуществляется в результате изменения освещенности, температуры, влажности и других факторов среды в сомкнутых лесных насаждениях.

Интенсивность такого взаимодействия зависит от:

- почвенно-климатических условий;
- густоты насаждений;
- быстроты роста и развития деревьев;
- чувствительности растений к этим изменениям.

Механическое взаимодействие возникает при переплетении корней, стволов, ветвей и встречается в виде взаимного давления и тре-



ния, охлестывания крон деревьев при раскачивании их ветром (последнее встречается наиболее часто).

Аллелопатическое или биохимическое взаимодействие осуществляется посредством выделяемых растениями особых веществ – фитонцидов. Биохимическим его называют потому, что фитонциды одних растений, проникая в организм других, вступают в биохимические реакции, которые вызывают изменение обмена веществ, а, следовательно, влияют на интенсивность различных физиологических процессов и приводят в конечном итоге к внешне заметным нарушениям нормального состояния организма.

Фитонциды нарушают нормальную работу ферментов и тем самым изменяют интенсивность процессов жизнедеятельности организма: дыхания, роста, фотосинтеза, минерального и водного питания. Действие фитонцидов зависит от их концентрации, в больших дозах они оказывают угнетающее воздействие, а в малых – стимулирующее.

Фитонциды изменяют активность и видовой состав микроорганизмов и фауны, окружающих растение. По характеру влияния фитонцидов на главную породу все древесные породы подразделяются на *активаторов* (стимулирующих жизненные процессы) и *ингибиторов* (подавляющих жизненные процессы).

В. Н. Сукачев взаимодействия среди растений подразделил на три вида: *контактные*; *трансабиотические* (конкуренция за жизненные условия) и *транслибиотические* (наблюдаются при воздействии других организмов).

Наряду с вышеуказанными фитогенными факторами большое значение в жизни лесных экосистем играют зоогенные факторы, ведь **лес является источником питания и экологической средой для представителей лесной фауны**. Животный мир лесов – его неотъемлемая составная часть, участвующая в циркуляции, трансформации и аккумуляции веществ и энергии в лесном биоценозе.

Деревья, как и другие зеленые растения, являются производителями органического вещества, или *продуцентами*. Энергия, аккумулированная лесом, становится источником энергии для фауны. Процесс формирования леса сопровождается постепенным поселением в развивающемся растительном сообществе различных видов фауны и, прежде всего растительноядных животных, для которых лесная растительность является и пищей, и средой.

Затем появляются новые виды хищной фауны и паразитов.

Лоси, питающиеся корой и почками деревьев, клесты, поедающие семена, гусеницы, питающиеся хвоей, – первые потребители энергии

растений или *первичные консументы*. Накапливая в себе, таким образом, энергию, лось становится источником ее для волков и других крупных хищников – *вторичных консументов*.

После гибели волка большая часть накопленной им энергии попадает в почву, а бактерии и другие организмы разлагая труп, превращают его в необходимые растениям питательные вещества. Выросшие на этой почве деревья осуществляют процесс фотосинтеза, и круг замыкается. Каналы, по которым осуществляется круговорот энергии, называются *цепями питания*.

Взаимное приспособление растительных и животных видов, видов хищников и паразитов, образование цепей питания в сложившихся экологических условиях развивающегося древостоя способствует формированию не только соответствующего состава растительности, но и популяций фауны. В сформировавшемся лесу складывается определенный биологический баланс, в левой части которого представлена аккумулярованная в результате роста и развития фито- и зоомасса, а в правой – все формы их использования и превращения. Растительные и зоологические части этого баланса связаны как между собой, так и с другими компонентами леса. Это значит, что условия обитания отдельных видов животных обеспечиваются не только наличием необходимой для их жизни растительности, но и другими факторами – климатическими, почвенными, геоморфологическими, антропогенными.

*Каждой климатической зоне свойственно определенное сочетание растительного и животного мира, обусловленное распределением осадков, колебаниями температуры, характером смены времен года, продолжительностью дня и ночи. Все это определяет тип лесной растительности, а, следовательно, и особенности животного мира.*

## **Вопросы для самоконтроля**

1 В чем заключаются индикаторные свойства живого напочвенного покрова?

2 Как влияет живой напочвенный покров на продуктивность древостоев? Назовите меры регулирования живого напочвенного покрова в лесу.

3 Охарактеризуйте роль бактерий и грибов в лесной экосистеме.

4 Что характеризуют пищевые цепи и экологические пирамиды в лесу?

5 Как влияет фауна на процесс естественного лесовозобновления?

6 Каким образом фауна влияет на процессы смены состава лесов?

7 Какими мероприятиями можно уменьшить вред, причиняемый лесу майским хрущом?

8 Какими мероприятиями можно уменьшить вред, причиняемый лесу пастьбой скота? Всегда ли выпас скота вреден?

## Лабораторная работа

**Цель:** на основе анализа связей между компонентами лесной экосистемы оценить влияние леса на биотическую среду и роль млекопитающих, птиц и беспозвоночных в лесных биогеоценозах.

**Материалы и оборудование:** фотографии, представители напочвенного покрова, план лесонасаждений, лесоустроительный планшет.

### Ход работы

1 Приведите примеры влияния лесных организмов на внешнюю среду. Заполните таблицу 36.

Таблица 36 – Влияние лесных организмов на внешнюю среду

Название организмов	На какой абиотический фактор влияет	Как изменяется этот фактор
Почвенная микрофауна		
Беспозвоночные		
Млекопитающие		
Древесные породы		

2 Определите положительное и отрицательное воздействие на лес различных биотических факторов. Заполните таблицу 37.

Таблица 37 – Воздействие на лес биотических факторов

Факторы	Представители	Воздействие на лес	
		Полезное	Вредное
Сапрофитные Микроорганизмы			
Беспозвоночные			
Насекомые			
Птицы			
Млекопитающие			
Растения			

3 Вставьте в текст пропущенные слова:

а) Улучшают плодородие почвы путем измельчения и превращения растительного опада в гумус (перегной) следующие живые почвенные организмы: ...

б) В борьбе с вредителями леса большую пользу приносят насекомоядные птицы ....

в) Большую пользу приносят хищные членистоногие, например ....., которые уничтожают насекомых – вредителей леса.

г) Полезны для леса сова и филин – истребители ....., полезны и ....., которые интенсивно поедают личинки хрущей.

д) Полезную роль в расселении деревьев и кустарников играют ....

е) Снижают численность вредителей леса земноводные и пресмыкающиеся ....

Пропущенные слова: микробы, бурундук, ящерица, поползень, паук-крестовик, крот, куница, кедровка, паук-ткач, змея, дождевые черви, синица, скворец, рыжий муравей, мыши, еж, дятел, кабан, беспозвоночные-сапрофаги, барсук, наездники, белка, мухи-тахины, дрозд, жаба, жуки-жужелицы, тлевые коровки.

4 Влияние на жизнь леса живого напочвенного покрова. Заполните таблицу 38.

Таблица 38 – Влияние на лес живого напочвенного покрова

Пример	Характер влияния	
	полезный	вредный
Вереск		
Вейник наземный		
Мох		
Кипрей		
Плаун, широколистные		

5 Известно, что береза отличается чрезвычайно обильным и частым плодоношением. На 1 га вырубке может быть несколько сотен млн. семян и несколько десятков тыс. всходов. Однако, к возрасту спелости березы на 1 га остается примерно 600–800 деревьев.

Вот некоторые причины, которые приводят к гибели многих особей березы и не дают им значительно распространиться на территории земного шара:

- семена вместе с травой поедают животные;
- семенами питаются многие птицы;
- семена повреждаются грибком;
- семена задерживаются в лесной подстилке и не прорастают;

- всходами питаются травоядные животные;
- семена и всходы вытаптывают люди, животные;
- мешают более высокие растения: травы, кустарники, деревья;
- семена и всходы погибают на бесплодной почве;
- в семенах мало запасных веществ;
- семена распространяются на ограниченной территории;
- всходы погибают от солнцепека;
- семена быстро теряют всхожесть.

Заполните таблицу 39, указав в каждой графе перечисленные выше причины.

Таблица 39 – Причины гибели деревьев березы в процессе роста насаждения

Внутривидовая борьба за существование	Межвидовая борьба за существование	Борьба с неблагоприятными условиями неживой природы

6 Вставьте в текст пропущенные слова:

а) Особенно большой ущерб причиняют следующие первичные вредители леса: ...; и вторичные вредители леса: ....

б) Причиняют вред растущим деревьям следующие млекопитающие, обитатели леса: .....

в) Значительно уменьшают в лесу количество семян древесных пород пернатые и четвероногие обитатели леса, например: .....

Пропущенные слова: мыши, дятел, кабан, белка, короеды, бурундук, бобры, кольчатый шелкопряд, непарный шелкопряд, хрущи, косули, усачи, зайцы, сойка, шелкопряд монашенка, лубоеды, златки, дикобразы, лоси, сосновая совка, кедровка, сосновый пилильщик, сосновая пяденица, олени.

7 Объяснить, почему:

а) из кедровых лесов вследствие массового размножения сибирского шелкопряда исчез соболь;

б) при ограждении лесных культур от зайцев деревца стали сильно повреждаться мышами;

в) неумеренная пастьба скота привела к увеличению численности непарного шелкопряда;

г) при увеличении численности волков в лесу значительно увеличилось количество букового самосева и подроста.

8 Назовите растения-индикаторы следующих условий местопроизрастания: а) почвы с проточным увлажнением; б) почвы с застойной влагой; в) лесная подстилка с мягким гумусом; г) лесная подстилка с грубым гумусом; д) почвы, богатые азотом.

## Тема 9

### Антропогенные и техногенные факторы и лес

- 1 Классификация антропогенных факторов
- 2 Техногенное загрязнение лесных экосистем и загрязнение лесов радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС
- 3 Рекреационное воздействие и хозяйственная деятельность человека и их влияние на состояние лесов

#### Основные понятия по теме

**Антропогенные факторы** – воздействие на лес человека и его деятельности. Различают **прямое** воздействие человека на лес (рубка леса, посадка леса, побочное пользование лесом, использование леса как места отдыха и т. д.) и **косвенное** (мелиорация, пожары, загрязнение атмосферы, в том числе и авария на ЧАЭС и т. д.).

Воздействия, оказываемые человеком на природную среду (лес), создают для одних видов растений и животных благоприятные условия размножения и развития, для других – неблагоприятные. И, как результат, между видами создаются новые взаимоотношения, перестраиваются пищевые цепи, возникают приспособления, необходимые для существования организмов в измененной среде. Таким образом, действия человека обогащают или обедняют лесные сообщества. Антропогенное воздействие нередко ведет к деградации и даже гибели биосистем. Более того, все больше урбанизированных территорий превращаются в зоны экологических бедствий.

Многогранное влияние человека на лес проявляется как в *стихийной* форме, так и в *сознательном* воздействии. Первая чаще связана с разрушительным действием (лесные пожары, самовольные порубки и т. д.). Вторая в большинстве случаев проявляется в созидательной деятельности человека (возобновление леса, его охрана, введение интродуцентов и т. д.). Человек вносит всевозможные изменения в лесную обстановку в процессе своей хозяйственной деятельности, особенно в отраслях – лесное хозяйство и лесная промышленность. Проводя рубку, человек в то же время изменяет микроклимат – условия светового, теплового, гидрологического, ветрового режимов в лесу. В результате создаются новые условия для роста и развития оставшихся деревьев, для появления новых поколений леса и т. д.

Современное распределение, состав, структура, состояние лесов,

лесистость определяются, прежде всего, хозяйственной деятельностью человека. Огромное влияние на состояние лесов оказывает деятельность человека вне лесных территорий, в первую очередь страдают леса от **техногенного загрязнения**.

Ежегодно на леса страны выпадает до 400 тыс. т *промышленных эмиссий*. В связи с возрастающими темпами роста промышленного производства и объемов выбросов загрязнений в атмосферу, лесные экосистемы, как важнейший стабилизирующий фактор, оказались не готовы к масштабному антропогенному вмешательству, снизили активность ростовых процессов и устойчивость. Значительный ущерб лесам, растительности лугов наносит повышенное содержание в воздухе свинца, особенно вблизи крупных автомагистралей с интенсивным автомобильным движением, приводящее к накоплению его в тканях и как следствие вызывает угнетение, а нередко гибель. Вредным для лесной растительности является пыль цементных заводов, известняка и кремниевых пород. От их действия забиваются устьица, разрушается хлорофилл, а на поверхности образуется корка.

Самым радикальным средством предупреждения загрязнений токсикантами насаждений является сокращение объемов, составов и условий выхода загрязнений в атмосферу. И примеры этому есть. В частности, Костюковичский цементный завод. Там установлены новые технологические линии и контролируемая система фильтров.

Чернобыльская катастрофа привела к *загрязнению радионуклидами* около 25 % площади лесов Беларуси. В зонах радиоактивного загрязнения расположено более 50 лесхозов отрасли. Существует проблема ведения лесного хозяйства в лесах, загрязненных радионуклидами.

Негативное влияние на леса оказывают загрязнения промышленными выбросами.

Большой ущерб лесным ресурсам наносит переувлажнение почвы, *подтопление* в результате строительства шоссейных и железных дорог.

*Осушение*, проведенное на 230 тыс. га лесов, само по себе сказалось на их состоянии не столь серьезно, как осушение сельхозземель на площади свыше 3 млн. га, приведшее к изменению водного режима и климата целых регионов страны.

По степени влияния токсических веществ на лесные экосистемы в Беларуси выделяются *пять зон комплексного техногенного загрязнения*: очень сильного, сильного, среднего, слабого комплексного техногенного загрязнения и условно чистая зона.

Концентрация населения в городах породила новый вид использо-



вания леса – отдых людей в природных условиях или **рекреация**. С развитием в нашей стране массового туризма количество посетителей леса настолько возросло, что превратилось в фактор, который нельзя не учитывать при охране леса. Посетители леса вносят крупные изменения в его жизнь: происходит уплотнение почвы, в результате чего меняется ее структура, от вытаптывания погибает напочвенный покров, подлесок и подрост. Снижаются уровень биоразнообразия и устойчивость насаждений. Леса захламляются бытовым мусором, что отрицательно сказывается на естественном лесовозобновлении. Шум отпугивает различных птиц и млекопитающих, мешает выведению потомства. Обламывание ветвей, зарубки на стволах и другие механические повреждения деревьев способствуют заражению их насекомыми-вредителями. Увеличивается частота лесных пожаров.

В настоящее время выделяют 5 стадий рекреационной дигрессии лесных насаждений:

- 1) коренные ненарушенные насаждения;
- 2) малонарушенные насаждения;
- 3) умеренно нарушенные насаждения;
- 4) сильно нарушенные насаждения;
- 5) деградированные насаждения.

Третью стадию следует считать границей устойчивости коренного фитоценоза. Обстановка в ценозе еще остается чисто лесной.

Основная задача ведения лесного хозяйства в рекреационных лесах – сохранение, улучшение оздоровительных и защитных свойств лесов и создание благоприятных условий для массового отдыха населения. Кроме чисто лесоводственных мероприятий предусматриваются работы по организации территории, строительству подъездных путей, прокладке переходных троп и туристских маршрутов, устройству водоёмов, мест отдыха, спортивных площадок, стоянок для автомашин и др.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Приведите примеры прямого и косвенного воздействия антропогенных факторов на лес.
- 2 Что входит в понятие «рекреационное использование леса»?
- 3 Как с помощью лесохозяйственных мероприятий можно сформировать устойчивые к рекреационным нагрузкам насаждения?

## Лабораторная работа

**Цель:** ознакомиться с влиянием на лес человека и его деятельности. Закрепить стадии рекреационной дигрессии лесных насаждений.

**Материалы и оборудование:** рисунки, фотографии, план лесонасаждений, план лесопарка, чертежные принадлежности.

### Ход работы

1 Докажите, что проведение указанных ниже мероприятий приносит пользу для леса:

- а) устройство искусственных гнездовий;
- б) введение в насаждение подлеска;
- в) ограничение рубок в весеннее время;
- г) локализация мест массового посещения людей;
- д) уничтожение бродячих кошек;
- е) расселение муравейников;
- ж) запрещение пастбы скота;
- з) ограждение молодняков леса;
- и) опрыскивание верхушек хвойных саженцев химическими веществами (репеллентами) для отпугивания травоядных;
- к) повреждение коры на стволах деревьев для создания на них «мозолей», рубцов и наплывов.

2 Обоснуйте последствия влияния хозяйственной деятельности человека на лес. Заполните таблицу 40.

Таблица 40 – Влияние на лес антропогенных факторов

Факторы	Влияние на лес	
	полезное	вредное
Вырубка леса		
Сенокошение		
Посадка леса		
Выпас скота		
Загрязнение атмосферы		
Мелиорация		
Пожары		
Использование леса как места отдыха		
Обработка почвы		

3 Определите оптимальную численность лосей, косуль в среднепроизводительном охотничьем уголье площадью 25 тыс. га. Норма

голов на 1 тыс. га: лосей – 5, косуль – 40. (Если в данном лесном массиве обитают два вида, то нормы снижают в 1,5 раза).

4 Опишите, какие изменения и почему произойдут в жизни дубравы, если там: а) вырубят весь древостой; б) вырубят весь кустарник и подлесок; в) химическим способом уничтожат растительноядных насекомых.

5 Схематично изменения в лесу выглядят следующим образом: хождение – вытаптывание трав, подрост и подлеска – уплотнение почвы при одновременном ухудшении структуры и водно-физических свойств – разрушение лесной подстилки – изменение состава микроорганизмов и их численности – ухудшение условий азотного и минерального корневого питания – механические повреждения тонких сосущих корней – суховершинность и отмирание отдельных деревьев – снижение сомкнутости полога, вытеснение лесных и внедрение луговых и сорных трав – прекращение самовозобновления древостоя – сукцессия коренного биогеоценоза. Где можно проследить характер отмеченных изменений (дигрессии)?

## Тема 10

### Классификация лесов

1 Геоботанические подзоны на территории Беларуси, принципы их выделения

2 Современная классификация лесной растительности Беларуси и формационная структура лесов в выделенных подзонах и округах

#### Основные понятия по теме

Беларусь находится в зоне сопряженности двух крупных геоботанических областей (*Евразийской хвойнолесной (таежной) и Европейской широколиственной*).

В качестве критерия разграничения *Евразийской таежной и Европейской широколиственной зон (областей)* на территории Беларуси взята граница области сплошного распространения ели.

В Беларуси выделено три подзоны, семь геоботанических округов и двадцать пять районов.

Геоботанические подзоны – широтно-климатические образования; они характеризуются определенным составом формаций лесной растительности и свойственными им климатически замещающими типами леса. Территория Беларуси имеет выраженную зональность по геоморфологическим, почвенно-гидрологическим и климатическим условиям, что обуславливает и зональность лесной растительности. И. Д. Юркевичем и В. С. Гельтманом (1960, 1965) выделены три геоботанические (лесорастительные) подзоны (рисунок 8):

1) широколиственно-еловые леса (дубово-темнохвойные), занимающие северную часть Беларуси и ограниченные с юга ареалом граба. Обширные пространства этой подзоны простираются по Белорусскому Поозерью, Минской возвышенности, Ошмянским грядам, Оршанско-Могилевскому плато и захватывают часть Центрально-Березинской равнины;

2) елово-грабовые дубравы (грабово-дубово-темнохвойные леса), занимающие центральную часть республики между границами ареала граба и сплошного распространения ели и охватывают равнинные пространства Предполесья (южная часть Центрально-Березинской равнины, Барановичская и Прибугская равнины), Неманскую низину и западные отроги Белорусской гряды (Копыльская гряда, Новогрудская, Слонимская и Волковысская возвышенность);

3) грабовые дубравы (широколиственно-сосновые леса), расположенные южнее границы сплошного распространения ели, простираясь по территории всего Белорусского Полесья (Брестское, Пинское, Мозырское и Деснинское Полесья).



Рисунок 9 – Распределение территории Беларуси на геоботанические подзоны и округа (по И. Д. Юркевичу, В. С. Гельтману, 1965)

Лесорастительные зоны Беларуси вытянуты в широтном направлении, поэтому в каждой из них отмечаются определенные внутризональные изменения природных условий и мозаичность растительности. В связи с этим они делятся на 7 лесорастительных районов (геоботанические округа): в подзоне широколиственно-еловых лесов – Западно-Двинский, Ошмянско-Минский, Оршанско-Могилевский; в подзоне елово-грабовых дубрав – Неманско-Предполесский и Березинско-Предполесский; в подзоне грабовых дубрав – Бугско-Полесский и Полесско-Приднепровский. Лесорастительные районы, в свою очередь, подразделяются на 25 комплексов лесных массивов, довольно однородных по типологической структуре.

### Вопросы для самоконтроля

- 1 В чем заключается зональность лесной растительности?
- 2 Кем было разработано первое геоботаническое районирование Беларуси?
- 3 Для каких целей создаются карты растительности?

## **Лабораторная работа**

**Цель:** изучить структуру и географического размещения лесов Беларуси. Ознакомиться с районированием растительности Беларуси, ее картографированием.

**Материалы и оборудование:** карта лесов РБ, таблица «Геоботаническое районирование растительности», калька.

### **Ход работы**

1 Изучите картографический материал территории Беларуси. Сопоставьте геологическую карту с географическим размещением лесов республики.

2 Ознакомьтесь с районированием лесной растительности. Покажите на карте лесов РБ лесорастительные подзоны, округа и районы. Определите принадлежность своего лесхоза к зоне, подзоне, округу и району.

3 Оформите карту территории Беларуси с подразделением ее на геоботанические подзоны и округа.

# Тема 11

## Концепции лесной типологии

### Занятие 1

#### Биогеоценотическая типология В. Н. Сукачева

- 1 Определение отличительных признаков типа леса
- 2 Усвоение биогеоценотических концепций В. Н. Сукачева и И. Д. Юркевича
- 3 Приобретение навыков правильного выделения типов леса и лесных ассоциаций

#### Основные понятия по теме

Типология В. Н. Сукачева разрабатывалась на основе изучения равнинных таежных девственных лесов СССР.

Под **типом леса** В. Н. Сукачев понимал «объединение участков леса (т. е. отдельных лесных биогеоценозов), однородных по составу древесных пород, по другим ярусам растительности и фауны, по микробному населению, по климатическим, почвенно-грунтовым и гидрологическим условиям, по взаимоотношениям между растениями и средой, по внутрибиогеоценотическому и межбиогеоценотическому обмену веществом и энергией, по восстановительным процессам и направлению смен в них. Эта однородность свойств компонентов биогеоценозов и свойств биогеоценозов в целом, объединяемых в один тип, требует при одинаковых экономических условиях применения и однородных лесохозяйственных мероприятий».

Тип леса по ГОСТу: «участок леса или их совокупность, характеризующиеся общим типом лесорастительных условий, одинаковым составом древесных пород, количеством ярусов, аналогичной фауной, требующие одних и тех же лесохозяйственных мероприятий при равных экономических условиях».

При выделении типов леса в природе и установлении границ биогеоценозов необходим *анализ рельефа*, затем в условиях однородного рельефа – *однородность почвы и растительного покрова*. При этом В. Н. Сукачев отдает предпочтение растительности как показательности территориальных границ биогеоценоза.

**Тип леса** В. Н. Сукачев определял по совокупности признаков, называл *по господствующей древесной породе, растениям-индикато-*

рам, преобладающему виду напочвенного покрова и устанавливал только для покрытых лесом земель (в отличие от украинской школы). В связи с этим каждому типу леса было дано двойное название: первое – по основной, преобладающей породе, второе – по наиболее типичным представителям для данных условий местопроизрастания древесных и травянистых растений (второму ярусу, подлеску или живому напочвенному покрову).

Для выражения связи типов леса с комплексом лесорастительных условий В. Н. Сукачев составил, применительно к лесам европейской части СССР, *эколого-фитоценотические ряды типов еловых и сосновых лесов* и объединил отдельные из них, сходные между собой, в **группы типов**.

Все классификационные схемы типов леса построены в виде системы координат. Центр на пересечении двух осей занимает сосняк кисличный или ельник кисличный. Выше в ряду А последовательно располагаются типы: сосняк (ельник)-брусничник и сосняк-беломошник, или сосняк лишайниковый. Этот ряд характеризуется постепенным повышением сухости и снижением плодородия почв. По горизонтали влево от центра располагается ряд В, характеризующийся понижением рельефа, ухудшением аэрации в связи с постепенным заболачиванием. Здесь в последовательном порядке расположены типы: сосняк (ельник)-черничник, сосняк (ельник)-долгомошник, сосняк (ельник) сфагновый и наконец сфагновое болото с сосной. *Типы леса сосняк (ельник)-кисличник, сосняк (ельник)-брусничник и сосняк (ельник)-черничник объединены в группы сосняков (ельников)-зеленомошников*. Вправо от центра расположен ряд С, характеризующийся постепенным повышением плодородия и нормальным увлажнением почв. Здесь последовательно расположены типы леса: *сосняк (ельник) липовый, сосняк лещинный и сосняк (ельник) дубовый, составляющие группы сложных сосняков (ельников)*. Ряд Д, расположенный вниз от центра, характеризуется постепенным нарастанием проточного увлажнения. Здесь размещены травяные сосняки и приручейные ельники. В схеме еловых лесов имеется дополнительный ряд Е, характеризующийся постепенными переходами от застойного увлажнения к проточному. Здесь расположены осоко-сфагновые и сфагново-травяные типы ельников.



## Вопросы для самоконтроля

- 1 Для каких условий и насаждений В. Н. Сукачев построил эколого-фитоценотические ряды?
- 2 Назовите названия групп типов соснового леса.
- 3 Как изменяется рельеф по осям AD и BC?
- 4 По какому принципу дается название типа леса? Приведите примеры.

## Лабораторная работа

**Цель:** усвоить биогеоценологических концепций В. Н. Сукачева для понимания сущности лесной типологии, правильного выделения типов леса.

**Материалы и оборудование:** фотоснимки различных типов леса и их фрагментов, лесоустроительный планшет, план лесонасаждений, таксационные описания лесничества, «Правила рубок леса...».

## Ход работы

1 Начертите по памяти эдафо-фитоценотическую схему В. Н. Сукачева, надпишите около осей, что происходит при движении от центра по вертикальной оси вверх, вниз и по горизонтали вправо и влево. Обозначьте на осях квадратами положения всех типов леса в сосновых насаждениях и надпишите их сокращенные названия, очертите группы типов леса и напишите их названия.

2 Аналогичным образом изобразите типы еловых лесов.

3 Перечислите характерные представители напочвенного покрова в следующих типах леса (таблица 41). Заполните таблицу.

Таблица 41 – Растения–индикаторы для различных типов леса сосновых и еловых лесов

Тип леса	Представители напочвенного покрова (индикаторы типов леса)
Сосняк лишайниковый	
Сосняк брусничный	
Ельник кисличный	
Сосняк долгомошный	
Ельник травяно-болотный	
Сосняк черничный	

4 Перечислите типы леса, в которых образуется грубый гумус; естественное возобновление протекает без смены пород; повышена пожарная опасность; можно выделить курортные зоны.

5 Приведите примеры описания типов сосновых, еловых, дубовых, черноольховых лесов.

6 Определите тип леса по следующим описаниям:

Еловый древостой I класса бонитета по плато. Почва супесчаная, плодородная, хорошо дренирована. Подрост из ели, дуба. В напочвенном покрове преобладает кислица, встречается майник, черника, зеленчук, мхи.

Сосновое насаждение IV класса бонитета на дюнных всхолмлениях. Почва сухая, бедная. Подрост редкий, из можжевельника, ракатника. Небольшой травяной покров из вереска и кошачьей лапки при сплошном лишайниковом ковре.

7 Вам требуется составить карту типов леса Корневской экспериментальной лесной базы. Ваши действия: предварительные, полевые и камеральные. В чем суть методики выявления типов леса?

## **Занятие 2**

### **Типология П. С. Погребняка - Д. В. Воробьева как основа для определения лесорастительных условий**

1 Определение отличительных признаков типа лесорастительных условий

2 Усвоение лесотипологической классификации Алексева-Погребняка

3 Приобретение навыков правильного определения типа лесорастительных условий по совокупности характеристик

### **Основные понятия по теме**

Опираясь на более ранние работы Г. Ф. Морозова, его современник А. А. Крюденер в 1916–1917 гг. разработал классификацию условий местопроизрастания с учетом рельефа, влажности и механического состава почвы. Дальнейшее развитие это направление получило в 20-х годах прошлого столетия в трудах Е. В. Алексева, П. С. Погребняка, Д. В. Воробьева. Типологическая классификация П. С. Погребняка для *покрытых и не покрытых* лесом земель разработана с уче-

том плодородия и влажности почвы. Все разнообразие выделенных типов леса П. С. Погребняк разместил в эдафической сетке. В ее основе заложены две классификационные ординаты: плодородие почвы и увлажнения. По плодородию почвы (трофности) выделены четыре категории: А – крайне бедные (боры), В – относительно бедные (субори), С – относительно богатые (сложные субори) и Д – богатые (дубравы). Члены трофогенного ряда (А, В, С, Д) называются *трофотопами*. В пределах трофотопов (по влажности) выделяются участки гигрогенного ряда – 0, 1, 2, 3, 4, 5 и называются *гигротопами* (0 – очень сухие, 1 – сухие, 2 – свежие, 3 – влажные, 4 – сырые, 5 – мокрые (болота). Расположив почвы по богатству по вертикали и по влажности по горизонтали, П. С. Погребняк построил своеобразную типологическую схему, назвав ее эдафической (почвенной) сеткой.

Участки леса или другой территории с одинаково плодородными почвами он назвал **трофотопами**; участки леса или другой территории, не покрытой лесом, с одинаковой влажностью – **гигротопами**; точку пересечения трофотопа и гигротопы – **эдатопом**. Каждому эдатопу (участку леса или другой территории, имеющей одинаковое плодородие и влажность почвы) он дал условное буквенно–цифровое обозначение: В<sub>2</sub> – свежая суборь, С<sub>3</sub> – влажная сложная суборь и т. п.

Классификация П. С. Погребняка характерна экологическим подходом – попыткой классифицировать типы леса, опираясь на показатели плодородия и влажности почвы в их единстве, она привлекает простотой, логичностью и законченностью построения схемы.

Однако в ряде случаев сетка отражает не те типы леса, объективно существующие в природе в настоящее время, а дает некие эталоны почвенных условий произрастания. По этой классификации в один и тот же тип леса войдут участки, покрытые и не покрытые лесом. Но лес без деревьев – не лес, поэтому неправомерно называть типом леса участок, лишенный древесной растительности. Речь может идти в этом случае о **типе условий местопроизрастания, лесорастительных условий** и т. д., а также о бывшем типе леса. Кроме того, в один и тот же тип леса включаются и древостои независимо от их происхождения, например семенные и порослевые дубравы. Трофность, понимаемая П. С. Погребняком как химическое плодородие, практически не улавливается сеткой. Понятие бор и болото, совмещаемые в сетке, несовместимы в действительности, они противоположны по своей природе.

Под **типом лесорастительных условий** П. С. Погребняк понимал «участки территории, имеющие однородный лесорастительный эф-

фект, т. е. однородный комплекс действующих на растительность природных факторов (климатических, гидрологических)».

По ГОСТу тип лесорастительных условий – «совокупность однородных лесорастительных условий на покрытых и не покрытых лесом участках».

Д. В. Воробьев развивает идеи этой же (украинской) школы, расширяя и детализируя отдельные положения. Он выделяет три типологические единицы: тип участка лесной площади или тип лесного участка, равнозначный эдактору эдафической сетки; тип леса, представляющий климатическую форму типа лесного участка; тип древостоя.

В качестве индикаторов, характеризующих богатство и влажность местообитаний и таким образом определяющих тип леса, Д. В. Воробьев, напротив, приводит огромное количество видов, около 1 000.

Д. В. Воробьев внес ценный вклад в типологическое изучение лесов СССР. Им сделана попытка построения всеобщей классификации типов леса на основе наложения классификации климатов на географические координаты и лесоводственно-типологического районирования территории, а также разработки лесотипологических методов прогноза.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Для каких условий была разработана типология П. С. Погребняка?
- 2 Почему она называется эдафической сеткой?
- 3 Назовите классификационную единицу данной классификации.
- 4 Какую роль в разработке данного типологического направления сыграли Е. В. Алексеев, Д. В. Воробьев и др. ученые типологической школы?

### **Лабораторная работа**

**Цель:** углубить представление о типологии П. С. Погребняка, научиться по совокупности характеристик правильно определять тип лесорастительных условий.

**Материалы и оборудование:** фотоснимки различных типов леса и их фрагментов, «Правила рубок леса...», таблицы И. Д. Юркевича, лесоустroительный планшет, план лесонасаждений, таксационные описания лесничества.

## Ход работы

1 Начертите по памяти эдафическую сетку П. С. Погребняка и впишите соответствующую каждому типу лесорастительных условий индикаторную растительность – древесную, травянистую. Что такое трофотопы, гигротопы и эдафотопы?

2 Разместите в эдафической сетке П. С. Погребняка типы сосновых, еловых, дубовых, черноольховых лесов Беларуси.

3 Какие типы условий местопроизрастания (по П. С. Погребняку) соответствуют следующим типам леса (по В. Н. Сукачеву): сосняк лишайниковый, сосняк долгомошный, сосняк брусничный, сосняк черничный, ельник кисличный, ельник липовый, ельник приручейный?

4 Дайте характеристику гигротопам (по П. С. Погребняку). Составьте таблицу 42.

Таблица 42 – Характеристика гигрогенного ряда эдафической сетки П. С. Погребняка

Гигротопы	Почва, степень увлажнения, уровень грунтовых вод	Господствующие древесные породы и их класс бонитета. Подлесок	Характерные представители напочвенного покрова
0 Крайне сухие местообитания (ксерофильные)			
1 Сухие местообитания (мезоксерофильные)			
2 Свежие местообитания (мезогигрофильные)			
3 Влажные местообитания (мезогигрофильные)			
4 Сырые местообитания (гигрофильные)			
5 Лесные болота (ультрагигрофильные)			

5 Определите тип леса (по В. Н. Сукачеву) и ТУМ (по П. С. Погребняку) по следующим описаниям:

– север Европейской части СССР. Состав насаждения 10С, II класс бонитета, положение слегка возвышенное, почвы песчаные. Уровень грунтовых вод (УГВ) 4 м. Подлесок (Пдл) редкий: рябина, крушина, раkitник. Пкр: сплошной: зеленые мхи (шребера, гребенчатый, этажный), редко плаун сплюснутый, грушанка однобокая, лин-

нея северная, черника, брусника (преобладает);

– север Европейской части СССР. Состав насаждения 10С, III класс бонитета, положение – в нижней части холма. Почва влажная, сравнительно бедная. УГВ 2–3 м. Пдл редкий: ива, рябина, крушина. Пкр: зеленые мхи, куманика, линнея северная, грушанка однобокая, черника (значительно преобладает);

– север Европейской части СССР. Состав насаждения 10С, IV класс бонитета, почва сырая, бедная, подстилаемая глиной. Местоположение ровное, пониженное. УГВ менее 1 м (почва заболачивается). Пдл: рябина, ива, ольха. Пкр: кукушкин лен (преобладает), куманика, молиния голубая, морошка, черника, голубика;

– север Европейской части СССР. Состав насаждения 10С, V класс бонитета, почва мокрая, бедная, торфянистая, заболоченная. Грунтовые воды выходят на поверхность. Пдл отсутствует. Пкр: сфагнум (сплошной), багульник, пушица, клюква, морошка, осоки;

– лесостепь, бассейн реки Волги. Состав: I – 9Д1Кл, II – 5Кл5Лп, почвы достаточно богатые, дренированные. Пдл: клен полевой, лещина, бересклет. Пкр: медуница, осока волосистая, сныть;

– центр Европейской части СССР. Сосняк, I класс бонитета. Почва свежая, богатая супесь с прослойками глины. УГВ 4 м. Положение – плато на водоразделе. Пдл густой из лещины. Пкр: преобладают кислица, зеленые мхи, герань лесная, купырь лесной.

## Тема 12

### Лесная растительность Беларуси

1 Определение отличительных признаков типов хвойных лесов Беларуси (по И. Д. Юркевичу)

2 Ознакомление с типологическим спектром сосновой и еловой формаций Беларуси

3 Приобретение навыков выделения типов сосновых и еловых лесов и их ассоциаций по лесоводственно–таксационным описаниям

#### Основные понятия по теме

И. Д. Юркевич первым в бывшем СССР разработал *региональную (для условий Беларуси) лесотипологическую классификацию*. Начало исследовательских работ по типологии леса проводились в Институте леса (бывшем БелНИИЛХ) в г. Гомеле. Развивая взгляды Г. Ф. Морозова и В. Н. Сукачева, в основу выделения типов леса Юркевич И. Д. и Гельтман В. С. положили почвенно-гидрологические принципы, древостой и его продуктивность, а в качестве индикаторов использовали кустарники, травы и лишайники. Они разделили типы леса на **ассоциации**, так как считали, что тип леса как тип биогеоценоза однороден, но не тождественен по его взаимодействующим компонентам и может иметь несколько различающуюся структуру. Ассоциации являются типами фитоценозов и отличаются примесью к основному ярусу древесных пород, сочетанием или обилием растений подроста, подлеска или напочвенного покрова, присущих данному типу леса.

В. С. Гельтман выделяет *следующие лесные ассоциации*, которые могут составлять тип леса: 1) возрастные; 2) эдафически сопряженные; 3) фитоценотически замещающие; 4) радиационно-экологические; 5) дигрессивно-демутационные.

В разных климатических зонах можно выделить климатически замещающие типы леса и ассоциации. Примером возрастных ассоциаций в сосняке-черничнике могут быть мшисто-черничная и можжевелово-черничная ассоциация. Первая характерна для молодых и средневозрастных насаждений, вторая – для приспевающих и спелых. Сосняк орляково-брусничный является ассоциацией, отражающей некоторое повышение плодородия почвы в сосняке-брусничнике. Изменения климатических условий на территории Беларуси вынуждают выделять на севере, например, дубравы елово-кисличные, а на юге –

грабово-кисличные. Разная степень смешения сходных по биологическим свойствам древесных пород (например, сосна и береза, дуб и ясень) может служить основанием для выделения фитоценотически замещающих ассоциаций.

По В. С. Гельтману в чистых по составу, простых по форме насаждениях с хорошо выраженным эдификатором (чаще всего из представителей напочвенного покрова) тип леса обычно представлен центральной ассоциацией, одноименной с типом леса. Предлагается выделять ассоциации в следующих случаях:

- если примесь в основном ярусе хвойных и широколиственных пород мелколиственных древесных видов составляет до 25–30 % и более общего запаса;

- если примесь в основном ярусе хвойных и широколиственных пород других видов хвойных и широколиственных равна 15–20 % и более общего запаса;

- при наличии во втором ярусе примеси другой породы в количестве не менее 20 % первого яруса или не менее 40 % общего количества деревьев во втором ярусе, где основу может составлять порода, господствующая в первом случае;

- при наличии подроста не менее 5 000 шт./га высотой не менее 1,5 м;

- в производных мелколиственных лесах (бородавчатоберезовых, осиновых, сероольховых) – при наличии коренных пород не менее 10 % общего запаса;

- наличие подлеска сомкнутостью не менее 0,3 при средней высоте не менее 1,5 м и общем количестве основного вида не менее 5 000 шт./га.

Ассоциации по живому напочвенному покрову выделяются в том случае, если примесь к основному (доминирующему) виду составляет не менее 20 % общего покрытия. При этом общее покрытие должно быть более 10 %, а примесь (содоминант) не менее 5 %.

В отдельных случаях признаком для выделения ассоциаций могут служить стойкие изменения эдатопа, в том числе антропогенного характера: степень окультуренности, мелиорация.

В типологии Беларуси И. Д. Юркевич и его ученики *выделили несколько новых типов леса* (ельник крапивный, папоротниковый; дубрава папоротниковая, сосняк орляковый и др.), а сосняк вересково-брусничный и ельник чернично-кисличный отнесли к ассоциациям.

В соответствии с классификацией И. Д. Юркевича и В. С. Гельтмана в Беларуси выделены следующие типы лесов:



– сосняки – лишайниковый, вересковый, брусничный, мшистый, орляковый, кисличный, приручейно-травяной, черничный, долгомошный, багульниковый, сфагновый, осоково-сфагновый, осоковый;

– ельники – брусничный, мшистый, орляковый, кисличный, снытевый, крапивный, папоротниковый, приручейно-травяной, черничный, долгомошный, осоково-сфагновый, осоковый;

– дубравы – орляковая, кисличная, снытевая, крапивная, папоротниковая, злаковая, пойменная, черничная.

За типами леса идут группы типов леса – лесные формации. Лесная формация – это объединение типов леса по признаку доминирования одной или нескольких пород. Все формации делятся на **коренные** (сосновые, еловые, дубовые, ясеневые, черноольховые и пушистоберезовые) и **производные** (повислоберезовые, осиновые, сероольховые и др.).

Сосновые леса могут быть чистыми по составу, и тогда их называют борами, а также с примесью ели или дуба (субори). Наиболее бедные песчаные почвы на повышенных участках занимают сосняки лишайниковые, или беломошники. Это низкобонитетные насаждения (IV или V бонитета) иногда с примесью березы бородавчатой (повислой). К этому типу леса относится менее 3 % сосняков Беларуси.

При понижении рельефа сосняки лишайниковые уступают место соснякам вересковым, брусничным и мшистым. Этот ряд характеризуется увеличением плодородия почвы. Сосняки вересковые – III бонитета, брусничные – II, а мшистые – II–I. Сосняки мшистые и вересковые – это самые распространенные типы сосновых лесов, занимающие соответственно 30 и 27 % их площади.

Сосняки черничные занимают более пониженные, влажные места с дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными почвами, охватывают около 11 % площади сосновых лесов Беларуси.

При дальнейшем понижении рельефа сосняк черничный сменяется сосняком долгомошным. По окраинам сфагновых болот можно встретить сосняк багульниковый. Это древостой IV бонитета. На верховых болотах распространены сосняки сфагновые – V–V<sup>a</sup> бонитета.

Наиболее продуктивными типами сосновых лесов (I–I<sup>a</sup> бонитета) являются сосняк орляковый и сосняк кисличный, составляющие соответственно 1 и 3 % общей площади сосняков.

В еловых лесах наиболее распространенными типами леса являются ельники: кисличный (39 %), мшистый (25,5 %) и черничный (21 %).

Наибольшее значение из всех интродуцированных древесных пород для Беларуси имеет лиственница. Ее культуры создавались в различных

лесорастительных условиях. Наибольшей продуктивностью отличаются листовяги кисличные (I–I<sup>a</sup> бонитета). Оптимальными для роста лиственницы являются супесчаные, подстилаемые суглинками и суглинистые почвы с уровнем грунтовых вод 2–3 м. Особой продуктивностью в условиях Беларуси отличаются лиственницы европейская и польская. При смешении лиственницы с елью можно получить еще более продуктивные насаждения.

Наиболее распространенными в Беларуси являются дубравы: кисличная (25 %), орляковая (21 %) и черничная (18 %). Дубрава кисличная занимает относительно ровные места с богатыми свежими суглинистыми и супесчаными почвами, подстилаемыми суглинками и глинами. Снытевая дубрава занимает более пониженные почвы, примерно такого же механического состава. Оба типа – и кисличный, и снытевый способствуют формированию древостоев дуба I и I<sup>a</sup> бонитета.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 Что лежит в основе классификационной схемы категорий ассоциаций типа леса по В. С. Гельтману?
- 2 Какова формационная структура лесов Беларуси?
- 3 Какие древесные породы Беларуси формируют производные формации?

### **Лабораторная работа 1**

**Цель:** углубить представление о типологии И. Д. Юркевича, научиться по совокупности характеристик правильно определять тип леса и лесную ассоциацию в хвойных насаждениях.

**Материалы и оборудование:** фотоснимки различных типов леса и их фрагментов, «Правила рубок леса...», таблицы И. Д. Юркевича, лесоустроительный планшет, план лесонасаждений, таксационные описания лесничества, диапроектор.

### **Ход работы**

- 1 По таблицам И. Д. Юркевича ознакомьтесь с типологическим спектром сосновой и еловой формаций республики.
- 2 По индивидуальным заданиям определите отличительные признаки типов хвойных лесов Беларуси по И. Д. Юркевичу.
- 3 Выделите типы сосновых и еловых лесов и их ассоциации по ле-

соводственно-таксационным показателям. Установите фитоценологически замещаемые и эдафически сопряженные ассоциации.

4 Составьте карту типов леса и ассоциаций на примере стационарных объектов Корневского лесничества Корневской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Б. Ваши действия: предварительные, полевые и камеральные. В чем суть методики выявления типов леса и их ассоциаций?

5 Определите типы леса по В. С. Гельтману, И. Д. Юркевичу по следующим описаниям:

Пример. – Характеристика насаждений для подзоны еловых дубрав; подзоны елово–грабовых дубрав; подзоны грабовых дубрав.

## **Лабораторная работа 2**

**Цель:** углубить представление о типологии И. Д. Юркевича, научиться по совокупности характеристик правильно определять тип леса и лесную ассоциацию в твердолиственных и мягколиственных насаждениях.

**Материалы и оборудование:** фотоснимки различных типов леса и их фрагментов, «Правила рубок леса...», таблицы И. Д. Юркевича, лесоустroительный планшет, план лесонасаждений, таксационные описания лесничества, диапроектор.

### **Ход работы**

1 По таблицам И. Д. Юркевича ознакомьтесь с типологическим спектром твердолиственных и мягколиственных формаций республики.

2 По индивидуальным заданиям определите отличительные признаки типов твердолиственных и мягколиственных лесов Беларуси по И. Д. Юркевичу.

3 Выделите типы твердолиственных и мягколиственных лесов и их ассоциации по лесоводственно-таксационным показателям. Установите фитоценологически замещаемые и эдафически сопряженные ассоциации.

4 Составьте карту типов леса и ассоциаций на примере стационарных объектов Корневского лесничества Корневской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Б. Ваши действия: предварительные, полевые и камеральные. В чем суть методики выявления типов леса и их ассоциаций?

## Тема 13

### Возобновление леса

- 1 Понятие об естественном возобновлении леса, виды возобновления и размножения
- 2 Методы изучения лесовозобновления и шкалы его оценки
- 3 Семенное и вегетативное возобновление леса
- 4 Недостатки и преимущества семенного и вегетативного возобновления леса

#### Основные понятия по теме

**Возобновление леса** – это процесс восстановления основного компонента леса – древесной растительности, вслед за которой появляются и другие характерные для леса черты: напочвенный покров, подстилка, подлесок, бактериальная флора и т. д., т. е. возобновление лесного сообщества (биогеоценоза или экосистемы). От возобновления леса (лесовозобновления, лесовосстановления) следует отличать понятие *лесоразведение*, т. е. разведение леса на территориях, не бывших ранее под лесом.

Возобновление леса разделяют на естественное, искусственное и комбинированное (смешанное).

*Искусственное возобновление леса* – посев или посадка человеком нового поколения леса. *Комбинированное возобновление* – это сочетание естественного и искусственного возобновления на одном и том же участке.

*Естественное возобновление леса* – биолого-экологический процесс образования нового поколения леса естественным путем. Оно происходит под пологом леса и на вырубках (гарях, пустырях, прогалинах). Этим процессом можно управлять: сохранять подрост хозяйственно-ценных пород при лесосечных работах; оставлять специальные семенные деревья; подготавливать почву для прорастания семян и т. п.

По времени появления возобновление леса бывает *предварительным*, возникающим под пологом леса до его рубки; *сопутствующим*, образующимся также под пологом леса в результате постепенных и выборочных рубок; *последующим*, появляющимся на вырубке после удаления древостоя.

Возобновление леса бывает *семенным*, связанным с половым размножением, и *вегетативным*, т. е. бесполом.

Возобновление, при котором молодое поколение леса образуется из семян, называется *семенным*. Семенное возобновление – единственный способ восстановления хвойных пород.

Успешность естественного семенного возобновления леса зависит от наличия и характера источников обсеменения, достаточного количества всхожих семян, благоприятных условий для прорастания семян, укоренения всходов и дальнейшего роста самосева. Для успешного семенного возобновления необходимо сочетание всех перечисленных условий.

Естественное вегетативное возобновление древесных пород может происходить *пневой порослью, корневыми отпрысками и отводками*.

Хорошо возобновляются *пневой порослью* и длительное время сохраняют побегопроизводительную способность дуб, ясень, клен, липа, граб, ильмовые, береза, ольха черная. Большое хозяйственное значение (чаще отрицательное) имеет исключительная способность осины размножаться *корневыми отпрысками*. Осина размножается таким путем на всей территории своего ареала. Осина корнеотпрыскового происхождения на сплошных вырубках размножается и разрастается очень быстро, количество появляющихся отпрысков исчисляется десятками и сотнями тысяч штук на га. Корневыми отпрысками размножаются такие виды тополей, как белый, черный, лавролистный и другие, а также ольха серая, акация белая, рябина и др. *Отводки* образуют пихта, ель, липа, клен татарский и многие кустарники (лещина, бересклет, смородина и др.). Для лесного хозяйства размножение отводками практического значения почти не имеет.

Для хозяйственно-практических и научных целей необходима *оценка возобновления*, включающая комплекс различных методических подходов. Успешность возобновления определяется *густотой или численностью* особей молодого поколения леса на единицу площади (в переводе на 1 га), его *составом, возрастом, ростом, состоянием и качеством, характером размещения*, продолжительностью периода возобновления. В качестве показателя иногда применяется *встречаемость подроста*.

Изучение естественного возобновления леса в натуре осуществляется экспедиционным, стационарным путем или их сочетанием. При этом выявляется роль всех основных факторов, обуславливающих успех или неудачи возобновления. С этой целью применяются закладка проб, взятие моделей, образцов и пр.

Для оценки успешности естественного возобновления под пологом леса и на вырубках применяются специальные шкалы (ВНИИЛМ, Лесоустроительной инструкции, И. Д. Юркевича и Д. С. Голода, Б. Д. Жилкина, Н. М. Горшенина и др.). В них учитываются количество и качество подроста всех или только ценных (или отдельно хвойных, твердолиственных и мягколиственных) пород, а также высотная или возрастная структура подроста.

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое предварительное, последующее и сопутствующее возобновление?
- 2 Какие виды вегетативного возобновления вы знаете?
- 3 Какие древесные породы возобновляются корневыми отпрысками?
- 4 В чем преимущества и недостатки семенного и вегетативного возобновления?

### Лабораторная работа 1

**Цель:** усвоить виды естественного возобновления леса и их хозяйственное значение; приобрести навыки определения категорий возобновления леса.

**Материалы и оборудование:** фотоснимки различных типов леса и вырубок, «Правила рубок леса...», шкалы оценки естественного возобновления.

### Ход работы

- 1 Приведите примеры о плодоношении древесных пород. Заполните таблицу 43 для основных лесообразующих пород Беларуси.

Таблица 43 – Показатели плодоношения

Условия и показатели плодоношения	Примеры
1	2
Особенности опыления	
Погодные условия, их отрицательные воздействия	
Наступление регулярного плодоношения, т.е. возраста возобновительной спелости, или возмужалости	

### Окончание таблицы 43

1	2
Периодичность плодоношения или повторяемость семенных годов	
Успешность плодоношения	
Максимум плодоношения (основная масса урожая)	
Сроки созревания семян	
Длительность опадения семян	
Биологические свойства пород	
Условия местопроизрастания	

2 Дайте сравнительную оценку семенного и порослевого возобновления. Данные занесите в таблицу 44.

Таблица 44 – Преимущества и недостатки семенного и вегетативного возобновления

Семенное возобновление		Вегетативное возобновление	
преимущества	недостатки	преимущества	недостатки

3 Расположить основные отличительные признаки деревьев и насаждений вегетативного происхождения в таблице 45.

Таблица 45 – Отличительные признаки деревьев и насаждений разного происхождения

Признаки	Семенное происхождение	Вегетативное происхождение
Форма ствола	Деревья имеют прямой ствол	
Расположение стволов по площади участка	Стволы деревьев расположены одиночно	
Развитие корневой системы	Корни одинаково развиты во всех направлениях	
Особенности расположения на поперечном срезе годичных колец	Годичные кольца на поперечном срезе вначале мелкие, затем широкие	
Время наступления кульминации роста	Кульминация роста наступает позже, чем у порослевых деревьев	
Долговечность	Деревья долговечны	
Технические качества древесины	Качество древесины хорошее	

4 Объясните зависимость плодоношения от перечисленных в таблице 46 факторов. Заполните таблицу 46.

Таблица 46 – Влияние различных факторов живой и неживой природы на плодоношение деревьев

Факторы	Объясните и приведите примеры
Класс роста	
Тип развития дерева	
Почвенные условия	
Бонитет	
Полнота насаждения	
Насекомые	
Болезни	
Ветер	
Заморозки	
Осадки	
Климат	

5 Укажите категорию возобновления леса. Заполните таблицу 47.

Таблица 47 – Категории возобновления

Пример возобновления	Категория возобновления
Появление поросли дуба после рубки	
Оставление семенников, семенных куртин	
Изреживание верхнего полога для увеличения плодоношения перед рубкой леса	
Появление самосева на вырубке после ее огораживания	
Обсеменение места рубки в процессе постепенной рубки	

## Лабораторная работа 2

**Цель:** усвоить этапы семенного возобновления леса и факторы, влияющие на его успешность; приобрести навыки определения количества подроста на 1 га, оценки успешности процесса естественного возобновления.

**Материалы и оборудование:** коллекция самосева основных древесных пород, рисунки, «Правила рубок леса...», шкалы оценки естественного возобновления.



## Ход работы

1 На участке размером 1 000x500 м рядами заложены учетные площадки. Расстояние между рядами площадок 200 м, в рядах – 10 м. Какое количество площадок приходится на 1 га и на весь участок? Нарисуйте схему размещения площадок на участке.

2 При учете естественного возобновления на 20 учетных площадках 2x2 м обнаружено 60 растений подроста. Определите количество подроста на 1 га.

3 Определите, пользуясь таблицей 48: количество подроста (ПДР) на *i*-учетной площадке; среднее количество подроста на учетной площадке; среднее количество подроста на гектаре по каждой группе высот; общее число подроста на гектаре; встречаемость подроста.

Для расчета используйте следующие формулы:

$$N_{\text{ср.пл.}} = \frac{(N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n)}{n_{\text{общ}}};$$

$$N_{\text{ср.га}} = \frac{10000 * N_{\text{ср.}}}{S_{\text{пл}}};$$

$$r = \frac{n_{\text{пдр}}}{n_{\text{общ}}},$$

где  $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$  – количество подроста на учетной площадке;

$n_{\text{общ}}$  – общее количество учетных площадок;

$n_{\text{пдр}}$  – общее количество площадок, где имеется не менее 1 экземпляра подроста;

$S_{\text{пл}}$  – размер учетной площадки, м<sup>2</sup>;

$r$  – коэффициент встречаемости подроста, %.

4 По данным таблицы 49 постройте график зависимости количества подроста сосны от полноты древостоя. Дайте анализ хода естественного возобновления в зависимости от полноты и типа леса. Для варианта 1 определите средний годичный прирост подроста по высоте, постройте график и проанализируйте его по полнотам и типам леса.

Таблица 48 – Учет жизнеспособного елового подроста под пологом насаждения 6Е2Б2Ос, 3 бонитет, Р=0,8, тип леса Е. чер. (S пл. = 10 м<sup>2</sup>)

Номер пло- щадки	Подрост, экз.				Номер пло- щадки	Подрост, экз.			
	мелкий 0,1–0,5 м	средний 0,6–1,5 м	крупный более 1,5 м	ИТОГО		мелкий 0,1–0,5 м	средний 0,6–1,5 м	крупный более 1,5 м	ИТОГО
1	1	1	1		16	0	1	1	
2	2	3	3		17	1	2	1	
3	1	1	0		18	0	0	0	
4	1	2	1		19	2	3	2	
5	2	4	2		20	2	2	1	
6	0	0	0		21	2	3	1	
7	0	2	1		22	1	2	0	
8	3	2	2		23	3	4	2	
9	3	5	2		24	0	1	0	
10	0	0	0		25	2	3	1	
11	1	3	1		26	2	3	2	
12	1	2	1		27	0	0	0	
13	1	1	0		28	1	2	1	
14	2	3	2		29	2	2	2	
15	2	2	1		30	1	2	2	

Таблица 49 – Оценка возобновления по различным шкалам

Ва- ри- ант	Тип леса	Состав древостоя	Воз- раст, лет	Пол- нота	Характеристика подроста сосны			Оценка возоб- новления по шкале	
					тыс. шт/га	ср. воз- раст, лет	ср. высота, см	ВНИИЛМ	Юркевича, Голода
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	С. вер.	9С1Б	90	0,3	51,5	5	82		
		9С1Б	80	0,4	105,8	4	67		
		9С1Б	90	0,5	86,8	4	62		
		9С1Б	105	0,6	69,3	3	43		
		10Сед Б	80	0,7	46,5	4	44		
	С.ор.	7С3Б	80	0,3	2,7	8	96		
		10СедБ	105	0,4	2,0	5	54		
		7С3Б	90	0,5	70,9	6	64		
		7С3Б	90	0,6	44,8	5	61		
		7С3БедД	90	0,7	10,5	4	50		
2	С.бр.	9С1Б	80	0,3	48,5	5	42		

Окончание таблицы 49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		9С1Б	90	0,5	60,0	3	38		
		8С2Б	90	0,5	60,0	3	38		
		10СедБ	100	0,6	95,0	4	38		
		9С1Б	85	0,7	45,2	2	26		
		10СедБ	95	0,8	42,0	3	27		
	С.мш.	10СедБ	85	0,9	33,0	2	17		
		10С	70	0,4	36,7	5	64		
		9С1Б	90	0,5	57,7	3	35		
		10СедБ	65	0,7	21,0	3	24		
		9С1Б	100	0,8	20,7	3	18		
		10С	85	0,9	12,5	2	17		
3	С.чер.	9С1БедОс	80	0,3	11,7	2	14		
		10СедБ	85	0,4	12,5	3	13		
		10СедБ	75	0,5	13,2	2	12		
		9С1БедОс	85	0,6	9,0	2	11		
		10СедБ	70	0,7	10,7	2	10		
		9С1БедОс	90	0,8	8,2	1	7		
		9С1БедД	80	0,9	6,5	1	8		
	С.кис.	9С1Б	65	0,4	3,6	2	18		
		7С3БедД	95	0,5	2,4	2	17		
		9С1Б	75	0,6	2,4	2	14		
		10С	95	0,7	5,2	1	12		
		8С1Д1Б	60	0,8	0,4	3	15		
	С.дм.	5С4Б1Ос	80	0,4	1,2	2	29		
		9С1Б	60	0,5	5,0	2	22		
		8С2Б+Ос	90	0,6	12,3	1	7		
		10СедБ	85	0,7	3,0	2	18		
		8С2Б+Ос	95	0,8	9,6	1	8		

## Тема 14

### Закономерности роста и формирования леса

- 1 Дифференциация деревьев в лесу и естественное изреживание, его причины
- 2 Возрастные изменения и возрастная структура лесов
- 3 Формирование состава и структуры древостоев, условия создания чистых и смешанных, простых и сложных древостоев

#### Основные понятия по теме

**Рост** – увеличение объема, веса, высоты и диаметра растения независимо от того, за счет каких частей растения это увеличение произошло. Рост легко наблюдать, можно измерять; происходит он постепенно, но с разной интенсивностью. Рост дерева характеризуется его приростом, т. е. увеличением высоты, диаметра и объема в результате деятельности камбия в течение вегетационного периода.

**Развитие** – качественные изменения, происходящие внутри растений в период времени от прорастания до появления на данном растении своих семян. Развитие – скрытый процесс. Развитие отличается от роста тем, что оно при одинаковом росте может быть различным и определяться по внешним морфологическим, таксационным и физиологическим признакам.

В лесоводстве различие деревьев в лесу по росту и развитию называется *дифференциацией деревьев в насаждении*.

Закономерное уменьшение числа деревьев в насаждении с возрастом называется *естественным изреживанием*. Этот процесс является одним из основных законов жизни и развития леса, он лежит в основе теории рубок ухода.

**Причины** дифференциации деревьев в лесу: экологические условия, наследственность деревьев.

Чтобы изучить закономерности роста и развития насаждения и регулировать закон естественного изреживания дерева в насаждении необходимо классифицировать. Самой популярной и простой в употреблении является классификация деревьев по росту и развитию, предложенная в 1884 г. немецким лесоводом Крафтом.

По *классификации Крафта* в насаждении выделяется 2 группы деревьев: господствующие и подчиненные, а в пределах этих групп выделяются 5 классов, причем IV и V имеют подклассы «а» и «б».

Основными критериями выделения деревьев являются: рост (высота) и развитие (характер кроны). Крона – важный показатель, т. к. по внешнему виду ассимиляционного аппарата можно судить об интенсивности процессов фотосинтеза. Так, у господствующих деревьев крона симметрична, хорошо развита, компактна.

#### 1 группа – *Господствующие деревья*

I класс – самые крупные деревья в насаждении, отличаются лучшим ростом, хорошо развитыми разросшимися кронами, иногда с толстыми закомелистыми стволами, высота деревьев в 1,15–1,25 раз превышает среднюю высоту, очень хорошо плодоносят. Таких деревьев в насаждении 5 %.

II класс – крупные деревья, хороший рост, более компактная крона, высота деревьев в 1,10–1,15 раз превышает среднюю высоту, хорошо плодоносят. Таких деревьев в насаждении 20–40 %.

III класс – средние деревья. Занимают промежуточное положение между господствующей частью полога и угнетенной. Крона компактная, по размерам – средняя. Высота деревьев составляет 0,95–1,00 средней высоты. Деревья плодоносят, но относительно деревьев I класса примерно на 1/3. Таких деревьев в насаждении 20–30 %.

#### 2 группа – *Подчиненные деревья*

IV класс – угнетенные деревья, отстающие в росте с узкой, асимметричной кроной, не плодоносят. Явные признаки угнетения, крона входит в лесной полог лишь верхней частью. Таких деревьев в насаждении 20–30 %.

IV<sup>a</sup> класс – деревья с узкой кроной, но относительно симметричной, освещенной в верхней части, т. к. верхней частью входит в лесной полог.

IV<sup>b</sup> класс – деревья с асимметричной, флагообразной кроной. Освещена лишь часть кроны.

V класс – усыхающие и сухие деревья. Явные признаки длительного угнетения. Крона расположена под лесным пологом. Таких деревьев в насаждении может быть до 10 %.

V<sup>a</sup> класс – имеющие в кроне живые ветви.

V<sup>b</sup> класс – с сухой кроной.

Классификация Крафта применима в чистых одновозрастных древостоях. Оценка ведется по сомкнутым био группам.

В лесоводстве при оценке возрастных изменений существуют две основные классификации насаждений по возрастным этапам – *лесохозяйственная и биологическая*. По лесохозяйственной классификации насаждения подразделяются на пять возрастных периодов (этапов):

**молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные.**

При определении группы возраста древостоя необходимо учитывать возраст спелости древостоя – возраст, в котором древостой приобретает количественные и качественные показатели, наиболее отвечающие целям хозяйства.

По биологической классификации в ходе формирования лесных насаждений выделяют несколько характерных этапов:

– *этап возобновления* включает период от появления всходов до смыкания крон молодых деревьев (до 10 лет);

– *юношеский* – продолжается до начала устойчивого и богатого плодоношения древесных растений (для хвойных до 35 лет, для лиственных до 25 лет);

– *этап зрелости* – характеризуется стабильностью биологического круговорота веществ и энергии (для хвойных до 80 лет, для лиственных до 50 лет);

– *этап старения* характеризуется окончанием его роста в высоту.

Образование чистых и смешанных древостоев и их территориальное размещение зависят от целого комплекса факторов. В благоприятных климатических и почвенных условиях образуются, как правило, смешанные древостои, в неблагоприятных – чистые.

**Чистые** древостои. Основная причина образования и существования устойчиво чистого древостоя заключается в его полном соответствии тем или иным условиям произрастания, неприемлемым для других древесных пород. На первоначальных этапах образования и существования чистого соснового древостоя борьба за сохранение вида проявляется в борьбе всходов и самосева с травянистой растительностью. На этапе жердняка обостряется борьба между деревьями, но она не приводит к исчезновению вида, и процесс формирования древостоя продолжается вплоть до достижения насаждением возраста спелости, если положение не осложняется какими-то дополнительными факторами.

**Смешанные** древостои. В большинстве случаев образование наиболее устойчивого и продуктивного древостоя обеспечивается биологической совместимостью разных древесных пород при благоприятных условиях. На черноземах лесостепи растут смешанные древостои из дуба и его многочисленных спутников – клена, липы, ильмовых, ясеня и др.

В смешанном древостое наряду с благоприятными межвидовыми взаимовлияниями и взаимодействиями происходит острая межвидо-

вая борьба: нередко дуб подавляется осиной, сосна – березой, осиной, елью. Хотя дуб и ясень совместно и образуют смешанные древостои, но в зависимости от степени влажности почв их позиции несколько изменяются, при этом в сухих и влажных условиях позиции дуба сильнее, чем ясени, в свежих лесорастительных условиях доминирует ясень. Взаимовлияния и взаимоотношения в смешанных древостоях проявляются через физические и физиолого-биохимические воздействия, которые могут быть прямыми и косвенными, положительными и отрицательными. С учетом этого, а также экономических требований, смешанные древостои имеют свои достоинства и недостатки.

**Простые и сложные древостои.** Процесс образования простых и сложных древостоев в природе подчинен тем же закономерностям, которые присущи чистым и смешанным насаждениям. Сюда следует отнести эдафические условия местопроизрастания, степень изменчивости экологического режима, биотические факторы, биологию и экологию древесных пород. Форма древостоя также тесно связана с возрастным строением. На богатых, оптимально увлажненных для данной породы или группы пород почвах формируются сложные по форме древостои. Так, насаждения лесостепи европейской части СССР характеризуются большой сложностью строения, особенно дубравы. Это, как правило, трехъярусные многопородные древостои. В дубравах Закавказья встречаются четырехъярусные насаждения с ясенем в первом ярусе, дубом – во втором, грабом, кленом, липой – в третьем и грабинником – в четвертом. Сложные и многоярусные древостои свойственны влажным тропическим и субтропическим лесам.

В условиях Беларуси светолюбивые породы способствуют образованию сложных насаждений, нижние ярусы при этом формируются из теневыносливых пород.

Насаждения таежных лесов представлены в основном одно-, двухъярусными, редко трехъярусными древостоями, включая подлесок.

Любые крайние условия, как в сторону недостатка, так и в сторону избытка какого-либо фактора среды, ведут к образованию фитоценозов самого простого строения. С улучшением климатических и почвенных условий одновременно с составом усложняется и форма древостоя. В сложных насаждениях проявляются многосторонние взаимосвязи: между особями одной и разных древесных пород одного яруса и разных ярусов, влияние верхнего яруса на нижний. Эти взаимосвязи определяют как конкурентные межвидовые и внутривидовые отношения, так и отношения взаимоблагоприятствования. Преимуще-

ства и недостатки простых и сложных насаждений во многом аналогичны чистым и смешанным, ибо сложные древостои обычно являются и смешанными, а чистые – чаще всего простыми.

### **Вопросы для самоконтроля**

1 Какие основные факторы влияют на рост насаждения? Приведите примеры.

2 Какие качественные этапы раскрывает лесохозяйственная классификация насаждений?

3 Кратко охарактеризуйте качественные этапы развития по биологической классификации насаждений.

4 На основании каких параметров ведется выделение деревьев по классам Крафта?

### **Лабораторная работа 1**

**Цель:** научиться устанавливать классы роста по Крафту, по продуктивности и хозяйственно-биологической категории.

**Материалы и оборудование:** рисунки, плакаты, таблицы хода роста сосновых, еловых, дубовых древостоев, данные измерений деревьев на пробной площади, «Правила рубок леса...», диапроектор.

#### **Ход работы**

1 Внимательно рассмотрите плакат «Классификация деревьев по росту». Объясните причины дифференциации деревьев по классам роста, выявив роль в этом явлении: качества семян, микрорельефа, освещения, тепла, почвенных условий, биологических свойств породы, типа кроны, густоты древостоя, возраста насаждения, наследственности и других факторов.

2 Пользуясь данными таблиц хода роста нормальных насаждений, составьте для сосны, ели и дуба графики: естественного изреживания (убывания числа стволов на 1 га с возрастом), хода роста по высоте, диаметру и запасу.

Для графиков хода роста на осях абсцисс 10 лет равняется 0,5 см, осях ординат 5 м высоты – 2,5 см, 5 см диаметра равняется 1 см, 100 м<sup>3</sup> запаса – 1 см. По каждому признаку для всех пород вычерчивается один график с обозначением кривых разными линиями; для одной из пород составьте графики для I и III классов бонитета.



Ответьте на вопросы:

Как изменяется число стволов, высота, диаметр и запас в зависимости от возраста, породы и бонитета?

На какой возраст приходится наиболее интенсивный отпад (50 % всех деревьев)?

На какие годы приходится наиболее интенсивный прирост по высоте, диаметру, запасу (наиболее крутые участки кривых)?

3 Каждому дереву установите класс роста по Крафту; класс продуктивности по Жилкину; хозяйственно-биологическую категорию по «Правилам рубок...». Данные внесите в таблицу 50.

Таблица 50 – Классификация деревьев в насаждении

№ дерева	Д, см	Качество ствола	Качество кроны	Класс роста	Класс продуктивности	Хозяйственно-биологическая категория
1	18,8	дел.	хорошее			
2	14,6	дел.	среднее			
3	15,1	дров.	плохое			
4	38,7	дел.	хорошее			
5	26,4	дел.	хорошее			
6	14,1	дел.	плохое			
7	24,6	дел.	хорошее			
8	28,0	дел.	хорошее			
9	16,2	дел.	плохое			
10	36,1	дел.	хорошее			
11	18,7	дел.	хорошее			
12	24,0	дел.	хорошее			
13	16,2	дел.	среднее			
14	27,6	дел.	хорошее			
15	12,5	дров.	плохое			
16	32,1	дел.	хорошее			
17	14,2	дел.	плохое			
18	37,4	дел.	хорошее			
19	15,3	дел.	хорошее			
20	22,8	дел.	хорошее			
21	13,0	дров.	плохое			
22	36,4	дел.	хорошее			
23	18,1	дел.	хорошее			
24	23,4	дел.	хорошее			
25	11,8	дров.	плохое			

4 На основании данных по лесному заповеднику (таблица 51) выявите конкретные связи между признаками древостоя и показателями роста с помощью построения уравнения множественной регрессии.

Решение уравнения провести на ПЭВМ.

Таблица 51 – Исходные данные для моделирования связей таксационных показателей с положением деревьев в древостое

Класс Крафта	Диаметр ствола на 1,3 м, см	Высота деревьев, м	Протяженность кроны, м	Диаметр кроны, м	Эксцентricность кроны, %	Текущий прирост по диаметру, мм/10 лет
I,0	26,8	24,2	11,3	4,0	17,6	12,5
I,5	25,0	23,4	11,3	3,5	21,6	9,1
II,0	22,1	22,0	9,9	3,4	25,7	9,1
II,5	19,2	21,0	9,3	2,8	29,0	7,1
III,0	17,0	18,8	8,1	2,9	38,5	5,4
III,5	14,5	17,6	7,4	2,3	46,7	3,6
IV,0	12,0	14,9	6,3	2,4	44,4	1,8
IV,5	9,9	11,8	5,2	2,4	52,6	1,6
V,0	10,6	11,7	4,1	2,3	62,2	1,5

Примечание - Эксцентricность кроны выражена коэффициентами вариации восьми измерений радиуса кроны.

На основании уравнения множественной регрессии сделайте качественный анализ роста отдельных категорий деревьев.

## Лабораторная работа 2

**Цель:** раскрыть содержание понятий – формирование, рост и развитие, усвоить возрастные периоды в жизни леса и этапы формирования лесных фитоценозов, научиться выделять их по лесоводственно-таксационной характеристике древостоя.

**Материалы и оборудование:** данные измерений деревьев на пробной площади, таблицы хода роста сосновых, еловых, дубовых древостоев.

### Ход работы

1 Составьте таблицу о достоинствах и недостатках чистых и смешанных насаждений, охарактеризовав их с точки зрения экологической устойчивости, продуктивности, выполнения защитных функций, технологичности производства в них лесохозяйственных мероприятий и лесозаготовительных работ.

2 В таблице 52 приведены данные по приросту в высоту и высоты сосны. Определите средний прирост. Прирост по высоте за период

времени определяется как частное от деления суммы всех измерений на число измерений:

$$M = \sum \frac{x}{n},$$

где  $\sum x$  – сумма приростов по высоте, м,  
 $n$  – число измерений, шт.

Таблица 52 – Динамика роста сосны в высоту

Показатели роста	Годы												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Прирост по высоте, м	0,1	0,3	0,3	0,5	0,3	0,7	0,6	0,8	0,4	0,7	0,8	0,5	0,7
Высота дерева, м	0,2	0,5	0,8	1,3	1,6	2,3	2,9	3,7	4,1	4,8	5,6	6,1	6,8

3 Используя лесоводственно-таксационную характеристику насаждений для каждого таксационного выдела определите класс возраста, группу возраста древостоя, этап формирования лесного фитоценоза. Данные занесите в таблицу 53.

Таблица 53 – Определение этапов формирования насаждения

№ кв.	№ выд	Группа леса	Характеристика насаждения (состав, тип леса, ТУМ, возраст, бонитет, характеристика ПРД)	Этапы формирования		
				класс возраста	группа возраста	возрастной этап
7	1	II	10С+Б, С. бр., А <sub>2</sub> , 35 лет, III б., ПДР 10С, 6,0 тыс. шт./га			
1	15	I	7Д2С1Б, Д. чер., С <sub>3</sub> , 50 лет, III б., Пдл. Лещина, рябина, густой			
28	5	II	7Ос3Б, Ос. кис., Д <sub>3</sub> , 70 лет, I б., ПДР 5Д5Кл 3,0 тыс. шт./га			
115	3	II	10С, С лиш. А <sub>1</sub> , 85 лет, V б., ПДР 10С, 4,0 тыс. шт./га			
13	25	I	6Е1С3Ос, Е кис. С <sub>2</sub> , I б., ПДР 10Е, 10,0 шт./га			

4 По данным таблицы 54 установите, как влияет возраст на рост светолюбивых и теневыносливых пород? Сделайте анализ результатов.

Таблица 54 – Влияние возраста на рост насаждений

Порода	Размер годичного прироста по высоте, см	
	в 15-летнем возрасте	в 55-летнем возрасте
Лиственница	67	32
Береза	70	20
Сосна	80	28
Осина	60	25
Дуб	25	40
Бук	32	43
Пихта	25	43

## Тема 15

### Сукцессии и климакс лесных экосистем

1 Смены состава древостоев в естественных условиях, причины и классификация смен

2 Планирование лесохозяйственных мероприятий по предупреждению смены пород

#### Основные понятия по теме

Всякое растительное сообщество в процессе развития подвержено качественным и количественным изменениям. Одна форма растительного покрова сменяет другую, одно качество заменяется другим.

Процессы, состоящие в необратимой перестройке фитоценозов и ведущие к замене их другими, называются *сменами или сукцессиями*, сукцессионными изменениями.

Причины смен пород различны. Одни из них – *внутренние* – находятся в природе самих ценозов, другие – *внешние* – результат воздействия на фитоценозы внешних факторов. Те и другие влияют одновременно и в зависимости друг от друга. Действие внутренних причин может быть усилено или ослаблено благоприятным или неблагоприятным влиянием внешних факторов, на которые в той или иной степени реагирует фитоценоз.

#### **Внутренние причины:**

– способность к размножению растений, которая проявляется в зависимости от условий существования и от приспособленности к ним. Приспособленность к этим условиям у одних видов выше, у других – ниже. Возникает борьба за место. Это одна из «движущих сил» или внутренних причин сукцессий;

– борьба за свет, воду, питательные вещества, которая непрерывно происходит между компонентами фитоценоза. Изреживание и гибель части компонентов означает освобождение места и возможность занять его другими видами растений. Эти «движения» в ценозе изменяют его состав и строение;

– миграция в данный фитоценоз видов извне, что также является результатом их размножения и расселения;

– всякий фитоценоз, влияя на воздушную и почвенную среду местообитания, изменяет ее. Иногда преобразование ценоза заходит так далеко, что становится менее пригодным для одних его компонентов

и более пригодным для других. Это приводит в движение и остальные «движущие силы», усиление размножения одних видов, ослабление других, внедрение мигрантов извне;

– эволюция растений, т. е. преобразование видов – компонентов ценоза в другие виды. Каждый вид специфичен, каждый новый вид отличается от своих предков иным отношением к абиотической и биотической средам. Новообразование видов неизбежно приводит к новой системе взаимоотношений между растениями и средой, к смене фитоценозов.

Классик отечественного лесоводства *Г. Ф. Морозов* выделял две группы *внешних* причин смены пород: климатические и антропогенные. *В. Н. Сукачев* среди прочих причин, вызывающих смены, выделил *экзоэкогенетические*, т. е. происходящие под влиянием изменения *экологических условий, вызванных внешними причинами*:

- климатогенные;
- эдафогенные;
- пирогенные;
- зоогенные;
- антропогенные.

Сообщества организмов, которые в течение периода существования экологических систем не сменяются на другие сообщества, называются *климаксовыми*.

**Современная оценка смены пород.** В некоторых лесорастительных условиях мягколиственные породы дают ценные сортименты и удовлетворяют экономические потребности отдельных регионов. Однако смену хвойных пород и дуба мягколиственными породами следует допускать в ограниченных масштабах, поскольку в результате таких смен снижается общая продуктивность, а также товарность и таксовая стоимость насаждений. Поэтому смена пород может быть положительной и желательной только в том случае, если в тех или иных лесорастительных условиях менее ценная порода сменяется более ценной.

Разумное и своевременное вмешательство человека может регулировать смену пород в интересах народного хозяйства. К **мерам регулирования смен** необходимо отнести мероприятия, обеспечивающие появление подроста ценных пород, рубки ухода за лесом, выбор оптимального способа рубок главного пользования, а также технологию разработок, способствующих сохранности подростка хозяйственно ценных пород, содействие естественному возобновлению на вырубках.

## Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое смена пород и какими причинами она вызывается?
- 2 Какие пути активного изменения смены пород в желаемую сторону Вы можете предложить?
- 3 Что характерно для смены и восстановления дубовых древостоев?
- 4 Как происходит смена сосновых древостоев еловыми и наоборот?

## Лабораторная работа

**Цель:** закрепить знания о смене пород, разобраться в особенностях взаимосмены пород, дать оценку происходящих смен.

**Материалы и оборудование:** фотоснимки и рисунки вырубок и насаждений, находящихся на различных этапах смены пород, эдафическая сетка П. С. Погребняка, планы лесонасаждений, гербарии живого покрова вырубок.

## Ход работы

1 Насаждение 9С1Б+Ос, возраст 90 лет, III класс бонитета, полнота 0,7. Можно ли ожидать смену сосны березой и осиной после сплошной рубки? В результате каких причин может протекать эта смена?

2 По изображению на экране или по фотоснимкам установите характер живого покрова на лесосеке, опишите его возможное влияние на процесс возобновления различных пород.

Изучите гербарий растений вырубок и опишите их свойства, отразите возможную роль в смене пород (заполните таблицу 55). Например:

Таблица 55 – Растения, встречающиеся на вырубках и их роль в смене пород

Растения	Свойства растений и возможная роль в смене пород
Кукушкин лен	Заселяет влажные и мокрые суглинистые и супесчаные подзолы. Вызывает зависание всходов, возможно заболачивание вырубок – это снижает возможность естественного возобновления вырубок целевыми породами

3 Укажите причины смены пород и наметьте пути изменения смен в желательном направлении (таблица 56).

Таблица 56 – Причины смен пород и пути предотвращения нежелательных смен

Смена пород	Причины смены	Пути изменения смены пород в желательную сторону
Дуба елью		
Сосны березой		
Сосны елью		
Дуба сосной		

4 В насаждении 7С2Ос1Д, произрастающем на богатых суглинистых почвах, проведена сплошнолесосечная рубка. Назовите возможные варианты смены пород. Наметьте меры, обеспечивающие смену пород в нужном направлении.

5 В условиях ельника кисличного произрастают три древостоя, одинаковых по возрасту (90 лет) и полноте (0,7), но различных по составу – 9Е1Б+Ос; 7Е2Б1Ос; 5Е3Б2Ос. В каком из перечисленных древостоев быстрее произойдет восстановление ели после сплошной рубки и почему?

6 Насаждение 9С1Б+Ос, возраст 90 лет, III класс бонитета, полнота 0,7. Можно ли ожидать смену сосны березой и осиной после сплошной рубки? В результате каких причин может протекать эта смена?

7 Может ли произойти смена дуба елью в дубраве елово-кисличной 7Д2Е1Ос? Укажите причины, обуславливающие эту смену.

8 Проведите анализ смены пород по индивидуальному заданию, ориентируясь на следующий образец:

*Вид смены:* обратимая кратковременная восстановительная смена ели березой.

*Условия:* вырубка, горельник или культуры ели с частичной обработкой почвы в типичных для ели условиях. При выполнении этого задания следует пользоваться литературой по биологии и экологии древесных пород. Заполните таблицу 57.



Таблица 57 – Анализ смены пород

Факторы и этапы смены пород	Свойства ели	Свойства березы
Плодоношение		
Распространение семян		
Закрепление всходов		
Рост		
Порослевая способность		
Смена ели березой, если «сидит» под пологом березы		
Теневыносливость		
Долговечность		
Взаимодействие в пологе		
Высота		

9 Опишите направления и процессы смены пород в условиях Беларуси после проведения сплошнолесосечных рубок:

а) Осиповичский лесхоз: сосняк мшистый 8С2Б. После рубки оставлено незначительное количество самосева сосны; б) Смолевичский лесхоз: после рубки в березняке снытевом 7Б2Д1Ос на лесосеке имеется достаточное количество дубового подроста; в) Корневская экспериментальная лесная база: произойдет ли смена пород после проведения сплошнолесосечной рубки в насаждении 6Б3С1Е? Если да, то в каком направлении.

10 Попытайтесь найти после экскурсии в лес или зону деятельности учебного заведения происходящие или возможные в перспективе варианты смены пород. Опишите их.

## Тема 16

### Биоразнообразие лесов как основа их устойчивости

1 Разнообразие видов, популяций, их природных соединений как основа сохранения биосферы, ее сбалансированности и целостности

2 Признаки устойчивости лесных экосистем и показатели оценки биологического разнообразия лесов

#### Основные понятия по теме

Под устойчивостью понимают внутреннюю способность системы пребывать в состоянии, близком к равновесию, и возвращаться к нему после различных нарушений.

Термин «биоразнообразие» является сокращением сочетания слов «биологическое разнообразие». Разнообразие – это понятие, которое имеет отношение к размаху изменчивости, или различий, между некоторыми множествами или группами объектов. Биологическое разнообразие, следовательно, имеет отношение к разнообразию живого мира. Термин «биоразнообразие» обычно используется для описания числа разновидностей и изменчивости живых организмов. Понятие «биоразнообразия» вошло в широкий оборот только в 1972 г. на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде, где экологи сумели убедить политических лидеров стран мирового сообщества в том, что охрана живой природы должна стать приоритетной при любой деятельности человека на Земле.

Следует отметить большое значение принятия Международной конвенции о биологическом разнообразии на Конференции ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро в 1992 г. В этом году была разработана Глобальная стратегия биоразнообразия, целью которой стала ликвидация условий исчезновения видов.

К настоящему времени «Конвенцию о биологическом разнообразии» подписали представители 180 стран.

Разнообразие принято оценивать либо путем *подсчета видов, измерения их относительного обилия*, либо *мерой, объединяющей эти два компонента*.

Разнообразие увеличивается от холодного климата к теплему и от морского – к континентальному, а также при продвижении от высоких широт к экватору. Максимум видового разнообразия наблюдается в

большинстве случаев в мезофитных сообществах. В сообществах, подвергающихся стрессовым воздействиям, видовое разнообразие уменьшается; но, кроме того, оно может снижаться в результате обострения видовой конкуренции в климаксовых сообществах, существующих в стабильной физической среде.

## **Лабораторная работа**

**Цель:** закрепить знания о биологическом разнообразии как основе устойчивости лесной экосистемы.

**Материалы и оборудование:** фотоснимки и рисунки насаждений, находящихся на различных этапах роста и формирования, планы лесонасаждений, диапроектор.

### **Ход работы**

1 По таксационному описанию найдите пять участков леса, характеризующихся высоким и низким уровнем видового и структурного разнообразия.

Наметьте лесохозяйственные мероприятия по поддержанию биологического разнообразия в выбранных участках. Обоснуйте их.

2 Выберите по таксационному описанию в лесах I группы (лесопарковые части зеленых зон) участки с различной стадией дигрессии и установите в каких случаях дигрессия насаждения еще обратима. Наметьте лесохозяйственные мероприятия по поддержанию биологического разнообразия в выбранных участках и благоустройству территории. Обоснуйте их.

3 Составьте перечень видов древесных пород, которые не вырубятся при любых видах рубок с целью их сохранения («Правила рубок в лесах Республики Беларусь», 2008).

4 Подготовьте реферат на тему «Биологическое разнообразие лесов» или «Устойчивость лесных экосистем».

## Литература

- 1 ГОСТ 18486-87. Лесоводство. Термины и определения. – Введ. постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10.12.87, № 4445. – М. : Изд. стандартов, 1988. – 23 с.
- 2 Мелехов, И. С. Лесоведение : учебник для вузов / И. С. Мелехов. – М. : МГУЛ, 2004. – 398 с.
- 3 Юркевич, И. Д. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование / И. Д. Юркевич, Д. С. Голод, В. С. Адерихо. – Минск : Наука и техника. – 1979. – 248 с.
- 4 Юркевич, И. Д. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии / И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Минск : Наука и техника. – 1965. – 288 с.
- 5 Юркевич, И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И. Д. Юркевич. – Минск : Наука и техника. – 1980. – 120 с.
- 6 Сукачев, В. Н. О внутривидовых и межведомственных взаимоотношениях среди растений / В. Н. Сукачев // Ботанический журнал. – 1953. – Т. XXXIII. – №1. – С. 57–96.
- 7 Нормативные материалы для таксации леса Беларускай ССР / под ред. В. Ф. Багинского – М. : ЦБНТИ-лесхоз. – 1984. – 300 с.
- 8 Лесной кодекс Республики Беларусь. – Минск : Минлесхоз Республики Беларусь. – 2006. – 81 с.
- 9 Жилкин, Б. Д. Классификация деревьев по продуктивности / Б. Д. Жилкин – М. : Лесная промышленность. – 1965. – 109 с.
- 10 Единовременный государственный учет лесов Республики Беларусь на 1 января 2006 года. – Минск: Минлесхоз Республики Беларусь. – 2006. – 97 с.
- 11 Цветков, В. Ф. Методические рекомендации по оценке существующего и прогнозируемого состояния лесных насаждений в зоне влияния промышленных предприятий Мурманской области / В. Ф. Цветков – Архангельск : АИЛиЛХ, 1990. – 20 с.
- 12 Практикум по лесоводству : учебное издание для вузов / В. П. Григорьев [и др.]. – Мн. : Высшая школа, 1989. – 87 с.
- 13 Справочник таксатора / В. С. Мирошников [и др.]. – Минск: Ураджай, 1980. – 219 с.
- 14 Правила рубок леса в Республике Беларусь : [утв. Минлесхозом РБ 30.09.08 г.] – Мн. : 2008. – 92 с.

**Учебное издание**

**ЛАЗАРЕВА** Марина Сергеевна  
**КЛИМОВИЧ** Людмила Константиновна

**ЛЕСОВОДСТВО**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**  
**по выполнению лабораторных работ**  
**для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство»**

Редактор *В.И. Шкредова*  
Корректор *В.В. Калугина*

Лицензия № 02330/0133208 от 08.04.09.  
Подписано в печать . Формат 60х84 1/16  
Бумага писчая №1. Гарнитура «Таймс». Усл. печ.л.  
Уч.-изд. л. . Тираж 100 экз. Заказ № \_\_\_\_\_.

Отпечатано с оригинала-макета на ризографе  
учреждения образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»  
Лицензия № 02330/0150450 от 03.02.09.  
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104.