

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Н. П. Бунькова
А. Г. Магасумова
Р. А. Осипенко

Практикум по лесоведению и экологии леса

Учебное пособие

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

УДК 630.2:630.18(076.5)

ББК 43.425я73

Б91

Рецензенты:

кафедра лесных культур, садово-паркового строительства и землеустройства ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой, канд. с.-х. наук, доцент *Н. М. Итешина*;

Л. В. Зарубина, д-р с.-х. наук, доцент, профессор кафедры лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина».

Бунькова, Наталья Павловна.

Б91 Практикум по лесоведению и экологии леса : учебное пособие / Н. П. Бунькова, А. Г. Магасумова, Р. А. Осипенко ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ. – Екатеринбург, 2025. – 92 с.

ISBN 978-5-94984-973-6

Учебное пособие служит вспомогательным материалом для обеспечения работы обучающихся. Представлены практические работы и контрольные вопросы по основным темам курса: морфология, экология и типология леса. В качестве фактического материала для практических работ приведены собственные данные авторов и оригинальные фотографии.

Данное издание соответствует требованиям ФГОС и предназначено для обучающихся всех форм обучения высших и средних учебных заведений лесных, биологических, экологических и сельскохозяйственных специальностей.

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

УДК 630.2:630.18(076.5)
ББК 43.425я73

ISBN 978-5-94984-973-6

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕМА 1. ТАКСАЦИОННО-ЛЕСОВОДСТВЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЛЕСНОГО ПАРКА.....	5
ТЕМА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК В ЛЕСНЫХ ПАРКАХ.....	11
ТЕМА 3. ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТОВ.....	17
ТЕМА 4. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЛЕСА	21
ТЕМА 5. ЛЕС И СВЕТ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЕТОЛЮБИЯ.....	26
ТЕМА 6. ВОДНЫЙ БАЛАНС В ЛЕСУ	30
ТЕМА 7. ЛЕС И АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ	37
ТЕМА 8. ЛЕС И ВЕТЕР.....	43
ТЕМА 9. ЛЕС И ПОЧВА	46
ТЕМА 10. ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА.....	50
ТЕМА 11. ФОРМИРОВАНИЕ ДРЕВОСТОЕВ. СМЕНА ПОРОД	57
ТЕМА 12. ТИПОЛОГИЯ ЛЕСА	63
ТЕМА 13. ЛЕС И БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ.....	68
ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ.....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	79
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	80
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	81
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	82
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	83
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	84
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	85

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебное пособие позволит обучающимся освоить основы лесовозобновления, роста и развития насаждений в различных природных условиях, а также познакомиться с принципами рационального использования, учета и оценки древесных и недревесных ресурсов. Кроме того, сам курс направлен на формирование умений по организации и контролю мероприятий в сфере использования, охраны и воспроизводства лесов. Важным элементом обучения является изучение структуры и компонентов лесных экосистем, понимание их роли в формировании устойчивых и высокопродуктивных насаждений. Также обучающиеся овладеют навыками применения нормативных документов в практике лесохозяйственной деятельности.

Целью дисциплины является освоение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для формирования экологически обоснованного подхода к анализу и управлению природными процессами, которое обеспечивает рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов.

Задачи дисциплины: сформировать у обучающихся навыки по осуществлению организации и представлению о полезных функциях лесопользования, воспроизводства, охраны и защиты лесов, а также подготовить обучающихся к дальнейшему изучению лесохозяйственных дисциплин.

Учебное пособие включает 12 тем, соответствующих программе учебных дисциплин «Основы лесоведения», «Лесоведение» и «Экология леса». Многие задания, представленные в издании, подготовлены на основе работ известных ученых-лесоводов, а также личных исследований авторов.

Каждая тема включает в себя следующую структуру: введение, цель работы, форму организации работы (индивидуальная или групповая), темы, которые следует повторить/изучить, практическую часть (подробно расписаны задания и этапы работы), а также контрольные вопросы. Пособие проиллюстрировано изображениями, таблицами и схемами, позволяющими лучше освоить учебный материал.

Теоретический материал для подготовки к практическим занятиям обучающиеся изучают по учебнику «Лесоведение» (Луганский и др., 2010). С терминологией курса можно ознакомиться в учебном пособии «Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения» (Луганский и др., 2015).

ТЕМА 1. ТАКСАЦИОННО-ЛЕСОВОДСТВЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЛЕСНОГО ПАРКА

Лесной парк – это вид особо охраняемой природной территории, которая является благоустроенным природным комплексом в пределах населенных пунктов. В границах лесного парка разрешена природоохранная, научная, рекреационная и оздоровительная деятельности (рис. 1). Проведение таксационно-лесоводственных исследований в лесных парках необходимо для определения количественных и качественных показателей компонентов леса, что позволяет сформировать представление о его состоянии.



Рис. 1. Лесной парк им. Лесоводов России

Цель работы: изучить таксационные показатели древостоев в лесном парке и определить их санитарное состояние.

Организация работы: бригада 4–5 человек.

Повторить/изучить:

1. Теоретический материал раздела «Морфология леса»:
 - компоненты лесного насаждения и их лесоводственно-хозяйственное значение;
 - морфология древостоев;
2. Правила санитарной безопасности в лесах (2020).

Практическая работа

Преподаватель проводит для обучающихся экскурсию в лесном парке им. Лесоводов России (рис. 1). Дает краткую историческую справку о лесном парке, рассказывает о способах закладки и видах пробных площадей, показывает на примере компоненты лесного насаждения, знакомит с программой изучения естественного возобновления и др.

После экскурсионной части каждая бригада закладывает пробную площадь (ПП) размером 30×30 м, делает сплошной перечет деревьев и заполняет таблицу (прил. 1), определяет санитарное состояние деревьев (прил. 2), высоту с помощью высотомера у пятнадцати деревьев каждой породы (прил. 3), а также на ПП делает перечет подроста (прил. 4).

При проведении сплошного перечета учитываются все породы, имеющиеся на ПП. Для каждой породы определяется ступень толщины с помощью мерной вилки на высоте 1,3 м (по 4-х сантиметровым ступеням).

При сплошном перечете необходимо дать оценку санитарному состоянию древостоев, используя актуальную редакцию документа «Правила санитарной безопасности в лесах» (2020). При проведении оценки указывают заселенность деревьев разных категорий стволовыми вредителями и пораженность болезнями, если признаки поражения четко выражены.

При перечете подроста определяют породу, происхождение, всходы, считают количество по группам высот и жизненному состоянию (жизнеспособный, сомнительный, нежизнеспособный).

После проведения работы на ПП обучающиеся делают камеральную обработку полученных данных и анализируют их.

Этапы камеральной обработки

1. Из перечетной ведомости необходимо перенести данные по количеству деревьев попородно в табл. 1 «Результаты обработки перечетной ведомости» (шт./га).

2. Определить площадь сечения ствола (столбец 4), используя таблицы из Нормативно-справочных материалов по таксации лесов Урала (Нормативно-справочные материалы ..., 2002). Данные по площадям сечения берутся только для одного ствола той или иной ступени толщины, затем это число умножается на количество деревьев ступени и заносится в столбец 4.

3. Определить сумму площадей сечения стволов (столбец 5) – количество деревьев умножаем на площадь сечения ствола (столбец 3 умножаем на столбец 4).

Таблица 1

Результаты обработки перечетной ведомости

Ступень толщины деревьев, см	Порода	Кол-во деревьев (N), шт./га	Площадь сечения ствола (g), см ²	Сумма площадей сечения стволов (G), м ²	Высота деревьев ступени (H), м	Объем ствола (V), м ³	Запас ступени (M), м ³ /га
1	2	3	4	5	6	7	8
8	С						
	Б						
	Ос						
12	С						
	Б						
16 и т. д.							
Всего	С	Σ	–	Σ	–		–
	Б	Σ	–	Σ	–		–
	Ос	Σ	–	Σ	–		–

4. Определить средний диаметр (D_{CP}), который для каждой породы определяется по формуле (1):

$$D_{CP} = \sqrt{4 \cdot g \cdot 10000 / 3.14}, \quad (1)$$

где g – площадь сечения среднего дерева для определенной древесной породы (2):

$$g = \Sigma G / \Sigma N, \quad (2)$$

где G – сумма площадей сечения стволов для древесной породы на 1 га, м² (сумма значений столбца 5 табл. 1);

ΣN – число стволов древесной породы, шт.

Расчет среднего диаметра необходимо записать под таблицей.

5. Определить высоту деревьев ступени (столбец 6) по тем же таблицам, которые указывались ранее (см. п. 2). Необходимо взять заполненную таблицу «Данные по высоте» (прил. 3) и по данным ступеней толщины и высоты построить график высот.

На оси абсцисс откладываются ступени толщины, а по оси ординат – высоты деревьев. Затем по отложенным на графике точкам проводится плавная кривая, разделяющая пополам все нанесенные точки. Пример построения графика представлен на рис. 2.

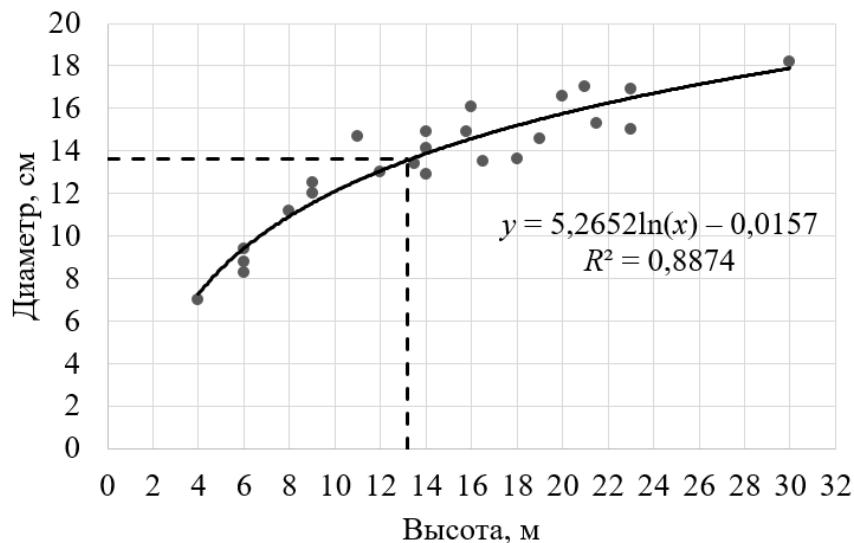


Рис. 2. Пример построения графика высот

Среднему диаметру дерева соответствует его средняя высота, на оси абсцисс отмечают средний диаметр и от этой точки восстанавливают перпендикуляр до кривой. Точка соприкосновения перпендикуляра с кривой фиксирует среднюю высоту древостоя.

6. Определить запас ступени (столбец 7). Для этого по табл. «Высоты и объемы стволов по разрядам высот (по породам)» (в любом из доступных лесотаксационных справочников) выписываем объем ствала по ступеням толщины, предварительно определив разряд высот для каждой породы. Для вычисления запаса (M) объем ствала (столбец 7) умножаем на количество деревьев (столбец 3).

7. Определить состав древостоя (или яруса) – долевое участие древесных пород, выражаемое запасом на 1 га, суммой площадей поперечных сечений деревьев на высоте 1,3 м или их числом. В нашем случае состав определяется по запасу представленных пород, т. е. по доле их от общего запаса древостоя (яруса).

Все данные по таксационной характеристике древостоев на ПП приводятся в расчете на 1 га. Для этого данные по ПП умножаются на коэффициент, т. е. на число ПП, которое может уложиться на 1 га. Если

ПП имеет размер 25×25 м (625 м^2), а 1 га равен 10000 м^2 , то $10000 : 625 = 16$. Следовательно, для перевода данных в расчете на 1 га все они умножаются на 16. В случае других размеров ПП коэффициент будет свой.

По составу древостои делятся на *чистые и смешанные*. Если древостоем состоит из одной породы или примесь другой (других) не превышает 20 % общего запаса, он считается чистым (рис. 3). При участии в составе древостоя нескольких (двух или более) пород более 20 % по запасу он считается смешанным (рис. 4).

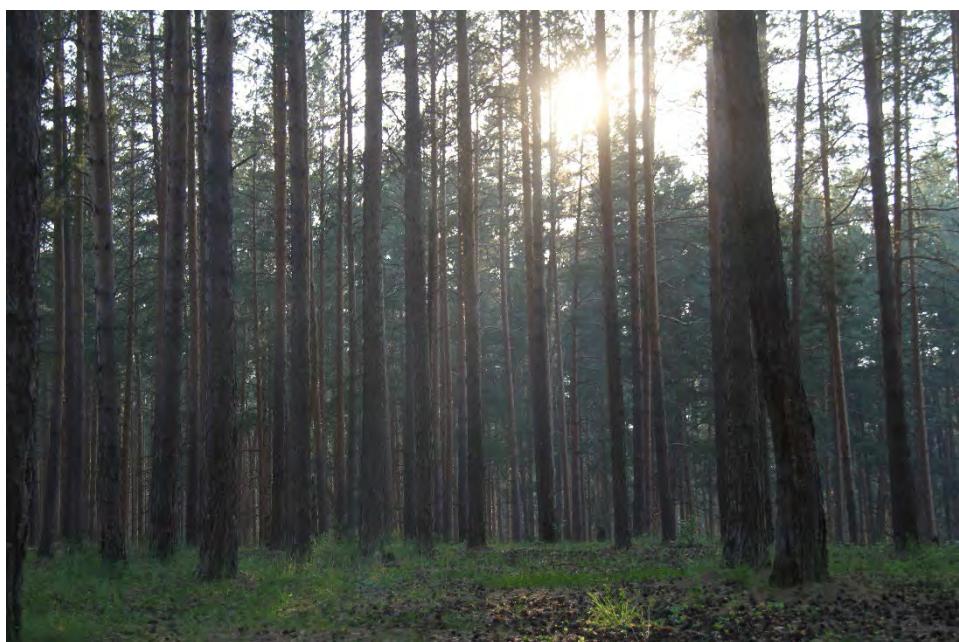


Рис. 3. Чистый сосновый древостой

Для краткой записи состава древостоя (яруса) применяются специальные формулы: 10С – чистый сосновый древостой; 5С5Б – смешанный древостой, в котором 50 % запаса древесины приходится на сосну и 50 % – на березу. Древесные породы, запас которых составляет от 3 до 5 % от общего запаса древостоя (яруса), записываются в формулу состава со знаком «+»: 5С5Б+Б. Древесные породы, запас которых составляет менее 3 % от общего запаса древостоя (яруса), записывают в формулу состава со знаком «ед.»: 7С3Еед.Лц,Б,К. При участии пород в составе древостоев, не соответствующих кратному числу, доли их округляются. Например, сосна имеет долю 73 %, или 7,3, а ель, соответственно, – 27 %, или 2,7. В этом случае формула состава приобретает вид 70С30Е, или 7С3Е.



Рис. 4. Смешанный древостой

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются насаждения от древостоев?
2. Назовите компоненты насаждения.
3. Назовите различия между подростом и подлеском и приведите примеры древесных и кустарниковых пород.
4. Что такое древостой? Опишите метод определения и принцип составления формулы записи древостоя.
5. Как определить среднюю высоту и диаметр древостоя?
6. Что такое запас древостоя и как он определяется?
7. Дайте характеристику и сравнительную оценку благонадежного, сомнительного и неблагонадежного подроста у хвойных пород.
8. Какие бывают виды пробных площадей? По какому принципу они закладываются?
9. Какие выделяют категории санитарного состояния деревьев?
10. Чем отличаются чистые древостои от смешанных?

ТЕМА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК В ЛЕСНЫХ ПАРКАХ

Рекреационная деятельность может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на окружающую среду. Это зависит от интенсивности использования территорий и соблюдения правил организации отдыха. Из положительных воздействий можно выделить сохранение природных ресурсов (экотуризм), просвещение и образование. Рекреационная деятельность помогает людям понять устройство природы и научиться бережнее относиться к ресурсам. Из отрицательных воздействий следует выделять деградацию природных комплексов, загрязнение водоемов, вытаптывание растительности, уплотнение почвы, загрязнение атмосферы и др. (рис. 5).



Рис. 5. Рекреационное воздействие на лесное насаждение

Рекреационная нагрузка – показатель воздействия на биогеоценоз факторов, обусловленных видом лесной рекреации и определяемый через: 1) площадь объекта лесной рекреации; 2) количество посетителей; 3) время пребывания посетителей на объекте (Временная методика определения ..., 1987).

Объектом моментных наблюдений могут быть однородные участки природных комплексов с преобладанием определенного вида отдыха, размер которых должен обеспечивать возможность единовременного учета отдыхающих.

Цель работы: выработать умение пользоваться нормативной документацией и осуществлять расчет рекреационных нагрузок на лесные насаждения.

Организация работы: бригада 3–4 человека.

Повторить/изучить:

Теоретический материал раздела «Лес как природное явление»:

- понятие о лесе;
- деградация и дигрессия лесов.

Практическая работа

Рекреационную емкость территории рассчитывают через рекреационную нагрузку.

Из базовых методов более предпочтителен выборочный моментный, т. к. он по затратам времени на проведение учетов в десятки раз менее трудоемок, чем выборочный хронометражный.

В связи с тем, что численность отдыхающих на одних и тех же участках варьирует в зависимости от времени суток, сезона, условий погоды, рабочих и нерабочих дней моментные учеты организуют следующим образом.

Годовые моментные учеты проводят в течение нескольких дней весной, летом, осенью, зимой дифференцированно в рабочие и нерабочие дни с комфортной и дискомфортной погодой.

На каждом учетном участке (пробной площади (ПП)) определяют численность отдыхающих в момент наблюдений и данные заносят в специальную ведомость (прил. 5).

При определении комфортности погоды руководствуются параметрами, разработанными в антропоклиматологии (Кандор и др., 1974; Данилова, 1977), прил. 6.

В таежно-лесной зоне комфортную погоду приближенно оценивают следующими условиями: летом температура воздуха $+20\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха – 40–80 %, скорость ветра – до 2 м/сек; зимой соответственно – $-5\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$, 30–70 %, до 2 м/сек. При других параметрах погоду оценивают как дискомфортную.

Продолжительность учетного периода при измерении рекреационных нагрузок следует принимать равной одному году ($T = 1$ год = 8760 часов).

Выборочный моментный метод предназначен для проведения наблюдений и основан на учете посетителей и времени пребывания их на ПП – ежемесячно в рабочие, нерабочие и праздничные дни, с ком-

фортной и дискомфортной погодой, три раза в сутки – утром, днем, вечером с учетом посещаемости с 08:00 до 09:00, с 12:00 до 13:00 и 17:00 до 18:00 часов, отмечая каждый час посетителей.

Учет посещаемости ведется на ПП, выбранных в результате предварительного обследования. Далее ведут расчет всех рекреантов на ПП в будни и выходные в каждый сезон года, а также рассчитывается общее количество человек на ПП. Все данные переводятся на га.

Норма среднегодовой единовременной нагрузки рассчитывается (чел./га) путем деления общего количества человек на га на площадь исследуемого лесного парка. Суммарная годовая нагрузка находится через умножение среднегодовой единовременной нагрузки на продолжительность учетного периода 8760 часов. Расчеты производятся в табл. 2.

Определяем степень рекреационного воздействия: фоновая – до 0,01 чел./га, низкая – от 0,01 до 0,05 чел./га, средняя – от 0,06 до 0,10 чел./га и сильная – от 0,11 чел./га и выше в табл. 3.

Задание 1. Изучить временную методику определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок и выписать в тетрадь основные показатели, характеризующие рекреационную нагрузку.

Задание 2. Рассчитать рекреационную нагрузку в Шарташском лесном парке (г. Екатеринбург). Общая площадь (S) Шарташского лесного парка составляет 716,5 га (по данным Лесохозяйственного регламента Екатеринбургского лесопаркового лесничества, 2022). Площади ПП указаны в табл. 2. в столбце 1.

Пример решения (ПП-1):

Для расчета среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки необходимо определить следующие показатели:

– количество рекреантов на ПП для каждого сезона в день по будням и выходным дням ($P(1) \dots P(4)$) – это сумма рекреантов по сезонам года отдельно в будни и выходные дни (чел./сезон);

– $\sum(P(1) \dots P(4))$ – количество рекреантов на ПП в год по будням и выходным дням, чел./год;

– $\sum P$ на га – общее количество рекреантов по сезонам года за весь год по будням и выходным дням, чел./га. Вычисляется делением $\sum(P(1) \dots P(4))$ на площадь ПП;

– $P(r)$ – среднегодовая единовременная нагрузка на ПП, полученная делением $\sum P$ на га на общую площадь (S) лесного парка, чел./га;

Таблица 2

Среднегодовая единовременная нагрузка на III в Шарташском лесном парке (г. Екатеринбург)

№ III	Часы посещения	Посещаемость по временам года, чел./га				Всего, чел. на III P(1)...P(4)	Всего, чел./га P(п)	Среднегодовая единовременная нагрузка, чел./га P(r)	Суммарная годовая нагрузка i(r)
		лето итого P(1)	осень итого P(2)	зима итого P(3)	весна итого P(4)				
Будни									
III-1 (0,4 га)	9:00–10:00	22	15	9	6	35	42	301	753
	13:00–14:00	49	32	14	19	31	25		
	18:00–19:00	78	28	12	17	25	37		
Выходные									
III-1 (0,4 га)	9:00–10:00	47	25	13	13				
	13:00–14:00	177	52	31					
	18:00–19:00	244	28	10					
Будни									
III-2 (0,3 га)	10:00–11:00	8	4	3	4				
	14:00–15:00	22	29	10	13				
	19:00–20:00	35	24	7	5				
Выходные									
III-2 (0,3 га)	10:00–11:00	6	17						
	14:00–15:00	33	73						
	19:00–20:00	45	53	4					
Будни									
III-3 (0,3 га)	11:00–12:00	9	3	3	3	26			
	15:00–16:00	78	1	2	2	34			
	20:00–21:00	80	4	5	5	18			
Выходные									
III-3 (0,3 га)	11:00–12:00	22	4	9	9	18			
	15:00–16:00	115	13	14	14	29			
	20:00–21:00	123	25	12	12	27			
Будни									
III-4 (0,4 га)	9:00–10:00	3	15	13	2				
	13:00–14:00	30	58	19	31				
	18:00–19:00	34	36	16	19				
Выходные									
III-4 (0,4 га)	9:00–10:00	15	17	26	27				
	13:00–14:00	45	73	37	41				
	18:00–19:00	72	53	19	30				

- $(i(r))$ – суммарная годовая нагрузка на ПП, полученная путем умножения $P(r)$ на T , час/га в год;
- T – продолжительность учетного периода в часах, равная одному году ($T = 1$ год = 8760 часов).

1. Рассчитаем количество рекреантов на ПП для каждого сезона в день P_d :

- лето: $P(1) = 22+49+78=149$ чел./дней (будни);
 $P(1) = 47+177+144=368$ чел./дней (выходные).
- осень: $P(2) = 15+32+28=75$ чел./дней (будни);
 $P(2) = 25+52+28=105$ чел./дней (выходные).
- зима: $P(3) = 9+14+12=35$ чел./дней (будни);
 $P(3) = 13+31+25=69$ чел./дней (выходные).
- весна: $P(4) = 6+19+17=42$ чел./дней (будни);
 $P(4) = 13+25+37=75$ чел./дней (выходные).

2. Рассчитаем общее количество рекреантов на ПП в год $\sum(P(1) \dots P(4))$:

- на ПП в год: $\sum(P(1) \dots P(4)) = 149+75+35+42=301$ чел./будни/год
 $\sum(P(1) \dots P(4)) = 36+105+69+75=617$ чел./выходные/год
- на ПП в год чел./га: $\sum P$ на га = $301/0,4=753$ чел./га/будни
 $\sum P$ на га = $617/0,4=1543$ чел./га/выходные

3. Рассчитаем среднегодовую единовременную нагрузку $P(r)$:

- на ПП $P(r) = 753/716,5=1,05$ чел./га;
- на ПП $P(r) = 1543/716,5=2,15$ чел./га.

4. Рассчитаем суммарную годовую нагрузку $(i(r))$:

- на ПП $(i(r)) = 1,05*8760=9198$ час/га в год/будни;
- на ПП $(i(r)) = 2,15*8760=18834$ час/га в год/выходные.

5. Определяем степень рекреационного воздействия по табл. 3: полученные данные по $P(r)$ на ПП разносим по степени рекреационного воздействия в табл. 3.

Таблица 3
Степень рекреационного воздействия

№ ПП	Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка по будням и выходным, чел./га	Степень рекреационного воздействия			
		фоновая (до 0,01 чел./га)	низкая (от 0 до 0,05 чел./га)	средняя (от 0,06 до 0,10 чел./га)	сильная (от 0,11 чел./га и выше)
1	1,02–2,05				+
2			
3					

Пример ответа: На ПП-1 количество рекреантов составляет 753 чел./га в год. Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка равна 1,05 чел./га, что соответствует сильной степени рекреационного воздействия. Суммарная годовая нагрузка за год 9198 чел./га в Шарташском лесном парке.

На ПП-1 количество рекреантов составляет 1543 чел./га в выходные дни за год. Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка равна 2,15 чел./га, что соответствует сильной степени рекреационного воздействия. Суммарная годовая нагрузка за год 9198 чел./га в Шарташском лесном парке в выходные дни 18834 чел./га.

Контрольные вопросы

1. Какие методы определения рекреационной нагрузки вы знаете?
2. Какое бывает влияние рекреационной деятельности на окружающую среду?
3. Выделите наиболее неустойчивые типы леса при рекреационном воздействии.
4. Назовите рекреационные объекты в структуре лесов государственного лесного фонда.
5. Как рассчитывают рекреационные нагрузки?
6. Назовите последствия повышенной рекреационной нагрузки.
7. Какие мероприятия можно предпринять для уменьшения рекреационной нагрузки?
8. В чем заключается разница между дигрессией и деградацией лесов?
9. Как дигрессия сказывается на биоразнообразии лесных парков?
10. Какие способы зонирования применяются для регулирования рекреационной нагрузки?

ТЕМА 3. ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТОВ

Лесорастительная оценка климатов представляет собой сравнительный анализ ключевых климатических факторов, позволяющий выявить научные предпосылки для выращивания высокопродуктивных лесов в каждом конкретном регионе. При этом учитываются биологические и экологические особенности древесных пород. Такая оценка имеет стратегическое значение для разработки и реализации технической политики ведения лесного хозяйства, направленной, прежде всего, на повышение продуктивности лесов. Без точного понимания климатических условий невозможно эффективно планировать лесовосстановление и рациональное использование лесных ресурсов (Луганский и др., 2010; Лесорастительная оценка ..., 2024).

Цель работы: оценить климат различными методами.

Организация работы: индивидуальная, по вариантам.

Повторить/изучить:

Теоретический материал:

1. Раздел «Лес и климат». Тема «Лесорастительная оценка климатов».

2. Раздел «Морфология леса»:

– тема «Фитомасса и биомасса насаждений и распределение их по ярусам и компонентам»;

– тема «Производительность древостоев и продуктивность насаждений».

Практическая работа

Задание 1. Вычислить значения климатического индекса или CVP-Index (по начальным буквам трех английских слов Climat, Vegetation, Productivity (климат, растительность, продуктивность)), предложенного S. S. Patersonом. Задание выполняется по вариантам, представленным в табл. 4. Все расчеты необходимо подробно расписать и результаты внести в табл. 5 (столбец 2).

S. S. Paterson для лесорастительной оценки климатов предложил формулу, которая отражает неразрывное единство климата и потенциальной продуктивности растительности (Paterson, 1956). Опираясь на данные многих лесных станций, изучавших потенциальную производительность лесов в разных зонах земного шара, установил, что величина прироста органического вещества является функцией гидротермического режима территории, характеризуемого следующим климатическим индексом (3):

$$I_{CVP} = \frac{T_T + P + E}{T_A + 12}, \quad (3)$$

где I_{CVP} – индекс S. S. Patersona;

T_T – средняя температура самого теплого месяца, $^{\circ}\text{C}$;

T_A – разность между средней температурой самого теплого и холодного месяцев, $^{\circ}\text{C}$, ($T_T - T_X$);

P – среднегодовое количество осадков, мм;

G – продолжительность вегетационного периода, мес.;

E – количество поступающей солнечной радиации.

Радиационный коэффициент на суммарное испарение (%) рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{CP_p + 100}{C_p}, \quad (4)$$

где CP_p – суммарная радиация на полюсе, $\text{КДж}/\text{см}^2 \cdot \text{год}$;

C_p – суммарная радиация в данном районе, $\text{КДж}/\text{см}^2 \cdot \text{год}$.

Таблица 4

Исходные данные для вычисления климатического индекса S. S. Patersona

Номер варианта	T_A , $^{\circ}\text{C}$	T_T , $^{\circ}\text{C}$	T_X , $^{\circ}\text{C}$	P , мм	G , мес.	E , %	Б, $\text{кДж}/\text{см}^2$
1. Мурманская область	1120	12,8	-10,2	550	1,1	81	50
2. Архангельская область	1240	15,6	-12,5	529	3,1	71	71
3. Ленинградская область	1285	16,6	-8,8	580	3,8	72	92
4. Волгоградская область	1666	16,0	-14,1	540	3,4	71	72
5. Новгородская область	1959	17,3	-8,6	534	4,0	83	109
6. Литва	2160	17,7	-5,9	672	4,2	74	126
7. Брянская область	2328	19,3	-8,6	690	4,4	59	129
8. Беларусь	2650	18,2	-7,5	815	4,5	59	130
9. Молдова	3005	21,0	-4,0	760	4,8	53	167
10. Закарпатье	3065	24,7	-1,1	810	4,9	62	162

Примечание:

T_A , $^{\circ}\text{C}$ – сумма эффективных температур;

T_T , $^{\circ}\text{C}$ – средняя температура самого теплого месяца;

T_X , $^{\circ}\text{C}$ – средняя температура самого холодного месяца;

P , мм – среднегодовое количество осадков, мм;

G , мес. – продолжительность вегетационного периода, мес.;

E , % – местная солнечная радиация, которая обуславливает транспирацию или радиационный коэффициент на суммарное испарение;

Б, $\text{кДж}/\text{см}^2$ – радиационный баланс за год.

Таблица 5

Результаты расчетов

Регион	Индекс S. S. Patersona (I_{CVP})	Величина потенциального прироста фитомассы за год, м ³ /га в год	Потенциальная продуктивность (П)

S. S. Paterson определил климатические индексы CVP практически для всех крупных регионов земного шара и на этой основе произвел своеобразное районирование континентов, что на данный момент облегчает оценку климатов частей мира. Климатический индекс CVP от полюса до экватора варьирует от 0 до 20000 и более. В районах, где CVP меньше или равно 25, существование растительности невозможно.

Задание 2. Определить величину потенциального прироста фитомассы за год, используя вычисленные значения климатического индекса S. S. Patersona и табл. 6. Результаты внести в табл. 5, столбец 3.

Таблица 6

Корреляционная зависимость между климатическим индексом S. S. Patersona (I_{CVP}) и текущим приростом лесов по W. Erteld

Значения I_{CVP}	Текущий прирост, м ³ /га в год
0–25	0
26–100	0–3
101–300	3–6
301–1000	6–9
1001–5000	9–12
> 5000	>12

Приведенные данные отражают потенциал различных крупных климатических регионов, однако в пределах отдельных древостоев прирост запасов может существенно варьировать в зависимости от местных условий произрастания и таксационных характеристик.

Исследования (Erteld, Hengst, 1966) показали, что в разных географических зонах ведущую роль в формировании текущего прироста играют различные климатические параметры. Например, в Центральной Европе решающим фактором выступает количество осадков, тогда как в Скандинавских странах – температурные условия.

На прирост разных древесных пород первостепенное значение оказывают разные климатических факторы: для буков и ели наибольшее

значение имеет количество осадков в период с мая по июль текущего года; для дуба критичным является уровень летних температур, а для ольхи и сосны – температурные условия зимнего периода (Антанийтис и др., 1986).

Задание 3. Определить потенциальную продуктивность лесных фитоценозов (по А. М. Рябчикову), используя данные из табл. 4 и формулу 5. Полученные результаты необходимо записать в табл. 5, столбец 4.

$$P = \frac{P\mathcal{D}}{36B}, \quad (5)$$

где P – потенциальная продуктивность, $\text{м}^3/\text{га в год}$;
 \mathcal{D} – количество декад в вегетационном периоде.

Контрольные вопросы

1. Что такое потенциальный прирост фитомассы?
2. Как рассчитать индекс S. S. Paterson?
3. Что такое продуктивность лесов?
4. Перечислите известные Вам методы лесорастительной оценки климатов.
5. Какие факторы определяют продуктивность древостоев?
6. Как влияет возраст насаждения на накопление фитомассы?
7. Как различаются показатели биомассы в естественных и искусственных древостоях?
8. Как влияет густота посадки на производительность насаждений?

ТЕМА 4. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЛЕСА

Тепло является прямым экологическим фактором и имеет важное значение для жизни растений и их сообществ. Каждый регион и каждый участок леса обладают своими тепловыми ресурсами.

Тепловой режим в лесу связан с составом древостоя, его сомкнутостью, густотой, возрастом, ярусностью насаждения, а также типом леса.

Тепловой режим под пологом древостоя и на открытом месте имеет свои особенности.

Цель работы: оценить влияние теплового режима на лес.

Организация работы: индивидуальная, по вариантам.

Повторить/изучить:

Теоретический материал раздела «Лес и тепло»:

- значение тепла в жизни леса;
- отношение древесных пород к теплу. Шкала отношения;
- влияние на лес низких температур и борьба с ними;
- влияние на лес высоких температур и борьба с ними;
- влияние леса на температуру воздуха и почвы летом и зимой.

Практическая работа

Задание 1. Рассчитать процентное соотношение приходных и расходных статей радиационного (теплового) баланса, используя данные табл. 7. Результаты необходимо внести в табл. 8.

Таблица 7

Радиационный (тепловой) баланс в древостоях и суходольных лугах

Нечерноземья, кДж/см²·мес

№ ПП	Приход		Расход					
	Лес	Луг	E		P		B	
			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	28,27	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

Радиационный (тепловой) баланс леса на разных участках земной поверхности вычисляют по формуле 6:

$$Q = E + P + B, \quad (6)$$

где Q – суммарная радиация, достигающая поверхности земли, $\text{кДж}/\text{см}^2 \cdot \text{мес.}$;

E – расход энергии на транспирацию влаги древостоем, подлеском и живым напочвенным покровом (ЖНП), на испарение осадков, задержанных кронами и стволами деревьев, подлеском и ЖНП, 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

Результаты расчетов показателей по тепловому балансу леса

Биогеоценоз	Приходная часть		Расходная часть		
	Q	E	P	B	
Лес					
Луг					

Данные записываются по форме: числитель – $\text{кДж}/\text{см}^2 \cdot \text{мес.}$, знаменатель – %. Пример заполнения представлен в табл. 9.

Таблица 9

Результаты расчетов показателей по тепловому балансу леса (пример)

Биогеоценоз	Приходная часть		Расходная часть		
	Q	E	P	B	
Лес	41,86/100	31,55/75	9,55/23	0,76/2	
Луг	30,96/100	21,74/70	8,80/28	0,42/2	

После проведения расчетов под табл. 9 необходимо написать, на какие процессы лес расходует больше тепла, чем луг, и почему?

Задание 2. Построить графики отличий среднемесячных температур воздуха в течение года под пологом букового, соснового и елового древостоев, по сравнению с температурой воздуха на открытом пространстве, принятом при построении кривых за нулевое значение, используя данные табл. 10.

Таблица 10

Различие температуры воздуха под пологом древостоя и на открытом месте, °C

Месяц	Древостой		
	буковый	Сосновый	еловый
январь	+0,10	+0,15	+0,30
февраль	0	0	+0,05
март	+0,15	0	+0,10
апрель	+0,10	+0,10	+0,15
май	-0,10	-0,10	-0,20
июнь	-0,40	-0,20	-0,20
июль	-0,50	-0,20	-0,30
август	-0,35	-0,20	-0,25
сентябрь	+0,30	-0,10	-0,25
октябрь	-0,05	-0,05	-0,05
ноябрь	-0,05	0	+0,10
декабрь	+0,10	+0,15	+0,20

Температура воздуха на открытом пространстве при построении кривых принимается за нулевое значение. Масштаб по оси абсцисс: 0,5 см = 1 мес., по оси ординат: 0,5 см = 0,1 °C.

После проведения расчетов необходимо указать, под пологом какого древостоя летом наиболее низкая температура, а зимой – наиболее высокая. Чем это можно объяснить?

Задание 3. Используя теоретический материал раздела по теме «Лес и тепло», заполните табл. 11, где необходимо перечислить виды повреждений леса низкими и высокими температурами, наиболее уязвимые древесные породы к данным повреждениям, указать причины повреждений и предложить защитные мероприятия. Примеры некоторых повреждений приведены на рис. 6–11.

Таблица 11

Влияние крайне низких и высоких температур на лес

Вид повреждений	Какие древесные породы повреждаются	Причина повреждения	Защитные мероприятия
...			



Рис. 6. Ожог коры¹



Рис. 7. Опал шейки корня



Рис. 8. Морозобойная трещина



Рис. 9. Выжимание сеянцев

¹ Изображение взято с сайта: SB news. URL: <https://www.sb.by/articles/zharkie-obyatiya-zimy.html> (дата обращения: 16.11.2025).



Рис. 10. Побивание побегов



Рис. 11. Ожог хвои

Контрольные вопросы

1. Назовите группы пород по отношению к тепловому режиму.
2. Что такое тепловой баланс леса?
3. Приведите виды повреждений древесных пород крайне низкими и крайне высокими температурами?
4. С какой стороны кроны – северной или южной – сильнее побиваются заморозками побеги?
5. Перечислите защитные мероприятия при крайне низких температурах.
6. Какими показателями оценивается тепловой режим леса?
7. Перечислите малотребовательные к теплу породы?
8. Какое влияние оказывает лес на температуру воздуха и почвы летом и зимой?
9. Чем отличается температурный режим воздуха и почвы в лесу и на открытых участках зимой и летом?
10. Как можно уменьшить неблагоприятное воздействие колебаний температуры почвы при создании лесных культур, уходе за лесом, содействии естественному возобновлению, рубках?

ТЕМА 5. ЛЕС И СВЕТ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЕТОЛЮБИЯ

Свет является прямым экологическим фактором. При его участии, на фоне других жизненно необходимых факторов, в лесу протекают многие жизненные процессы: фотосинтез, дыхание, образование хлорофилла, формирование и прорастание семян, рост всходов и самосева, плодоношение древесных пород и др.

Цель работы: изучить влияние светового режима на лес и проанализировать методы оценки светолюбия древесных пород.

Организация работы: индивидуальная.

Повторить/изучить:

Теоретический материал раздела «Лес и свет»:

- отношение древесных пород к свету. Шкала светолюбия;
- методы определения светолюбия древесных пород;
- влияние света на лесные насаждения.

Практическая работа

Задание 1. Определить отношение древесных пород к свету методами М. К. Турского и В. И. Никольского (1882), а также Л. С. Медведева. Результаты необходимо внести в табл. 12 и 13.

Для расчета уменьшения прироста (УП) необходимо использовать формулу:

$$УП = \left(1 - \frac{МГП_{50}}{МГП_{100}} \right) \cdot 100, \quad (7)$$

где УП – уменьшение прироста, % (определяется до сотых долей; чем больше процент уменьшения прироста, тем светолюбивее порода);

$МГП_{50}$ – масса годичного прироста 100 саженцев при освещенности 50%, г;

$МГП_{100}$ – масса годичного прироста 100 саженцев при освещенности 100%, г.

Для расчета относительной высоты (H_{OTH}) необходимо использовать формулу:

$$H_{OTH} = 0,01 \frac{H}{D}, \quad (8)$$

где H_{OTH} – относительная высота древесной породы, определяется до тысячных долей (светолюбивые породы имеют меньшие относительные высоты, чем теневыносливые);

H – высота древесной породы, выросшей в насаждении, см.

D – диаметр древесной породы, выросшей в насаждении, см.

Таблица 12

Определение светолюбия древесных пород по методу
М. К. Турского и В. И. Никольского

Порода	Масса годичного прироста 100 шт. сеянцев при освещенности, %		Уменьше- ние приро- ста, %	Место в ряду светопотреб- ности
	100	50		
Осина	304	193		
Сосна обыкновенная	165	103		
Береза повислая	234	141		
Пихта сибирская	58	56		
Лиственница европейская	75	28		
Липа мелколистная	234	203		
Ель обыкновенная	123	116		
Дуб	370	238		
Бук	400	385		
Клен татарский	99	80		
Ясень зеленый	216	148		

Таблица 13

Определение светолюбия древесных пород по методу Л. С. Медведева

Порода	Высота, м	Диаметр, см	Относитель- ная высота, см или м	Место в ряду светопотребности
Осина	19	30		
Сосна обыкновенная	14	18		
Береза повислая	19	19		
Пихта сибирская	18	41		
Ясень обыкновенный	18	25		
Липа мелколистная	14	24		
Ель обыкновенная	14	28		
Дуб черешчатый	16	26		
Бук восточный	16	33		
Граб обыкновенный	16	30		
Тис ягодный	10	55		

Задание 2. Определить относительное «световое довольствие» и расположить породы по степени уменьшения светопотребности. Результаты записать в табл. 14.

Таблица 14
Определение уровня светопотребности по методу И. Визнера

Порода	Освещенность, тыс. лк		Относительное «световое довольствие», %	Место в ряду светопотребности
	на открытом месте (полное освещение)	под кроной, листвой и т. п. (в лесу)		
Осина	47	4,3		
Сосна обыкновенная	46	5,1		
Береза повислая	28	3,2		
Пихта сибирская	22	0,6		
Лиственница европейская	42	8,5		
Липа мелколистная	35	0,9		
Ель обыкновенная	22	0,7		
Дуб черешчатый	29	1,1		
Бук восточный	26	0,4		

Относительное «световое довольствие» (L) вычисляется по формуле:

$$L = \frac{l}{j} \cdot 100, \quad (9)$$

где L – «световое довольствие» – минимум освещения, при котором растение еще может ассимилировать, % (чем больше процент относительного «светового довольствия», тем светолюбивее порода);

j – освещенность на открытом месте (полное освещение), тыс. лк;
 l – освещенность под кроной, листвой и т.п. в лесу, тыс. лк.

Задание 3. Найти и объяснить расхождения в оценке светопотребности породы различными методами.

Задание 4. Описать отличительные морфологические (внешние) и анатомические (признаки внутренней структуры) светолюбивых и теневыносливых древесных пород. Заполнить табл. 15. Привести примеры светолюбивых и теневыносливых пород.

Таблица 15

Анатомические и морфологические признаки светолюбивых и теневыносливых пород

Признаки	Светолюбивые породы	Теневыносливые породы

Примечание: в столбец «Признаки» рекомендуется вносить такие признаки как, особенности листьев, характеристика кроны, толщина коры и т. д.

Контрольные вопросы

1. Каково значение света в жизни леса?
2. Как свет влияет на плодоношение насаждения?
3. В каких случаях свет является лимитирующим экологическим фактором?
4. Может ли изменяться теневыносливость с возрастом деревьев?
5. Приведите примеры компенсации нехватки света другими экологическими факторами.
6. Назовите анатомические особенности светолюбивых пород.
7. Чем можно объяснить угнетенность подроста под пологом древостоев?
8. Какие Вы знаете методы для определения светолюбия древесных растений?
9. Какое сочетание древесных пород в лесной зоне можно рекомендовать для смешанных культур?
10. Назовите отрицательное влияние света на древесные растения.

ТЕМА 6. ВОДНЫЙ БАЛАНС В ЛЕСУ

Влага играет большую роль в жизни леса, без нее не происходит ни один процесс в жизни растений (транспирация, фотосинтез, рост и развитие, цветение и плодоношение и т. д.). В природе влага существует в следующих формах: осадки, водяной пар воздуха и почвы, почвенная влага, грунтовые воды, воды водоемов, законсервированная влага растений.

Водный баланс отражает соотношение между поступлением воды в почву и ее расходованием, которое происходит в результате жизнедеятельности лесных насаждений и физических процессов.

Цель работы: изучить влияние различных видов влаги на водный баланс леса.

Организация работы: индивидуальная.

Повторить/изучить:

Теоретический материал раздела «Лес и влага»:

- лесорастительная оценка климатов;
- виды осадков и влаги;
- значение влаги для жизни леса;
- отношение древесных пород к влаге;
- отрицательное влияние твердых осадков на лес;
- роль влажности воздуха в жизни леса;
- водный баланс леса;
- взаимоотношение леса и грунтовых вод;
- водоохранная и водорегулирующая роли леса;
- снегонакопление и снеготаяние.

Практическая работа

Задание 1. По данным табл. 16 постройте столбчатую диаграмму, отражающую годовой расход влаги разных категорий земель. На оси абсцисс рекомендуется откладывать показатель «Категории земель», на оси ординат – значения по показателю «Статьи расхода влаги». Пример построения графиков представлен на рис. 12.

Сделайте анализ полученной диаграммы (необходимо написать, на какой из площадей годовой расход воды больше, где сдувание снега меньше и т. д.). После построения диаграммы и проведения ее анализа необходимо составить баланс расхода влаги по данным табл. 16, используя формулу:

$$O_C = O_{KP} + C_{П} + C_{Г} + T + И_{ПП} + \Phi + C_{С.} \quad (10)$$

Таблица 16

Расход влаги различными категориями земель

Статьи расхода влаги, мм	Категории земель			
	Дубовые насаждения	Сосновое насаждение	Свежая вырубка	Чистое поле
Задержание осадков кронами (О _{КР})	83	104	0	0
Испарение почвенного покрова (И _{ПП})	84	78	320	308
Поверхностный сток (С _П)	21	11	82	110
Транспирация древостоями (Т)	200	138	0	0
Внутрипочвенный сток (С _Г)	121	193	69	79
Сдувание снега (С _С)	0	0	52	79
Расход воды на создание фитомассы (Ф)	90	104	51	26
Осадки (Ос)				

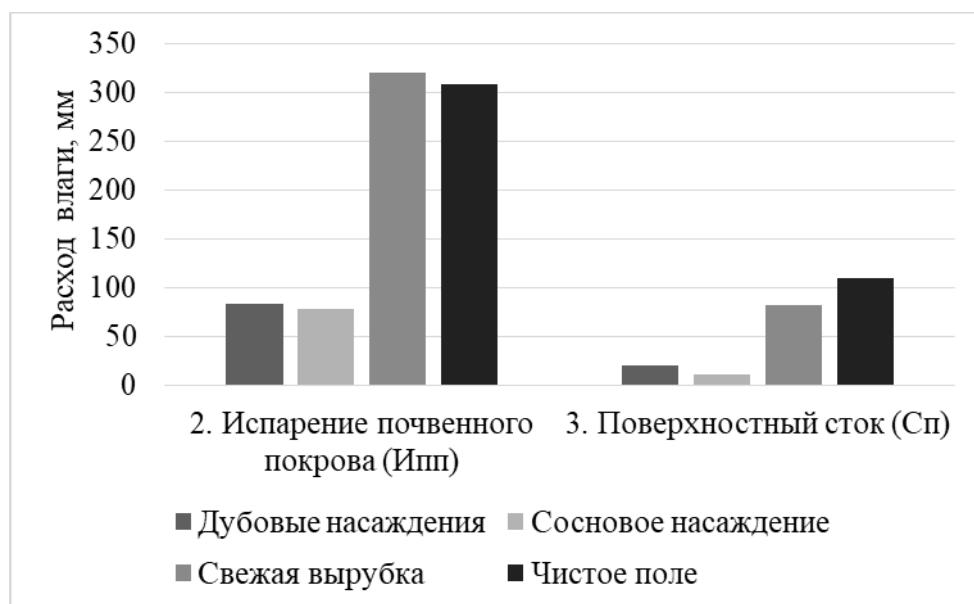


Рис. 12. Пример построения столбчатой диаграммы

Задание 2. По данным табл. 17 необходимо построить графики и дать объяснение изменения расхода воды по статьям водного баланса при уменьшении сомкнутости полога. По оси абсцисс отложите сомкнутость полога, по оси ординат – процент расхода влаги. Масштаб: сомкнутость 1 см = 0,1, процент расхода влаги 1 см = 10 %.

Таблица 17

Годовой расход воды в 45-летних сосновых древостоях
различной сомкнутости полога, %

Статья водного баланса	Относительная сомкнутость полога			
	1,0	0,85	0,75	0,50
Поверхностный сток	2,2	2,4	2,4	2,2
Испарение с живого напочвенного покрова и подстилки	13,1	12,2	13,8	16,3
Испарение с крон деревьев	11,9	8,1	7,3	3,9
Транспирация фитоценозом	61,4	64,3	66,3	64,3
Суммарное испарение	96,4	84,6	87,7	84,5
Инфильтрация влаги глубже 5 м	1,4	13,2	9,9	13,3

На рис. 13 показано неравномерное распределение влаги после пожара.



Рис. 13. Неравномерное распределение влаги после пожара

Задание 3. Снегонакопление на учебно-опытном полигоне рекультивации нарушенных земель.

1. На территории учебно-опытного полигона рекультивации нарушенных земель в период максимального снегонакопления с 1 по 15 марта было сделано изучение характеристик снега (высота и масса) на рекультивированном участке полигона, на склоне, горе и дне выработ-

танного карьера. Для проведения работ был использован снегомер весовой БС-43. Глубина (высота) снега измерялась снегомерной рейкой, а масса отобранной пробы – безменом (рис. 14). Для определения снегонакопления на участке необходимо рассчитать вес снега (в граммах), объем и его плотность. Расчеты производятся по формулам 11–13. Результаты необходимо записать в табл. 18.



Рис. 14. Снегомерная рейка (слева) и снегомер весовой БС-43 (справа)

Вес снега определяется как произведение веса пробы по безмену на значение одной целой единицы шкалы безмена (50 г) по формуле:

$$M = Z \cdot 50 \quad (11)$$

где M – вес снега, г;

Z – масса пробы снега по линейке весов, г.

Объем снега рассчитывается как произведение высоты снега на площадь отверстия снегомера (50 см^2) по формуле:

$$V = H \cdot 50, \quad (12)$$

где V – это объем снега, см^3 ,

H – высота снежного покрова, см.

Таблица 18

Расчет основных показателей снежного покрова

Участок	Высота (<i>H</i>), см	Масса пробы по линейке весов (<i>Z</i>), г	Вес снега (<i>M</i>), г	Объем (<i>V</i>), см ³	Плотность (<i>P</i>), г/см ³
T1-1	55	12,5			
T1-2	50	12,5			
T1-3	55	10,9			
T1-4	58	12,4			
T1-5	65	13,0			
T2-6	66	15,1			
T2-7	57	15,3			
T2-8	54	14,2			
T2-9	57	14,5			
T2-10	60	15,5			
T3-11	65	14,8			
T3-12	59	11,4			
T3-13	53	12,2			
T3-14	63	14,4			
T3-15	60	14,6			
Д1	60	13,2			
Д2	50	10,9			
Д3	55	12,6			
Д4	53	12,4			
Д5	57	13			
Г1	37	8,5			
Г2	45	11,7			
Г3	47	9,1			
Г4	51	11,4			
Г5	63	11,9			
С1	50	12			
С2	49	11,9			
С3	53	13,9			
С4	50	11,5			
С5	43	10,1			

Примечание: Т – трансекта на рекультивированном участке, Д – дно, Г – гора, С – склон.

Плотность снега равна отношению веса снега к его объему и рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{M}{V}, \quad (13)$$

где *P* – плотность снега, г/см³

2. По результатам расчета табл. 18 необходимо вычислить средние значения (находятся как среднее арифметическое) для каждого из рассматриваемых показателей. Результаты записать в табл. 19.

Средний объем снега в гектарах определяется как отношение значения средней арифметической высоты и 100 (в 1 м – 100 см), умноженное на 10000 м² (площадь одного гектара в м²) по формуле:

$$V_{CP} = \frac{H_{CP}}{100} \cdot 10000. \quad (14)$$

Вес снега в тоннах на гектар рассчитывается как произведение средних значений плотности снега на его объем, но значения плотности берутся в т/га. Для этого необходимо перевести плотность снега с г/см³ в т/га (учесть, что в 1 т – 1000000 г, в 1 м³ – 1000000 см³).

Для пересчета веса снега на количество осадков используют формулу:

$$Q = \frac{H_{CP}}{10}, \quad (15)$$

Таблица 19

Результаты расчета данных по снежному покрову на
учебно-опытном полигоне рекультивации нарушенных земель

Участок	Средняя высота снежного покрова (H _{CP}), см	Плотность снега (P), г/см ³	Объем снега (V), м ³ /га	Вес снега (G _{СНЕГА}), т/га	Q, мм
Т1					
Т2					
Т3					
В среднем по трем трансектам					
Д					
Г					
С					

3. Сделать анализ полученных данных, указав, на каком из рассматриваемых участков происходит наибольшее снегонакопление (и, соответственно, накопление количества влаги) и предположить, почему.

Задание 4. Определить характер и причины отрицательного воздействия влаги на отдельные древесные породы. Заполнить табл. 20.

Таблица 20

Отрицательное влияние осадков на лес

Фактор	Повреждаемые породы	Вид повреждения	Причины повреждения
Град			
Засуха			
Оледенение			
Переувлажнение			
Снег			

Контрольные вопросы

1. Какое значение имеется влага для леса?
2. Какие вы знаете виды влаги?
3. Перечислите виды осадков.
4. Назовите группы растений по отношению к влаге. Приведите примеры.
5. В чем разница между оптимальной и водоохранной лесистостью?
6. Какими лесоводственными мерами можно улучшить водный режим рек?
7. Какие средства борьбы со снеговалом и снеголомом являются наиболее радикальными?
8. Какие предложены методы для определения потребности древесных пород к влаге и каковы их недостатки?
9. В каких случаях и где почва промерзает глубже – на открытом месте или под пологом леса?
10. Можно ли регулировать влажность почвы направлением лесосеки?

ТЕМА 7. ЛЕС И АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Лес оказывает влияние на компоненты и свойства атмосферного воздуха за счет биогеохимических, физических и микроклиматических процессов (рис. 15). Лес играет большую роль в очищении воздуха от аэропромывбросов за счет механической фильтрации и биологической аккумуляции. Аэропромывбросы, в свою очередь, при длительном воздействии на лесные насаждения поражают растения, что приводит к сокращению числа компонентов насаждения, снижению фотосинтеза у деревьев, сокращаются приросты и т. д.

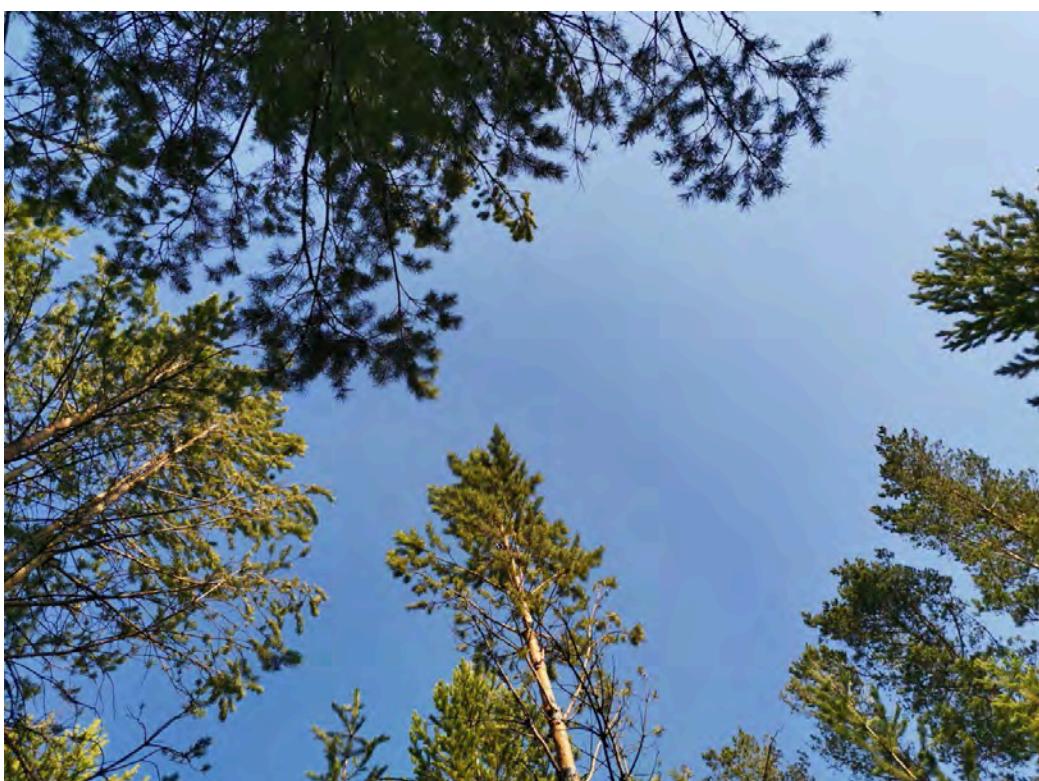


Рис. 15. Лес и атмосфера

Цель работы: оценить роль леса в поддержании качества атмосферного воздуха.

Организация работы: индивидуальная.

Повторить/изучить:

Теоретический материал раздела «Лес и атмосфера»:

- компоненты атмосферного воздуха и их значение для жизни леса;
- влияние леса на состав воздуха;
- лес и аэропромывбросы.

Практическая работа

Задание 1. Используя индекс существующего текущего повреждения древостоя, необходимо дать оценку существующего и прогнозируемого состояния сосновых древостоев в зоне влияния промышленных предприятий (характеристика древостоев и перечетная ведомость выдаются преподавателем).

Индекс существующего текущего повреждения (I) древостоя рассчитывается по формуле:

$$I = \frac{n_0 K_0 + n_1 K_1 + n_2 K_2 + n_3 K_3 + n_4 K_4}{N}, \quad (16)$$

где $n_0 \dots n_4$ – 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.

Период, в течение которого древостой переходит из текущего в прогнозируемое состояние, рассчитывается по разности между индексами прогнозируемого и текущего состояний, отнесенного к удельному индексу повреждения (т. е. изменению индекса повреждения в течение одного года). Определяется по формуле:

$$I_{уд} = \frac{I_{ПР} - I_{тек}}{П}, \quad (17)$$

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

$I_{ПР}$ – индекс прогнозируемого состояния (используется шкала, представленная в табл. 21);

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

$П$ – прогнозируемый период, лет.

Таблица 21
Шкала прогнозируемого состояния

Индекс прогнозируемого состояния	Значение
0,55	неповрежденные
1,55	слабоповрежденные
2,55	среднеповрежденные
3,05	сильноповрежденные
3,55	сухостой

Задание 2. Рассчитать сроки перехода сосновых древостоев в категорию сухостоя (удельный индекс составляет 0,075 балла). А также посчитать, через сколько лет древостой перейдет в категорию средне поврежденного (удельный индекс повреждения – 0,025 балла). Для расчетов необходимо использовать формулу 17 и табл. 22.

Таблица 22
Количество деревьев по категориям повреждения

Категории повреждения	Количество деревьев, шт.				
	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4	вариант 5
0	50	26	62	71	43
1	10	35	10	13	24
2	20	24	8	7	19
3	15	5	18	5	9
4	5	10	2	4	5

Задание 3. Подготовьте схему или презентацию на тему «Влияние аэропромывбросов на лес». В работе нужно максимально подробно раскрыть вопрос о том, какое влияние оказывают промышленные поллютанты на лес. Обязательно указать меры борьбы с аэропромывбросами, а также отразить возможные последствия влияния выбросов. Пример выполнения схемы показан на рис. 16.

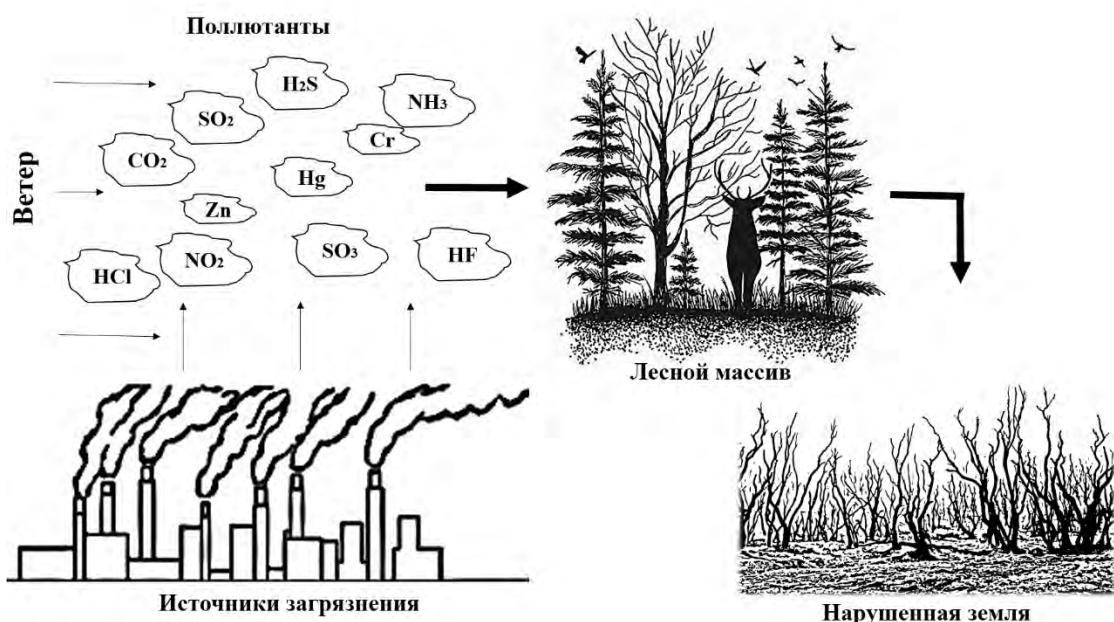


Рис. 16. Пример схемы по теме: «Влияние аэропромывбросов на лес»

Задание 4. Лесные экосистемы играют важную роль в поглощении парниковых газов. В процессе фотосинтеза происходит депонирование углерода в тканях растений. Для активного поглощения углекислого газа создают карбоновые фермы – специально организованные природные территории, предназначенные для образования и хранения углерода из окружающей среды, а также для консервации парниковых газов.

1. Используя данные табл. 23 рассчитайте объемы депонирования углерода в искусственных древостоях на карбоновой ферме в зоне южной тайги.

Для расчета запаса древесины в м^3 (столбец 6) необходимо умножить значение площади участка (столбец 2) на запас древесины в $\text{м}^3/\text{га}$ (столбец 4).

Депонирование углерода в т/га (C) определяется по формуле 18:

$$C = M \cdot K \quad (18),$$

где M – запас древесины, $\text{м}^3/\text{га}$;

K – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в биомассе древостоя по объемному запасу древесины лесного насаждения (Методика количественного ..., 2022).

Конверсионный коэффициент подбирается по группам возраста преобладающих пород для климатической зоны.

Таблица 23
Характеристика искусственных древостоев на карбоновой ферме

№ участка	Площадь, га	Возраст, лет	Состав насаждения	Запас древесины		Депонированный углерод	
				$\text{м}^3/\text{га}$	м^3	т/га	Т
1	9,0	9	10Е+К	21			
2	17,3	33	7Б3Ос	149			
3	39,4	102	9Б1Е	385			
4	20,1	23	6С2К2П	78			
5	10,6	74	10Б+Е	322			
6	19,3	40	8С2Е	228			
7	30,4	61	9Е1С+Ос	319			
8	13,3	25	8Е2С+Б	49			
9	25,2	97	5Е3П2Б	445			

Окончание табл. 23

№ участка	Площадь, га	Возраст, лет	Состав насаждения	Запас		Депонированный	
				м ³ /га	м ³	м ³ /га	м ³
10	8,9	32	8Е2П	107			
11	39,5	84	7Е3Ос	413			
12	21,6	70	8С2Б+Ос	402			
13	8,5	11	9Б1Ос	18			
14	10,6	46	6Е2С2Б	183			
15	38,0	64	10С	406			
16	22,2	105	8Е1С1Б	506			
17	12,5	51	7С2Е1Б	359			
18	22,8	42	8Б2С	218			
19	31,5	83	10Б	357			
20	18,5	72	7С3Ос	429			
21	23,0	33	6С3Б1Ос	201			
22	42,0	81	10С+Е+Б	460			
23	54,3	94	6Б4Ос	375			
24	35,8	100	10С	520			
25	12,4	53	6Е3С1Б	251			
26	10,2	55	8Б2Лц+С	271			
27	4,6	20	9Б1С	79			
28	17,2	60	7Б3С	309			
29	25,5	70	9Е1Ос	358			
30	19,0	90	8С1Е1Б	489			

Депонирование углерода в тоннах (столбец 8) находится умножением значения площади участка (столбец 2) на депонирование углерода в т/га (столбец 7).

2. Постройте график зависимости значений депонирования углерода в т/га от возраста древостоев для каждой древесной породы. Пример оформления графика для одной породы представлен на рис. 17.

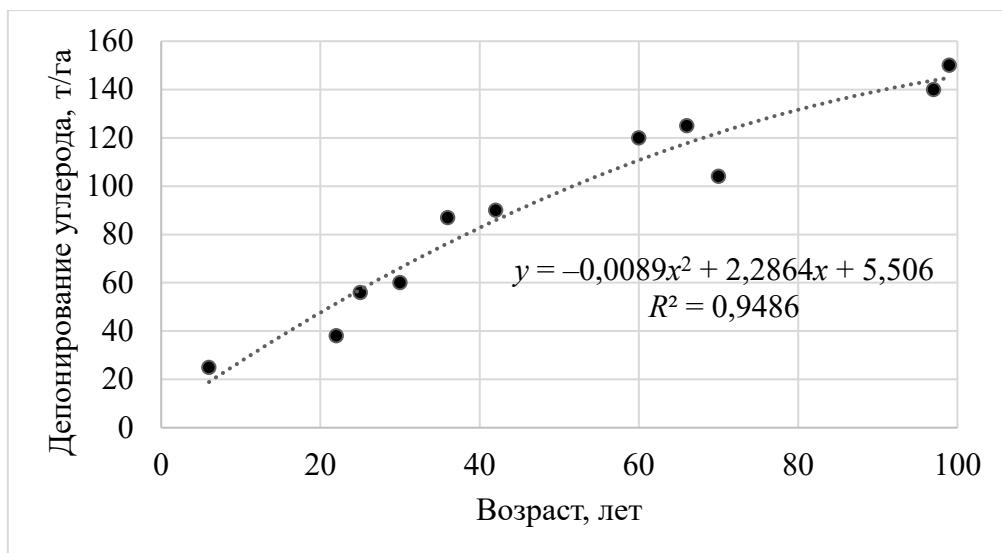


Рис. 17. Динамика накопления углерода в биомассе древостоев, произрастающих на карбоновой ферме в среднетаежной зоне

3. Оцените запас депонированного углерода на всей площади и укажите, какая древесная порода наиболее перспективна для выращивания на карбоновых фермах.

Контрольные вопросы

1. Каково значение воздуха для леса?
2. Что такое промышленные поллютанты?
3. От чего зависит пылеудерживающая способность разных древесных пород?
4. Какие методы используются для оценки углеродного баланса лесов?
5. Какими лесоводственными мерами можно увеличить содержание углекислого газа в лесу?
6. Что такое депонирование углерода?
7. Для чего создают карбоновые фермы?
8. Назовите виды газоустойчивости растений.
9. Как связаны процессы фотосинтеза и дыхания растений с газовым составом атмосферы?

ТЕМА 8. ЛЕС И ВЕТЕР

Ветер оказывает как положительное, так и отрицательное влияние на лес. Положительное значение – формирование крон и стволов; поддержание почвы в рыхлом состоянии за счет раскачивания деревьев; перенос пыльцы и разнос семян; перенос влаги и углекислого газа; охлаждение в жаркую погоду хвои и листьев и т. д. Отрицательное значение – иссушает почву; переносит на большие расстояния аэрометаллы; формирует сбежистые стволы; образует ветровалы и буреломы и т. д. В свою очередь, лес оказывает влияние на скорость и направление ветра, стабилизирует микроклимат и уменьшает эрозионные процессы.

Цель работы: оценить влияние ветра на формирование лесных экосистем.

Организация работы: индивидуальная.

Повторить/изучить:

Теоретический материал раздела «Лес и ветер»:

- положительное влияние ветра на лес;
- отрицательное влияние ветра на лес;
- влияние леса на ветер;
- меры борьбы с отрицательным влиянием ветра на лес.

Практическая работа

Задание 1. Рассчитать скорость ветра в процентах на разном расстоянии от опушки. Результаты записать в табл. 24. Ветер дует перпендикулярно стене леса. Скорость ветра на открытом месте – 6,8 м/с. По полученным данным необходимо построить график. Масштаб по оси абсцисс – в 1 см = 100 м, по оси ординат – в 1 см = 10 %. Также определить скорость ветра с наветренной и подветренной сторон (в процентах от его скорости на открытом месте). После построения графиков необходимо сделать выводы. На рис. 18–19 показаны последствия шквалистого ветра (бурелом).

Задание 2. Используя доступные литературные источники, укажите причины возникновения ветровалов и буреломов. Приведите не менее 10 примеров крупнейших буреломов и ветровалов в России за последние 10 лет, указав регионы и пострадавшие площади. Заполните табл. 25.

Таблица 24

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	1,9		0,4	
50	2,8		1,2	
100	3,7		1,7	
200	4,4		2,3	
300	5,2		3,9	
400	5,7		4,6	
500	6,1		5,4	
600	6,4		5,9	
700	6,8		6,8	



Рис. 18. Бурелом

Таблица 25

Причины и последствия ветровалов и буреломов

Вред, нанесенный лесу	Причины возникновения	Регионы	Площади	Меры борьбы
Бурелом				

Окончание табл. 25

Вред, нанесенный лесу	Причины возникновения	Регионы	Площади	Меры борьбы
Ветровал				



Рис. 19. Ветровал

Контрольные вопросы

1. Назовите положительное и отрицательное влияние ветра на лес.
2. Что такое ветровал?
3. Что такое бурелом?
4. Какие древесные породы в наибольшей степени подвержены ветровалу и бурелому? Назовите причины.
5. Что такое ветрозащитные полосы? Какие бывают типы?
6. Как можно использовать данные об изменении ветровой активности при планировании лесовосстановления?
7. Как ветер влияет на формирование микроклимата в лесу?
8. Опишите процесс ветроопыления древесных растений.
9. Объясните процесс формирование флагообразной кроны под постоянным влиянием преобладающих ветров.

ТЕМА 9. ЛЕС И ПОЧВА

Состав древостоя, его морфологическая структура, производительность и продуктивность, качество древесины зависят от типа и состава почв. Результаты воздействия почвы определяются плодородием, которое складывается из таких факторов, как мощность, механический состав, содержание органического вещества, режима влажности, температурного режима и т. д.

Лес оказывает значительное влияние на почву, которое проявляется в регулировании температурного режима почвы (биофизическое влияние), в поддержании почвы в рыхлом состоянии (механическое влияние), в выделении в почву органических соединений и обогащении элементами питания (химическое влияние), в воздействии животных, микрофлоры и микрофлоры (биотическое влияние).

Цель работы: изучить взаимосвязь между лесом и почвой.

Организация работы: индивидуальная.

Повторить/изучить:

Теоретический материал раздела «Лес и почва»:

- значение почвы для жизни леса;
- влияние почвы на лес;
- влияние леса на почву;
- роль леса в почвообразовании.

Практическая работа

Задание 1. Рассчитать подстилоочно-опадный коэффициент. Для этого предварительно установить показатели.

Масса опада (рис. 20), т/га (M_O), определяется по формуле 18 (Аткин, Стаканов, 1999). Для расчета показателя для своего варианта необходимо использовать данные из табл. 26:

$$M_O = 4 - 0,65B + 0,2V + 0,2P, \quad (18)$$

где M_O – масса всей лесной подстилки, т/га;

Б – класс бонитета;

В – класс возраста;

П – относительная полнота древостоя.



Рис. 20. Лесная подстилка

Таблица 26

Показатели для расчета подстилочно-опадного коэффициента по вариантам

№ варианта	М _п , т/га	Б	В	П
1	3,0	IV	III	0,6
2	2,5	III	II	0,8
3	3,2	III	II	0,9
4	4,0	II	VI	0,9
5	1,8	IV	II	1,0
6	3,5	III	IV	0,7
7	3,1	I	II	0,8
8	2,8	III	V	0,9
9	4,3	I	VII	0,9
10	1,6	IV	1	1,0

Далее вычислить подстилочно-опадный коэффициент K по формуле 19:

$$K = \frac{M_{\pi}}{M_0}. \quad (19)$$

По величине коэффициента K определить скорость разложения подстилки (табл. 27).

Таблица 27
Величина коэффициента K

Величина коэффициента	Описание скорости разложения
1–5	лесная подстилка разлагается быстро
6–11	разложение идет со средней скоростью
12 и более	разложение замедленное

Задание 2. Описать зависимость развития корневых систем различных древесных пород от почвы (табл. 28).

Таблица 28
Зависимость развития корневых систем деревьев различных древесных пород от почвы

Древесная порода	Тип корневой системы	Особенности развития корневой системы
Сосна обыкновенная		
Ель		
Лиственница		
Сосна кедровая Сибирская		
Дуб		
Береза		

Ответьте на вопросы:

1. Какая древесная порода имеет наименее пластичную корневую систему?
2. Как изменяется корневая система сосны: а) на дренированных супесях; б) на осушенных торфяниках; в) на скальных почвах; г) на глубоких песчаных сухих почвах?

Задание 3. Распределите виды живого напочвенного покрова из списка по степени плодородия почвы (не требовательные к плодородию почвы – олиготрофы, среднетребовательные к плодородию почвы – мезотрофы, требовательные к плодородию почвы – мегатрофы). Результаты запишите в табл. 29.

Список видов живого напочвенного покрова для распределения: гравилат речной (*Geum rivale* L.), лапчатка прямая (*Potentilla recta* L.), борец северный (*Aconitum septentrionale* Koelle), водяника черная (*Empetrum nigrum* L.), кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba*

officinalis L.), валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.), колокольчик широколистный (*Campanula latifolia* L.), лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), скерда сибирская (*Crepis sibirica* L.), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum* L.), кочедыжник женский (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth), бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum* (L.) Hill), дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.), лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim).

Таблица 29

Распределение видов живого напочвенного покрова в зависимости от плодородия почвы

Олиготрофы	Мезотрофы	Мегатрофы

Контрольные вопросы

1. Что такое плодородие почв?
2. Какое влияние оказывает лес на почвы? Назовите основные формы.
3. Перечислите основные элементы биологического круговорота между растениями и почвой в лесу?
4. Какие древесные породы называются олиготрофами, мезотрофами, мегатрофами?
5. Какие бывают почвы по механическому составу?
6. Какие древесные породы наиболее требовательные к аэрации почвы?
7. Какова роль минеральных элементов, содержащихся в почве, для роста и развития древесных растений?
8. В чем особенности произрастания леса на вечной мерзлоте?
9. Какие функции выполняет лесная подстилка?
10. Какими показателями можно оценить скорость биологического круговорота в лесу?

ТЕМА 10. ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА

Естественное возобновление леса – это процесс, который невозможен без участия внешних факторов, таких как климатические (свет, осадки, ветер) и биотические (микориза, распространение семян животными, опыление), а также антропогенные (содействие естественному возобновлению для ускорения и усиления процесса).

Цель работы: изучить влияние биотических факторов на естественное возобновление леса.

Организация работы: индивидуальная.

Повторить/изучить

Теоретический материал раздела «Естественное возобновление леса»:

- понятие о возобновлении леса, его методы и виды;
- этапы (стадии) семенного возобновления леса;
- экология естественного семенного возобновления леса под пологом насаждений, на вырубках и гарях;
- меры содействия естественному семенному возобновлению леса;
- виды вегетативного возобновления;
- сравнительные преимущества и недостатки методов и видов возобновления леса;
- естественное семенное возобновление;
- искусственное лесовосстановление;
- предварительное семенное лесовозобновление;
- последующее семенное лесовозобновление;
- вегетативное лесовозобновление.

Практическая работа

Задание 1. Вычислить количество подроста на 1 га (данные взять из работы «Таксационно-лесоводственное изучение лесного парка»): общее число по породам, группам высот и состоянию на ПП и в переводе на 1 га (таблица из прил. 4), а также суммарные значения по каждой категории крупности.

Жизнеспособный подрост (рис. 21) учитывают полностью, нежизнеспособный (рис. 22) исключают из учета, а сомнительный (рис. 23) делят пополам. Одну половину также исключают из учета, а другую прибавляют к жизнеспособному, полагая, что не менее половины сомнительного подроста со временем перейдет в категорию жизнеспособного. Всходы в состав подроста не включают, однако их учитывают при оценке успешности того или иного типа леса по естественному лесовозобновлению и тенденций к смене пород.



Рис. 21. Жизнеспособный подрост сосны обыкновенной



Рис. 22. Нежизнеспособный подрост сосны обыкновенной



Рис. 23. Сомнительный подрост сосны обыкновенной

Определяется породный состав подроста, для чего общее его число принимается за 100 %, а по каждой породе устанавливается ее доля. Формула состава подроста записывается также, как и в случае с древостоем. Например, если в подросте представлены сосна и ель поровну, то формула состава имеет вид 5С5Е.

Под таблицей необходимо посчитать следующие показатели в пересчете на 1 га: всходы на ПП; итого жизнеспособного подроста на ПП; итого сомнительного подроста на ПП в пересчете на 1 га; итого нежизнеспособного подроста на ПП; итого жизнеспособного в пересчете на крупный (обобщенный жизнеспособный и 0,5 сомнительного); встречаемость подроста на ПП, (%); размещение; успешность возобновления.

Подрост анализируется по группам высот с определением средней высоты (как средневзвешенный показатель) и по возрасту (также с определением средневзвешенного показателя).

Для определения показателя равномерности размещения подроста по площади вычисляется встречаемость подроста. Встречаемость (P) определяется в процентах по формуле 20:

$$P = \frac{n}{N} \cdot 100, \quad (20)$$

где n – количество учетных площадок, на которых встречается подрост;

N – общее количество учетных площадок.

После расчета встречаемости необходимо определить тип размещения подроста по табл. 30.

Таблица 30
Тип размещения подроста в зависимости от встречаемости
(Основы фитомониторинга, 2020)

Процент встречаемости	$> 65 \%$	40–64 %	$< 40 \%$
Тип размещения	Равномерное	Неравномерное	групповое

Количество подроста на гектар рассчитается по формуле 21:

$$N = \frac{\sum N_{\text{уп}} \cdot 1000}{(n \cdot S)}, \quad (21)$$

где $N_{\text{уп}}$ – количество экземпляров подроста одной породы на учетной площадке;

n – количество учетных площадок;

S – площадь учетной площадки (у данной работе она равна 4 м^2).

При наличии подроста разных высот его учет следует проводить с распределением на группы по категориям крупности. Для определения количества подроста применяются коэффициенты пересчета мелкого и среднего подроста в крупный. Для мелкого подроста применяется коэффициент 0,5, среднего – 0,8, крупного – 1,0. Если подрост смешанный по составу, возобновление оценивается по главным лесным древесным породам, соответствующим природно-климатическим условиям.

Пример расчета подроста в пересчете на крупный:

$$N_{\text{ПДР}} = N_M \times 0,5 + N_{\text{СР}} \times 0,8 + N_{\text{КР}} \times 1, \text{ шт./га},$$

где N_M – количество мелкого подроста, шт./га;

$N_{\text{СР}}$ – количество среднего подроста, шт./га;

$N_{\text{КР}}$ – количество крупного подроста, шт./га.

Далее необходимо оценить успешность возобновления по шкалам. При определении следует учитывать, что возраст подроста в данной практической работе для всех вариантов – до 0,5 м – 3 года; 0,6–1,0 м – 5 лет; 1,1–1,5 – 7 лет; 1,6 и выше – 9 лет.

Для анализа проделанной работы и знакомства с методикой оценки возобновления может быть использована наиболее простая шкала (по В. Г. Нестерову) (табл. 31).

Таблица 31

Шкала для оценки естественного возобновления леса (по В. Г. Нестерову)

Оценка возобновления	Количество подроста в зависимости от возраста, тыс. шт./га		
	до 5 лет	6–10 лет	11 лет и более
Хорошее	10	5	3
Удовлетворительное	5–10	3–5	1–3
Слабое	3–5	1–3	1–1,5
Плохое	< 3	< 1	< 0,5

Для более детального анализа данных по подросту необходимо рассчитать следующие показатели: среднюю численность подроста на учетной площадке (формула 22); сумма квадратов центральных отклонений (формула 23); стандартное (квадратичное) отклонение (формула 24); ошибка средней арифметической (формула 25); коэффициент вариации (формула 26); показатель точности учета (формула 27):

$$M_{\text{уч.пл.}} = \frac{\Sigma N}{n}, \quad (22)$$

где M – средняя численность подроста на учетной площадке, экз. (среднее арифметическое значение);

N – численность подроста на учетной площадке, экз.;

n – число учетных площадок, шт.

$$C = \sum N^2 - \frac{(\Sigma N)^2}{n}, \quad (23)$$

где C – сумма квадратов центральных отклонений, экз.;

$$\sigma = \sqrt{\frac{C}{n-1}}, \quad (24)$$

где σ – стандартное (квадратичное) отклонение, экз.

$$\pm m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (25)$$

где m – ошибка средней арифметической, экз.

$$V = \frac{\sigma}{M} \times 100, \quad (26)$$

где V – коэффициент вариации, %.

$$P = \frac{V}{\sqrt{n}}, \quad (27)$$

где P – показатель точности учета, %.

Задание 2. Сравнить методы и виды возобновления леса (табл. 32). Необходимо сделать краткое описание методов и видов, указав, для каких лесов они характерны, какие экологические особенности должны учитываться, а также указать преимущества и недостатки.

Таблица 32
Сравнение методов и видов возобновления леса

Методы и виды возобновления леса	Краткое описание	Преимущества	Недостатки
Естественное семенное лесовозобновление			
Искусственное лесовосстановление			
Предварительное семенное лесовозобновление			
Последующее семенное лесовозобновление			
Вегетативное лесовозобновление			

Контрольные вопросы

1. Какие бывают экологические последствия пастьбы домашнего скота?
2. Что такое микориза и каково ее значение для леса?
3. Какие бывают меры содействия естественному семенному возобновлению леса?
4. Какие бывают виды вегетативного возобновления?
5. В чем недостатки предварительного семенного лесовозобновления?
6. Какие бывают методы изучения естественного возобновления леса?
7. Дайте определение понятиям «всходы», «самосев» и «пдрост».

8. Назовите основные показатели для оценки успешности естественного лесовозобновления.
9. Какие бывают типы размещения подроста, в зависимости от встречаемости?
10. Какие коэффициенты применяют для определения количества подроста при пересчете мелкого и среднего подроста в крупный?

ТЕМА 11. ФОРМИРОВАНИЕ ДРЕВОСТОЕВ. СМЕНА ПОРОД

Древостой является основным компонентом лесных насаждений и имеют продолжительный жизненный цикл (от появления всходов до старения и отпада), который может длиться для разных древесных пород от 1 до 500 лет. С течением времени и особенностями лесорастительных условий могут формироваться чистые и смешанные, простые и сложные, естественные и искусственные, семенные и вегетативные, одновозрастные и разновозрастные древостои.

В древостоях могут происходить смены одних древесных пород другими, что приводит к негативным последствиям, таким как снижение экологической емкости лесов, неравномерному распределению стока малых рек, снижению защитных функций лесов и т. д. Предотвращение нежелательной смены пород достигается за счет лесоводственных мероприятий.

Цель работы: изучить особенности формирования древостоев и смены пород.

Организация работы: индивидуальная.

Повторить/изучить:

Теоретический материал раздела «Формирование древостоев» и «Смена пород»:

- онтогенез древостоев;
- виды взаимоотношений древесных пород при совместном произрастании;
- виды (типы) смен и их причины;
- смена сосны на березу и осину и обратная смена;
- взаимоотношения сосны и ели;
- смена ели на березу и осину и обратная смена;
- смена дуба другими породами и обратная смена;
- биологическая и хозяйственно-экономическая оценка смен;
- пути предотвращения нежелательных смен древесных пород.

Практическая работа:

Задание 1. Схематично представьте стадии онтогенеза древостоев по Е. П. Смолоногову (1991) на примере сосны обыкновенной. В схеме необходимо указать название каждой стадии, возрастные интервалы.

Под готовой схемой приведите примеры этапов онтогенеза, предложенных другими авторами.

Задание 2. Заполните табл. 33 «Виды взаимного влияния древесных пород».

Таблица 33

Виды взаимного влияния древесных пород

Виды взаимного влияния древесных пород	Краткая характеристика	Примеры
Механические		
Биофизические		
Биотрофные		
Физиологические		
Аллелопатические		
Генеалогические		

Задание 3. Заполните табл. 34 «Причины смены пород и меры восстановления главной породы». На рис. 24 показана смена березы – елью, на рис. 25 сосны – елью.



Рис. 24. Смена березы – елью

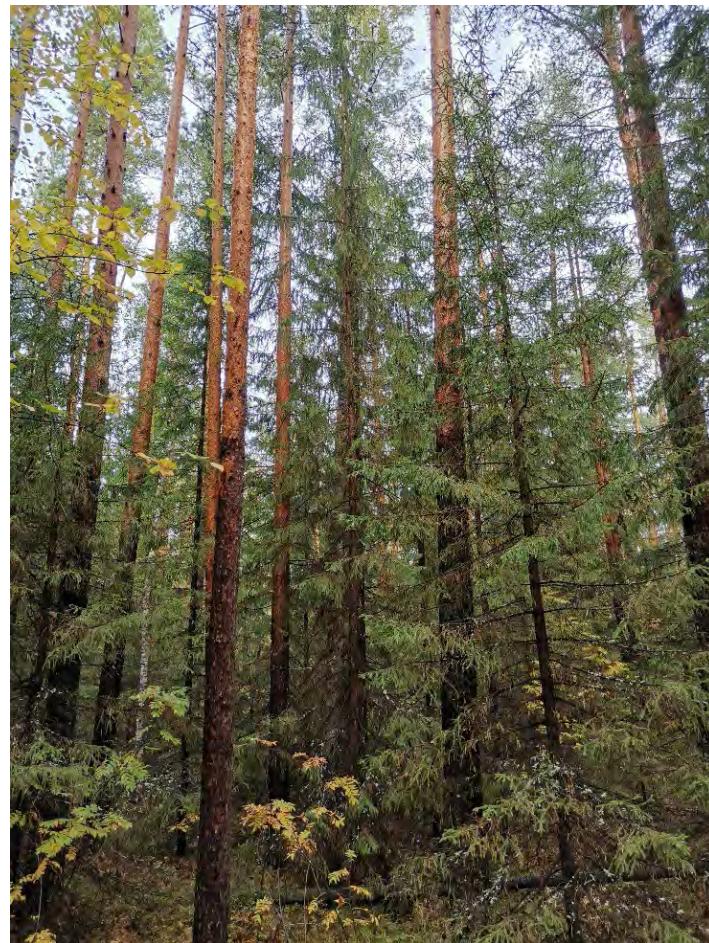


Рис. 25. Смена сосны – елью

Таблица 34

Причины смены пород и меры восстановления главной породы

Смена пород	Причина смены	Меры восстановления главной породы
Осина – сосновой		
Сосна – елью		
Дуб – елью		
Сосна – березой		
Дуб – сосновой		
Сосна – осиной		
Ель – мелколиственными породами		

Задание 4. Сделайте подробное описание смены пород, заполнив табл. 35. Под таблицей укажите отрицательное и положительное значения смен.

Таблица 35

Факторы смены пород

Фактор смены	Произрастающая порода – ель			Произрастающая порода – сосна		
	Сменяющая порода					
	сосна	береза	осина	ель	береза	осина
Плодоношение, кг/дер.						
Распространение семян						
Масса семян, г/ 100 шт.						
Способность давать поросль, экз./м ²						
Способность давать поросль, экз./м ²						
Место в шкале светолюбия М. К. Турского						
Продолжительность жизни, лет						

Задание 5. Графически представьте пути предотвращения нежелательных смен древесных пород. Укажите, какие биологические и хозяйствственно-экономические последствия могут быть.

Задание 6. В квартале произрастают пять сосновых древостоев, одинаковых по возрасту (70 лет) и полноте (0,8), но различных по составу: 7С3Е+Б, 8С1Е1Ос, 9С1Б, 5С4Б1Ос+Е, 6С2Е2Б. В каком из перечисленных древостоев быстрее пойдет восстановление сосны после сплошной рубки? Какова вероятность смены сосны на березу?

Задание 7. Оценка смены пород на территории Уральского учебно-опытного лесхоза (Сюваткин и др., 2022).

1. Оценить вероятность смены пород: сосны обыкновенной – елью сибирской (табл. 36) и березы повислой – елью сибирской (табл. 37) на пробных площадях на территории Уральского учебно-опытного лесхоза (учесть, что в соответствии с Правилами лесовосстановления ... (2021) количество подроста ценных древесных пород для обеспечения процессов лесовосстановления должно составлять не менее 2000 шт./га). Указать, на каких ПП вероятность смены ниже и обосновать свой ответ.

2. Дать рекомендации по предотвращению смены пород.

Таблица 36
Характеристика подроста на пробных площадях в сосновых древостоях

№ ПП	Тип леса	Состав древостоя	Состав подроста	Порода	Встречаемость подроста, %	Количество жизнеспособного подроста в пересчете на крупный, шт./га
1	СЯГ	I ярус 9С1Б II ярус 10Е+Б+П	8Е1С1Б+П	8Е	75	1938
				1С	5	125
				1Б	20	313
				+П	5	100
Итого:						2476
2	СЯГ	9С1Е+Л+ П+Б	6С3Е1Б	6С	50	1556
				3Е	30	906
				1Б	20	300
Итого:						2762
3	ЕСТР	9С1Е+Л+ П+Б+Б+ Ос	3С3Е3Б1О с+Л	3С	60	1531
				3Е	50	1413
				3Б	30	1531
				1Ос	10	188
				+Л	10	50
Итого:						4713
4	СЯГ	7С1С1Е1 Б+Л+Л+П +Б+Ос	3Е3С2П1 Л1Б	3Е	35	788
				3С	25	688
				2П	20	513
				1Л	10	100
				1Б	20	256
Итого:						2345
5	СЯГ	8С1Е1Л+Б	5Е4С1П	5Е	20	375
				4С	10	300
				1П	5	63
Итого:						738
6	СЯГ	8С2Б+Е+Л	5Е4С1Л	5Е	33	900
				4С	20	617
				1Л	7	134
Итого:						1651

Таблица 37

Характеристика подроста на пробных площадях в березовых древостоях

№ПП	Состав древостоя	Состав подроста	По-рода	Встречае-мость подроста, %	Количество жизнеспособного подроста в пересчете на крупный, шт./га
1	5Б1Ос2С2Е+Л+П	6Е3П1Б+С	Е	45	1213
			П	5	563
			Б	10	163
			С	10	63
Итого:					2002
2	I ярус 6Б3С1Л+Е II ярус 6Е2С2Б+Л	9Е1С	Е	30	525
			С	15	63
Итого:					588
3	7Б2С1Е+Л	9Е1С+Л	Е	25	1506
			С	10	263
			Л	5	0
Итого:					1769
4	5Б1Ос4С+Л	8С2Е+Б+Ос	С	70	2888
			Е	20	488
			Б	5	125
			Ос	5	125
Итого:					3513

Контрольные вопросы

1. Что такое онтогенез? Какие выделяют стадии онтогенеза?
2. Что такое смена пород?
3. Перечислите пути предотвращения нежелательных смен древесных пород.
4. Почему смена сосны – елью считается невыгодной?
5. Перечислите типы смен пород.
6. Какова роль лесных пожаров в восстановлении сосны, лиственницы, ели?
7. В каких случаях смена хвойных пород лиственных может быть обратима? Всегда ли правильна схема Г. Ф. Морозова?
8. В чем суть биотрофного взаимовлияния пород?
9. Чем отличаются коренные от производных древостоев?
10. Какие преимущества у вегетативных древостоев над семенными?

ТЕМА 12. ТИПОЛОГИЯ ЛЕСА

Лесная типология изучает закономерности структуры и функционирования лесных насаждений, их лесорастительные условия, закономерности пространственного размещения, изменчивости и динамики лесов. Является обобщающей и заключительной частью науки о природе леса.

Изучение лесной типологии позволяет определять закономерности, происходящие в лесной экосистеме, а также грамотно планировать и проводить лесохозяйственные мероприятия (с учетом лесорастительных условий).

Цель работы: изучить особенности лесных типологий

Организация работы: индивидуальная.

Повторить/изучить

Теоретический материал раздела «Типология леса»:

- общие понятия;
- учение о типах насаждений и типах леса Г. Ф. Морозова;
- классификация типов леса А. А. Крюденера;
- украинское лесотипологическое направление;
- типология леса В. Н. Сукачева;
- типология леса Б. А. Ивашкевича и Б. П. Колесникова;
- черты динамической типологии И. С. Мелехова и других современных течений в лесной типологии;
- характеристика типов леса;
- группы типов леса;
- значение лесной типологии для теории и практики лесного хозяйства.

Практическая работа

Задание 1. Дать характеристику типов леса по В. Н. Сукачеву, заполнив табл. 38. При заполнении столбца 6 «Живой напочвенный покров» (ЖНП) рекомендуется использовать прил. 7. Для заполнения таблицы можно использовать сайт «Определитель типов леса Европейской России» (2025), учебно-методическое пособие А. Н. Салтыкова (2019).

Таблица 38
Характеристика типов леса по В. Н. Сукачеву

Типы леса	Почвы	Древо-стои	Класс бонитета	Подлесок	ЖНП	Успеш- ность есте- ствен- ного воз- обновле- ния
Лишайнико- вый						
Кисличный						
Черничный (рис. 26)						
Брусничный						
Долгомошный						
Сфагновый						
Травяный и травяно-бо- лотный (рис. 27)						
Лещиновый, липняковый, дубняковый						



Рис. 26. Сосняк черничный



Рис. 27. Сосняк разнотравный

Задание 2. В табл. 39 представлены мероприятия, которые назначаются в определенных типах леса. Необходимо дать основания для их применения.

Таблица 39

Основания для назначения мероприятий по разным типам леса

Тип леса	Мероприятия	Основание для назначения мероприятий
сосняки- и ельники- долгомошники и сфагновые	сбор порубочных остатков в кучи или валы с оставле- нием их на месте для пере- гнивания	
сосняки- и ельники- брусничники, чернич- ники, кисличники	сжигание порубочных остат- ков в кучах и валах	
сосняки лишайниковые, вересковые	разбрасывание порубочных остатков по лесосеке	

Задание 3. Сравнить типологии леса разных авторов по следую-щим показателям: основной принцип выделения типа леса (например, рельеф, климат, живой напочвенный покров); краткая характеристика типологии. Заполнить табл. 40.

Таблица 40

Характеристика типов леса разными авторами

Авторы	Основной принцип выделения типа леса	Краткая характеристика	Примеры
Крюденер А. А.			
Погребняк П. С.			
Сукачев В. Н.			
Колесников Б. П. и Ивашкевича Б. А.			
Мелехов И. С.			

Задание 4. Расположить указанные ниже типы леса в ряд по степени горючести, начиная с наиболее опасных в пожарном отношении: ельник-кисличник, ельник хвощово-сфагновый (рис. 28), сосняк лишайниковый, сосняк-брусничник, сосняк болото-травяной; листвяг-черничник, сухая дубрава, сосняк багульниковый (рис. 29) сосняк вересковый, влажная дубрава, ольшаник крапиво-высокотравный.



Рис. 28. Ельник хвощово-сфагновый



Рис. 29. Сосняк багульниковый

Задание 5. Определить тип леса по направлениям: биогеоценотическое (В. Н. Сукачева), эдафическое (П. С. Погребняка), динамическое или генетическое (Б. П. Колесникова) по следующему плану: место положение, почвы, древостои, полнота, бонитет, подлесок, травяной покров, моховой покров, значение (варианты описания типа леса выдаются преподавателем).

Контрольные вопросы

1. Что такое тип леса?
2. Перечислите классы природной пожарной опасности лесов.
3. Назовите недостатки лесотипологической схемы В. Н. Сукачева.
4. Какое значение имеет лесная типология для лесного хозяйства?
5. Есть ли разница в понятиях «тип леса» и «тип насаждения»?
6. Как связаны тип почвы и тип леса?

ТЕМА 13. ЛЕС И БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Биотические факторы оказывают на лес как положительное, так и отрицательное влияние. С одной стороны, многие животные и птицы способствуют распространению плодов и семян (зоохория), регулируют численность вредных насекомых (например, дятлы, клесты), а также улучшают свойства почвы за счет ее рыхления (мыши, барсучки). С другой стороны, деятельность животных может иметь и негативные последствия: поедание семян древесных пород, особенно в годы низких урожаев, повреждение коры (олени, кабаны), объедание и обламывание подроста и подлеска (косули, лоси), а также обламывание вершин деревьев (медведи). Таким образом, биотические факторы оказывают на лес разное воздействие: они могут как способствовать его развитию, так и тормозить процессы восстановления.

Цель работы: изучить влияние биотических факторов на лесные экосистемы.

Организация работы: индивидуальная.

Повторить/изучить

Теоретический материал раздела «Лес и биотические факторы»:

- структура факторов;
- роль биотических факторов;
- роль крупных животных и мегафауны;
- роль макро- и мезофауны;
- роль микрофлоры и микрофлоры.

Практическая работа

Задание 1. Охарактеризовать роль различных групп представителей флоры и фауны в формировании и развитии леса (см. табл. 41), указав положительные и отрицательные стороны их влияния. Предложить возможные меры по снижению их негативного воздействия.

Таблица 41
Влияние представителей флоры и фауны на лес

Группы представителей флоры и фауны	Представители	Положительное значение	Отрицательное значение
Крупные животные и мегафауна			
Макро- и мезофауна			
Микрофауна и микрофлора			

Задание 2. Оценить влияние диких копытных животных (лосей) на возобновление сосны обыкновенной в Свердловском лесничестве. По данным табл. 42 построить график зависимости сохранности подроста от плотности населения лося. Сделать выводы и предложить меры по минимизации отрицательного влияния лося на лесовосстановление.

Таблица 42
Доля поврежденных экземпляров подроста в зависимости от плотности лося

№ участка	Плотность лося, шт./1000 га	Доля поврежденных экземпляров, %
1	6	71
2	15	26
3	42	100
4	3	8
5	5	19
6	22	100
7	33	98
8	18	2
9	0	2
10	28	94

Задание 3. Проанализировать изменение площади очагов непарного шелкопряда в период с 1990 по 2015 гг. в Саратовской области (табл. 43) по данным ФБУ ВНИИЛМ (Лямцев, 2018). Построить климатограмму региона за указанный период и сопоставить ее с изменениями площади очагов вредителя. Определить, существует ли взаимосвязь между климатическими условиями и динамикой численности непарного шелкопряда, а также сделать выводы.

Таблица 43
Площади очагов непарного шелкопряда в период с 1990 по 2025 гг.
в Саратовской области

Год	Площадь, га	Год	Площадь, га	Год	Площадь, га
1990	23613	1999	76	2008	871
1991	4 442	2000	0	2009	423
1992	3 922	2001	73	2010	423
1993	0	2002	0	2011	0
1994	89 511	2003	0	2012	0
1995	119 244	2004	1 130	2013	510
1996	119 244	2005	8 351	2014	21 745
1997	45 413	2006	7 397	2015	22 428
1998	4 538	2007	23 787	–	–

Задание 4. На пробной площади в сосновом насаждении выявлено, что 80 % корней имеют микоризное оплетение, а на соседней площади – только 30 %. Проанализируйте, какие факторы (тип почвы, влажность, хозяйственная деятельность) могли повлиять на различия? Почему формирование микоризы особенно важно для лесных экосистем? Как изменится структура насаждения при снижении микоризной активности грибов?

Контрольные вопросы

1. Как влияет фауна на процесс естественного лесовосстановления?
2. В чем проявляется прямое и косвенное влияние лесохозяйственной деятельности на животных?
3. Какое значение имеют грызуны в лесу? Перечислите положительное и отрицательное влияние.
4. Какими мероприятиями можно уменьшить вред, причиняемый лесу непарным шелкопрядом?
5. В чем заключаются экосистемные функции лесной фауны?
6. Какое значение имеют дождевые черви для лесного насаждения?
7. Как изменяется видовой состав живого напочвенного покрова на вырубках и гарях?
8. Почему уменьшение численности одних видов (например, насекомоядных птиц) может привести к увеличению численности других (фитофагов)?

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

(Бабакова, Момотова, 1991)

1. В опыте лист растения смазали вазелином. Несмотря на то, что этот лист хорошо освещался солнцем, органические вещества в нем не образовались. Объясните результаты опыта.

2. У некоторых древесных растений молодые листья весной имеют красновато-фиолетовую окраску. Какое значение имеет такая окраска для растений в это время?

3. Молодое дерево березы повислой было пересажено в летний период из природных условий в кадку с почвой и размещено в помещении у окна с достаточным солнечным освещением. При уходе за растением обеспечивались полив, минеральное питание и доступ света. Однако осенью наблюдалось пожелтение и опадение листьев. С чем связано опадение листьев у березы в комнатных условиях? Какие физиологические и экологические механизмы лежат в основе данного явления?

4. Весной около корней лиственных деревьев можно заметить растения с чешуйчатыми листьями, лишенными хлорофилла. Если раскопать немного землю, обнажив корни, то можно убедиться, что это растение имеет присоски, которыми прикрепляется к корням лиственных деревьев. Растение называется «петров крест». Как же данное растение питается, если оно лишено хлорофилла?

5. На пне срубленной осины появляется поросль, которая быстро растет, достигая 1,5 м в первый год. Но порослевая осина больше подвержена гнилостным заболеваниям, чем осина семенного происхождения. Чем объяснить быстрый рост порослевой осины и большую подверженность ее заболеваниям?

6. В травянистом покрове леса росли кислица обыкновенная и майник двулистный, потом они исчезли – появилась черника, ей на смену пришли кукушкин лен, а затем мох сфагнум. О чем свидетельствует смена травянистого покрова? Что может произойти с лесом?

7. Посчитайте возраст сосны обыкновенной по спилу (рис. 30). Какими причинами могло быть вызвано такое расположение годичных колец? Почему годичные кольца могут быть узкие с одной стороны, широкие – с другой? Сделайте вывод.



Рис. 30. Поперечный спил сосны обыкновенной

8. Под пологом березового насаждения появился еловый подрост. Может ли на этом месте сформироваться еловый лес? Ответ поясните.

9. У сосны обыкновенной, растущей на песчаной почве, корень глубоко уходит в землю, а у сосны обыкновенной, растущей на болоте, корневая система поверхностная. Чем объясняются различия в развитии корневой системы?

10. В августе в лесных сообществах можно заметить следующую особенность: в хвойных насаждениях на поверхности почвы накапливается значительное количество опавшей хвои, тогда как в лиственных насаждениях опавшие листья предыдущего года, как правило, отсутствуют. Чем обусловлены различия в скорости разложения органических остатков хвойных и лиственных пород? Какие биохимические и эколого-почвенные факторы определяют эти процессы? Как указанные различия отражаются на свойствах лесных почв в соответствующих экосистемах?

11. Растения подлеска имеют яркие, хорошо заметные плоды (красные – у бузины, калины, волчаягодника обыкновенного; черные или темно-синие – у можжевельника, светлые – у яблони). Какое значение имеет окраска плодов?

12. В лесу, в котором много лосей, ель и береза вытесняют сосну. Объясните, почему так происходит?

13. На вырубках и после пожаров из сотен тысяч всходов древесных пород через 20 лет остается около 10 тысяч, а к 120 годам – всего 400–500 деревьев. Почему сохраняется так мало экземпляров? Какие факторы могут на это влиять?

14. Почему в лесу при весеннем таянии снегов влага сохраняется лучше, чем в поле или на больших сплошных вырубках?

15. В густом еловом насаждении в условиях сильного затенения под пологом материнского древостоя часто наблюдается устойчивый подрост, представленный молодыми елями высотой около 1 м, несмотря на их возраст 30–50 лет. В аналогичных условиях подрост сосны обыкновенной погибает в течение первых десятилетий.

16. Сосна обыкновенная и дуб черешчатый способны выдерживать значительные ветровые нагрузки (до 8 баллов и выше по шкале Бофорта), в еловых насаждениях часто наблюдаются ветровалы и буреломы. Чем обусловлена более высокая устойчивость сосны и дуба к воздействию сильных ветров по сравнению с елью?

17. Какое насаждение более устойчиво против насекомых-вредителей – смешанное или чистое? Почему?

18. Проанализируйте, как частые весенние паводки влияют на естественное восстановление древесных пород в пойменных лесах.

19. Наименее устойчивы против газов и пыли сосна и ель; лиственница, и лиственные породы – более устойчивы. С чем это может быть связано?

20. При правильном ведении лесного хозяйства после рубки леса лесосеку очищают от порубочных остатков. Срубленные стволы, временно на лето оставляемые в лесу, полагается очищать от коры. Какое значение для леса имеют эти правила?

21. В лесном парке наблюдается усиленный рост синантропных видов травяного покрова и сокращение естественных лесных растений. Определите причины и предложите меры восстановления естественных экосистем.

22. На участке наблюдается деградация почвы и истощение гумусового слоя. Какие лесохозяйственные мероприятия помогут восстановить плодородие и продуктивность насаждения?

23. Почему после вырубки леса на этой площади некоторое время растут те же грибы, что и раньше, а затем их рост прекращается, особенно если вырубка зарастает травянистыми растениями?

24. Лесные экосистемы обогащают атмосферу кислородом и фитонцидами, очищают воздух и обладают выраженным бактерицидным эффектом (фитонциды сосны и дуба действуют быстрее, чем березы и тополя). Гектар леса очищает в течение года 18 млн м³ воздуха, поглощает углекислого газа за 1 час столько, сколько выдыхают 200 человек. Каким образом человек использует эти свойства леса?

25. Почему ель очень чувствительна даже к беглым низовым пожарам, когда горят на земле мох, хвоя и трава?

26. На участке с дерново-подзолистой почвой сосна растет медленно, а береза развивается лучше. Объясните, какие почвенные характеристики (влажность, кислотность, питательные вещества) определяют рост этих видов.

27. Если удалить деревья верхнего яруса, какие экологические и микроклиматические последствия могут возникнуть для нижних ярусов и лесного сообщества в целом?

28. Проанализируйте, как распределение осадков в течение года влияет на формирование подроста и развитие подлеска в хвойных и лиственных лесах.

29. В геоботаническом описании участка указано: древостой – сосна 8Б2Ос, подлесок – можжевельник, брусника, вереск; почва – подзолистая. Определите тип леса по классификации П. С. Погребняка и поясните, какие экологические факторы определяют формирование такого сообщества.

30. В лесах около населенных пунктов заканчивают выведение и выкармливание птенцов не более 10 % гнездящихся мелких птиц. В садах и парках этот процент падает до единицы. Каковы возможные причины этого явления?

31. Многоярусные смешанные насаждения с богатым подлеском положительно влияют на водный режим, тогда как чистые хвойные насаждения оказывают менее благоприятное воздействие. Какие механизмы и структурные особенности объясняют эту разницу?

32. В лесных почвах встречается много червей. Они питаются опавшей листвой, утаскивая ее в почву. Какое значение имеет деятельность дождевых червей для лесных растений и почвенных животных?

33. На участке гари в середине лета возникает короедный очаг: все деревья, тронутые пожаром, оказываются сплошь заселенными короедами. Объясните явление.

34. Для ускорения роста дуба в лесоводстве применяют совместную посадку с другими древесными породами. Какая биологическая

особенность дуба при этом учитывается? Какое практическое значение имеет этот прием для лесопользователей?

35. На участке смешанного насаждения выявлены следующие виды живого напочвенного покрова: мать-и-мачеха обыкновенная, щавель конский, иван-чай узколистный. Определите, какие из этих видов могут быть индикаторами плодородия почвы, а какие – влажности, и обоснуйте свои выводы.

36. Как изменится рост и состояние дуба черешчатого при следующих условиях: а) повышение уровня грунтовых вод; б) увеличение сомкнутости полога; в) усиление рекреационной нагрузки? Для каждого фактора укажите ожидаемые морфологические изменения (крона, листья, прирост и др.).

37. Разработайте лесохозяйственную стратегию для участка, подверженного сильным ветровым нагрузкам, с учетом формирования устойчивого древостоя и минимизации ущерба.

38. На участке леса наблюдается повреждение корневой системы подроста и молодых деревьев из-за интенсивного передвижения туристов. Предложите меры минимизации ущерба.

39. У взрослых деревьев лиственницы хвоя опадает, молодые же всходы сохраняют хвою и зимой. Выскажите предположения о причинах такого явления?

40. В исследованиях отмечают, что дуб при смешении с ясенем лучше растет. Аналогично, наблюдается благоприятное сочетание у сосны и лиственницы. В то же время рядом с дубом нежелательно выращивать березу повислую, осину и вяз, так как они угнетают его развитие. Чем можно объяснить такое взаимодействие древесных пород? Какое практическое значение имеют эти особенности при создании искусственных насаждений?

41. Растения болот (клюква, багульник, пушица и другие) произрастают в условиях повышенной влажности, но тем не менее имеют ряд признаков растений засушливых мест обитания (например, мелкие, кожистые листья). Как можно объяснить такие особенности строения листьев?

42. Тайга, как тип ландшафта, существует с начала третичного периода. Многие животные и растения встречаются только в таежной зоне (явление эндемизма). И это несмотря на резкую смену сезонных условий в тайге. Чем можно объяснить выживаемость животных в таких условиях, особенно зимой?

43. Минимальная потребность в пространстве различна для деревьев разных пород и возраста. Наиболее требовательна сосна, менее –

ель, еще меньше – пихта. Чем можно объяснить различную потребность в пространстве у этих пород?

44. Отдельные экземпляры ели используются в производстве музыкальных инструментов: они имеют равнослойную древесину. В каких условиях могут вырасти такие ели?

45. На участке дубравы численность кабанов увеличилась, что привело к выкапыванию большого числа желудей и молодого подлеска. В результате через 5 лет наблюдалось снижение естественного возобновления дуба черешчатого. Как деятельность кабанов влияет на структуру и состав лесного насаждения? Какие меры регулирования численности животных могут быть применены?

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Erteld W., Hengst E. Waldertragslehre. Leipzig, 1966. 332 p.
- Paterson S. S. The forest area of the world and its potential productivity : Doctoral thesis. Göteborg : Goteburg University Press, 1956. 216 p.
- Антанайтис В. В., Тябера А. П., Шяпятене Я. А. Законы, закономерности роста и строения древостоев. Каунас : ЛитСХА, 1986. 57 с.
- Аткин А. С., Стаканов В. Д. Способ определения массы годичною опада в сосняках // Леса Урала и хозяйство в них. 1999. №. 19. С. 17–20.
- Бабакова Т. Л., Момотова А. П. 500 экологических задач : учебное издание. Петрозаводск : Изд-во «Карелия», 1991. 202 с.
- Основы фитомониторинга : учебное пособие / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. Г. Магасумова, Р. А. Осипенко. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2020. 90 с.
- Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву и др. М., 1987. 33 с.
- Данилова Н. А. Природа и наше здоровье. Изд. 2-е, испр. и доп. М. : Мысль, 1977. 236 с.
- Кандрор И. С., Демина Д. М., Ратнер Е. М. Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР. М. : Медицина, 1974. 174 с.
- Лесорастительная оценка климатов // Справочник : [сайт]. URL: <https://spravochnick.ru/definitions/lesorastitelnaya-ocenka-klimatov/?ysclid=m6naqvf3oi243477374> (дата обращения: 14.08.2024).
- Об утверждении Лесохозяйственного регламента Екатеринбургского лесопаркового лесничества : Приказ от 26 августа 2022 года № 1006 // Кодекс : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/406214568> (дата обращения: 22.05.2025).
- Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение : учебное пособие. Изд. 2-е, перераб. Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. 432 с.
- Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения : учебное пособие. Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. 125 с.
- Лямцев Н. И. Прогнозирование массовых размножений непарного шелкопряда, угрозы повреждения дубрав и необходимости защитных мероприятий. Пушкино : ВНИИЛМ, 2018. 84 с.

Нормативно-справочные материалы по таксации лесов Урала : учебное пособие / З. Я. Нагимов, Л. А. Лысов, И. Ф. Коростелев [и др.]. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2002. 160 с.

Методика количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов : утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.05.2022 № 371 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/350962750?ysclid=mfk4qbncj618495399> (дата обращения: 13.12.2024).

Правила лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления : утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 декабря 2021 г. № 1024 // Гарант : [сайт]. URL : <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403417664/?ysclid=mfk52zw17h732358447> (дата обращения: 18.11.2024)

Определитель типов леса Европейской России : [сайт]. URL : https://cepl.rssi.ru/bio/forest/1_pin_syl_clad.htm (дата обращения: 15.01.2025).

Правила санитарной безопасности в лесах : утв. Постановлением Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. № 2047 // Гарант : [сайт]. URL : <https://base.garant.ru/75037636> (дата обращения: 14.08.2024).

Лесная типология: таксоны, критерии определения, применение: учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы / А. Н. Салтыков, В. В. Разумный, В. И. Роговой, В. Е. Астафьев. Симферополь : ИТ «Ареал», 2019. 200 с.

Смолоногов Е. П. Лесообразовательный процесс и его особенности // Теория лесообразовательного процесса. Красноярск, 1991. С. 151–153.

Сюваткин А. И., Сураев П. Н., Осипенко А. Е. Смена сосны елью в условиях Уральского учебно-опытного лесхоза // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 4 (83). С. 73–81.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Ведомость перечета деревьев на пробной площади

Ступень толщины, см	Порода				
	Сосна		Береза		Осина
	жизнеспо- собные деревья	сухо- стой	жизнеспо- собные деревья	сухо- стой	жизнеспо- собные деревья
8					
12					
16					
20					
24					
28					
32					
36					
40					
44					
48					
52					
56					
60					
64					
68					
72					
76					

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Ведомость перечета деревьев по диаметру и санитарному состоянию

Суммарный диаметр, см	Количество деревьев по породам и категориям санитарного состояния														
	Берёза	Сосна	Сосна	Берёза	Берёза	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5											
8															
12															
16															
20															
24															
28															
32															
36															
40															
44															
48															
52															
56															
60															
64															
68															
72															
76															

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Данные по высоте

№ п/п	Ступень толщины, см	Высота сосны, м	Высота березы, м	Высота осины, м
1	12			
2	16			
3	20			
4	24			
5	28			
6	32			
7	36			
8	40			
9	44			
10	48			
11	52			
12	56			
13	60			
14	28			
15	20			

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Перечет подроста

№ УП	По- рода	Проис- хожде- ние	Всхо- ды	Количество подроста по группам высот и состоянию								
				до 0,5 м (мелкий) <i>Переводной коэффициент 0,5</i>			0,6–1,5 м (средний) <i>Переводной коэффициент 0,8</i>			более 1,6 м (крупный) <i>Переводной коэффициент 1,0</i>		
				Ж	С	Н	Ж	С	Н	Ж	С	Н
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												

Примечание:

УП – учетная площадка

Происхождение: семенное или вегетативное

Классификация подроста по жизненному состоянию:

- Ж – жизнеспособный;
- С – сомнительный;
- Н – нежизнеспособный.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Ведомость для наблюдения количества человек на пробной площади

Наименование исследуемого участка	Сезон года	Дата учета	Будние/выходные дни	Время дня (утро/день/вечер)	Погода в эти дни (комфортная/дискомфортная)	Количество человек за один час наблюдений
ПП-1	Лето	21.06.2024	Будние	утро (с 9:00–10:00)	Комфортная	1
				день (с 13:00–14:00)		4
				вечер (с 18:00–19:00)		7
		07.07.2024	Будние	утро (с 9:00–10:00)	Комфортная	2
				день (с 13:00–14:00)		5
				вечер (с 18:00–19:00)		5

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Взаимосвязь между средневзвешенной температурой кожи человека, его физиологическим состоянием и типом погоды (по И. С. Кандору и др., 1974) и оценка типов погоды для отдыха, лечения и туризма (по Н. А. Даниловой, 1977)

Средневзвешенная температура кожи, °C	Теплоощущение	Потоотделение, г/час	Терморегуляторная нагрузка	Тип погоды
Больше 34,0	Очень жарко	750	Чрезмерная	Дискомфортная
Больше 34,0	Жарко	730–400	Большая	
Больше 34,0	Очень тепло	400–250	Умеренная	
34,0–33,0	Тепло	250–150	Слабая	Комфортная
32,9–31,0	Комфортно	150–100	Минимальная	
30,9–29,0	Прохладно	Меньше 100	Слабая	
28,9–27,0	Холодно	Меньше 100	Умеренная	Дискомфортная
Меньше 23,0	Крайне холодно	Меньше 100	Чрезмерная	

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Живой напочвенный покров в разных типах леса

Типы леса	Представители живого напочвенного покрова	Фотография
1	2	3
Лишайниковый	<p>1 – кошачья лапка двудомная (<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), купена душистая (<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce.), вереск обыкновенный (<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull), вейник наземный (<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth), водяника черная (<i>Empetrum nigrum</i> L.)</p> <p>2 – кладония лесная (<i>Cladonia arbuscula</i> (Wallr.) Flot.), кладония звездчатая (<i>Cladonia stellaris</i> (Opiz) Pouzar et Vězda), плевроциум Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.), политрихум можжевельниковидный (<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.)</p>	 <p>Водяника черная</p>
Кисличный	<p>1 – кислица обыкновенная (<i>Oxalis acetosella</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.), майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt), земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.), голокучник обыкновенный (<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman)</p> <p>2 – плевроциум Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.), гилокомиум блестящий (<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Bruch et al.), дикранум метловидный (<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.)</p>	 <p>Кислица обыкновенная</p>

1	2	3
Черничный	<p>1 – черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth), седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i> L.)</p> <p>2 – птилиум гребенчатый (<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.), плевроциум Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.), кладония лесная (<i>Cladonia arbuscula</i> (Wallr.) Flot.), кладония звездчатая (<i>Cladonia stellaris</i> (Opiz) Pouzar et Vězda)</p>	 <p>Черника обыкновенная</p>
Ягодниковый	<p>1 – брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.), земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.), костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i> L.), вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth)</p> <p>2 – плевроциум Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.), гилокомиум блестящий (<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Bruch et al.), дикранум метловидный (<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.), климациум древовидный (<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr)</p>	 <p>Костяника каменистая</p>

Брусничный	<p>1 – брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), кошачья лапка двудомная (<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.), осока верещатниковая (<i>Carex ericetorum</i> Poll.), вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth)</p> <p>2 – птилиум гребенчатый (<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.), плевроциум Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.)</p>	 <p>Брусника обыкновенная</p>
Долгомошный	<p>1 – хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), лабазник вязолистный (<i>Filipendula ulmaria</i> L.), осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), морошка (<i>Rubus chamaemorus</i> L.)</p> <p>2 – представители рода сфагнум (<i>Sphagnum</i> L.), кукушкин лен обыкновенный (<i>Polytrichum commune</i> Hedw.)</p>	 <p>Хвощ лесной²</p>
Сфагновый	<p>1 - багульник болотный (<i>Ledum palustre</i> L.), сабельник болотный (<i>Comarum palustre</i> L.), хамедафне прицветничковая (<i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench), морошка (<i>Rubus chamaemorus</i> L.) клюква болотная (<i>Oxycoccus palustris</i> Pers.)</p> <p>2 – сфагнум узколистный (<i>Sphagnum angustifolium</i> (C.E.O.Jensen ex Russow) C.E.O.Jensen), сфагнум центральный (<i>Sphagnum centrale</i> C.E.O.Jensen), сфагнум оттопыренный (<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome)</p>	 <p>Сфагнум</p>

² Изображение взять с сайта: Государственный комитет по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики. URL: <https://gkecopoldnr.ru/equisetum-sylvaticum/> (дата обращения: 25.11.2025).

Разнотравный	<p>1 – вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth), сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i> L.), коротконожка перистая (<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv.), костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), осока волосистая (<i>Carex pilosa</i> Scop.), герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i> L.), чина весенняя (<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)</p> <p>2 - Гипогимния вздутая (<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.), цетрария сосновая (<i>Vulpicidia pinastri</i> (Scop.) J.-E. Mattsson et M. J. Lai), пармелия бороздчатая (<i>Parmelia sulcata</i> Taylor)</p>	<p>Сныть обыкновенная</p>
Орляковый	<p>1 – орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.), кочедыжник женский (<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.) вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.), осока волосистая (<i>Carex pilosa</i> Scop.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), марьянник лесной (<i>Melampyrum sylvaticum</i> (L.) Bernh.), чина весенняя (<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.),</p> <p>2 – гилокомиум блестящий (<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Bruch et al.), плевроциум Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.), птилиум гребенчатый (<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.)</p>	<p>Орляк обыкновенный</p>

Лещиновый, липняковый, дубняковый	<p>1 – кислица обыкновенная (<i>Oxalis acetosella</i> L.), вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) полевица тонкая (<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.), купена душистая (<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.), копытень европейский (<i>Asarum europaeum</i> L.), чина весенняя (<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.), перловник поникающий (<i>Melica nutans</i> L.), борец северный (<i>Aconitum septentrionale</i> Koelle), медуница, сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i> L.), костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.), представители рода медуница (<i>Pulmonaria</i>)</p> <p>2 – плевроциум Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.), гилокомиум блестящий (<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Bruch et al.), дикранум метловидный (<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.)</p>	 <p>Купена душистая</p>
---	--	--

Примечание: 1 – травяно-кустарничковые виды, 2 – мохово-лишайниковые виды

Для заметок

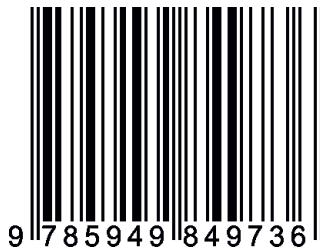
Для заметок

Учебное издание

*Бунькова Наталья Павловна,
Магасумова Альфия Гаптруафовна,
Осипенко Регина Александровна*

Практикум по лесоведению и экологии леса

ISBN 978-5-94984-973-6



Редактор З. Р. Картавцева
Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева

Подписано в печать 01.12.2025. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Цифровая печать.
Уч.-изд. л. 6,1. Усл. печ. л. 5,35.
Тираж 300 экз. (1-й завод 26 экз.).
Заказ № 8258

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет». 620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. Редакционно-издательский отдел. Тел. 8 (343) 221-21-44.

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ». 620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, пер. Лобачевского, 1, оф. 15. Тел.: 8 (343) 362-91-16.

