

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

# **ИЗУЧАЕМ ЛЕС. В ПОМОЩЬ ЮНОМУ ЛЕСОВОДУ**

*Исследовательская работа школьников*

Учебное пособие

2-е издание, пересмотренное и дополненное

Екатеринбург  
2021

УДК 630:371.385.5  
ББК 43:74.202.5  
И 39

Рецензенты:

заслуженный лесовод России, д-р пед. наук, проф. ФГАОУ ВО РГПШУ  
*Дорожкин Е. М.*;

начальник отдела федерального государственного лесного надзора и федерального государственного пожарного надзора в лесах департамента лесного хозяйства по УФО, канд. с.-х. наук *Гневнов Е. С.*

**ИЗ9** **Изучаем лес. В помощь юному лесоводу** (Исследовательская работа школьников): учебное пособие. – 2-е изд., пересмотр. и доп. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. – 480 с.

ISBN 978-5-94984-801-2

Составители:

Е. А. Зотева, канд. биол. наук, доцент (раздел «Ботаника»); А. П. Петров канд. с.-х. наук, доцент (раздел «Дендрология»); Ю. Е. Михайлов, д-р биол. наук, проф. (раздел «Энтомология»); М. В. Воробьева, канд. биол. наук, доцент (раздел «Лесная фитопатология»); Л. А. Белов, канд. с.-х. наук, доцент (раздел «Биология лесных зверей и птиц»); А. Е. Морозов, канд. с.-х. наук, доцент (разделы «Лесоведение», «Лесная пирология» и «Метеорология»); И. Ф. Коростелев, канд. с.-х. наук, доцент Т. С. Воробьева, канд. с.-х. наук, доцент (раздел «Таксация леса»); А. В. Капралов, канд. с.-х. наук, доцент (разделы «Организация и проведение конкурсных мероприятий», «Исследовательская работа школьников»); Т. И. Фролова, канд. биол. наук, доцент (раздел «Как конструировать занятия»); В. Н. Луганский, канд. с.-х. наук, доцент (раздел «Основы почвоведения»); Р. А. Осипенко, аспирант, (раздел «Организация и проведение конкурсных мероприятий»); С. В. Залесов, д-р с.-х. наук, проф., (раздел «Лесная пирология»); А. В. Григорьева, канд. с.-х. наук, доцент (раздел «Гидрология»); Г. В. Анчугова, ст. преподаватель, С. А. Чудинов, канд. техн. наук, доцент (раздел «Геодезия и ориентирование»).

Учебное пособие содержит рабочие программы и методические указания для исследовательских работ в природе, камеральной обработки полевых материалов для членов школьных лесничеств, экологических объединений.

Издание рассчитано на руководителей школьных лесничеств, экологических объединений, учителей-биологов и детей среднего и старшего школьного возраста.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета

УДК 630:371.385.5  
ББК 43:74.202.5

ISBN 978-5-94984-801-2

© ГОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2021







## 1. КАК КОНСТРУИРОВАТЬ ЗАНЯТИЯ?

**Р**уководителю школьного лесничества (экологического объединения) приходится постоянно решать множество разных вопросов. Это и организация трудовой практики, экскурсий, детского досуга, встречи с шефами и многое другое.

Все это необходимо продумывать. Среди множества забот постоянно волнуют вопросы: как организовать учебно-воспитательный процесс, как поднять его эффективность? Почему именно в этом направлении прежде всего необходимо искать пути совершенствования?

Учебно-воспитательный процесс – один из основных среди направлений видов деятельности школьных лесничеств (ШЛ). Именно в учебно-воспитательном процессе формируется личность, здесь реализуются все функции: обучающая, воспитывающая и развивающая. Это все является основополагающим для профессионального выбора в будущем.

Конструирование педагогического процесса не может быть сведено к обдумыванию лишь действий педагога, содержания и возможностей использования педагогических средств. Оно должно прежде всего осуществляться с ориентацией на учащихся, группу школьников и каждого в отдельности. Другими словами, такая технология требует предположительного **конструирования действий учащихся**, именно это отличает образовательный процесс в школьных лесничествах от традиционного образовательного процесса.

Остановимся на общепринятых классификациях форм и методов обучения и их возможности и необходимости применения в школьном лесничестве.

На рис. 1.1 представлена схема форм обучения.

Самыми эффективными будут практическая и групповая, это объясняется спецификой ШЛ. Но нельзя отбрасывать и классно-урочную в классическом своем проявлении.

В дополнение к этой схеме представляем более подробную, которая на сегодняшний день соответствует практически всем уровням образования (рис. 1.2).



Рис. 1.1. Различные формы организации занятий

Принципиально важной стороной в организации работы является позиция члена школьного лесничества в образовательном процессе, отношение к нему со стороны взрослых.

Здесь, как правило, выделяется несколько типов подходов (технологии), проанализируем их важность и возможность использования в деятельности школьного лесничества:

а) *авторитарные технологии*, в которых руководитель ШЛ является единоличным субъектом учебно-воспитательного процесса, а ученик есть лишь «объект», «винтик». Этот подход отличается жесткой организацией, подавлением инициативы и самостоятельности, применением требований и принуждения, и он неприемлем в организации работы ШЛ;

б) *дидактоцентрические технологии* с высокой степенью невнимания к личности ребенка, в которых также господствуют субъект-объектные отношения взрослого и ребенка, приоритет обучения над воспитанием, и самыми главными факторами формирования личности считаются дидактические средства. Дидактоцентрические технологии в ряде источников называют технократическими, однако последний термин в отличие от первого больше относится к характеру содержания, а не к стилю педагогических отношений. Анализ деятельности отдельных ШЛ показывает, что это наблюдается, когда руководителем является педагог школы с небольшим стажем работы;

в) *лично-ориентированные технологии* ставят в центр всей образовательной системы личность ребенка, обеспечение комфортных, бесконфликтных и безопасных условий ее развития, реализацию ее природных потенциалов. Личность ребенка в этой технологии не только объект, но и субъект приоритетный; она является целью образовательной системы, а не средством достижения какой-либо отвлеченной цели (что имеет место в авторитарных и дидактоцентрических технологиях).

Такие технологии называют еще антропоцентрическими. Но необходимо иметь в виду, что превалирование данного подхода влечет за собой проявление конкуренции и более длительное формирование команды.

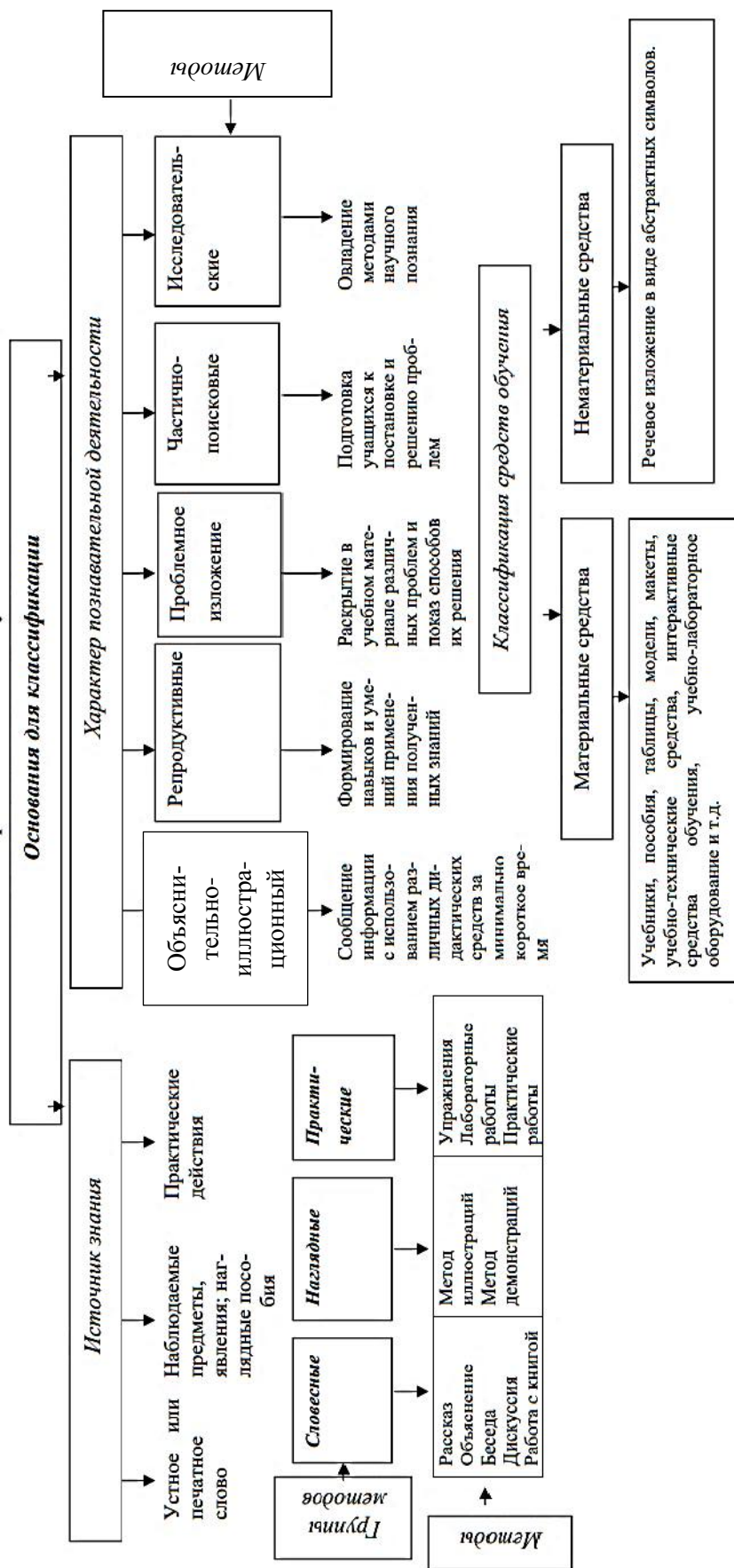


Рис. 1.2. Современная классификация методов и средств обучения

Вышеперечисленные личностно ориентированные технологии характеризуются антропоцентричностью, гуманистической и психотерапевтической направленностью и имеют целью разностороннее, свободное и творческое развитие ребенка, но не обеспечивают слаженной командной работы.

Одна из целей деятельности ШЛ – сформировать командный дух и умение работать в коллективе. В рамках личностно ориентированных технологий самостоятельными направлениями выделяются гуманно-личностные технологии, технологии сотрудничества и технологии свободного воспитания.

Именно эти подходы больше всего приемлемы для организации работы в школьном лесничестве. Именно они имеют направленность на поддержку личности, помощь ей. Они «исповедают» идеи всестороннего уважения и любви к ребенку, оптимистическую веру в его творческие силы, отвергая принуждение; реализуют демократизм, равенство, партнерство.

В рамках деятельности совместно вырабатывают цели, содержание, дают оценки, находясь в состоянии сотрудничества, сотворчества, дают свободу выбора и самостоятельности в большей или меньшей степени.

В теории управления организаторскую деятельность в ее собственно узком смысле принято рассматривать конечным, завершающим звеном в широкой системе управления людьми.

В развернутом виде ее структура отражает последовательность относительно самостоятельных этапов и их взаимосвязей (табл. 1.1):

- усвоение задачи, установление соотношения организаторов и организуемых к условиям задачи;
- подбор младших организаторов, ознакомление организуемых с задачей, принятие коллективного решения;
- определение материальных средств, временных и пространственных условий, планирование на основе оптимальных данных;
- распределение обязанностей, определение формы организации, инструктаж;
- внутренняя координация и взаимосвязь, работа с младшими организаторами, обеспечение внешних связей;
- учет, контроль, анализ эффективности хода выполнения задачи.

В современной школе используются разные формы учебных занятий, но традиционным видом является урок (табл. 1.2), однако существуют и другие формы занятий, которые в большей степени подойдут для школьных лесничеств. В данной классификации (см. табл. 1.2) представлены практически все формы, кроме комбинированного. Почему? Именно такое многоцелевое занятие может нанести колоссальный вред. Когда на занятии всего понемногу, то его результат стремится к нулю, ибо на таких занятиях в связи с отсутствием четко выраженной целевой установки нет детальной проработки путей и средств достижения конкретных задач.

Таблица 1.1

Алгоритм проектирования занятия  
с точки зрения современных требований

Этапы	Задачи преподавателя	Примечание (рекомендации)
1 этап	Четко определить и сформулировать для себя тему занятия; определить место темы в деятельности ШЛ; определить ведущие понятия, на которые опирается данное занятие, иначе говоря, посмотреть на тему ретроспективно; и, наоборот, обозначить для себя ту часть учебного материала, которая будет использована в дальнейшем, иначе говоря, посмотреть на занятие через призму перспективы своей деятельности	Рекомендуем выбирать те темы, которые могут в большей степени раскрыть условия устойчивости экосистем и лесных в частности, темы о необходимости рационального природопользования
2 этап	Определить и четко сформулировать для себя и отдельно для учащихся целевую установку урока; продумать приемы и методы, в рамках которых можно научить формулировать цели, формировать потребность в знаниях (и видеть проблемы), научить систематизировать сведения и информацию, выявлять общее и особенное, выбирать способы решения задачи, формировать критерии оценки, способность к независимой оценке, применять знания для объяснения задачи или его решения и различным приемам самоконтроля и самооценки	По каждой теме свой перечень вопросов, но по темам, связанным с лесными экосистемами, можно использовать следующие вопросы: почему нужно проводить рубки, почему волка называют «санитар леса» и т. д.
3 этап	Спланировать учебный материал, подобрать учебные задания, целью которых является: узнавание нового материала; воспроизведение; применение знаний в различных ситуациях; творческий подход к знаниям. Упорядочить учебные задания в соответствии с принципом «от простого к сложному»	Для решения этих задач лучше всего составить три набора заданий: • задания, подводящие ученика к воспроизведению материала; • задания, способствующие осмыслению материала учеником; • задания, способствующие закреплению материала учеником
4 этап	Выяснить, над какими конкретно умениями в настоящий момент необходимо работать. Здесь нужно четко представлять, какие универсальные учебные действия формируются на каждом этапе занятия. При правильной организации деятельности на занятиях формируются: на этапе объявления темы – познавательные, общеучебные, коммуникативные учебные действия, на этапе сообщения целей и задач – регулятивные, целеполагания, коммуникативные и др.	Для этого лучше всего подобрать тесты, игровые задания и др.

Этапы	Задачи преподавателя	Примечание (рекомендации)
5 этап	Продумать кульминацию урока. Каждый урок должен содержать что-то, что вызовет удивление, изумление, восторг учеников одним словом, то, что они будут помнить, когда все забудут. То есть обязательно довести до рефлексии. В конце данной раздела приведены различные методы рефлексии	Рекомендуем использовать предложенные приемы рефлексии
6 этап	Разработать структуру занятия-урока	Здесь необходимо знать и понимать важность всех этапов занятия
7 этап	Определить способ оценки результатов урока и рефлексии учащимися хода урока и результатов собственной деятельности, способы контроля деятельности учащихся на уроке, для чего продумать: <ul style="list-style-type: none"> <li>• что контролировать;</li> <li>• как контролировать;</li> <li>• как использовать результаты контроля?</li> </ul>	Сформулировать задание ученикам по рефлексии их деятельности: Что мы сегодня делали? Для чего это необходимо? Каков главный результат? В чем состоит приращение знаний по данной теме? Благодаря чему оно произошло? Какие возникли вопросы по теме?
8 этап	Разработать домашнее задание, ориентированное на создание учащимися образовательных продуктов, объективирующих их личностные приращения как результат урока. При этом к домашнему заданию предъявляются те же требования, что и к оценочным заданиям в ходе урока: оно должно быть комплексным, предоставлять возможность обучающимся по своему выбору выходить на разные уровни выполнения задания и представления результатов	В школьном лесничестве необходимо отметить, что домашних заданий практически не должно быть или они должны быть максимально интересны
9 этап	Подготовить оборудование для урока. Составить список необходимых учебно-наглядных пособий, приборов и др. Продумать вид витрин, чтобы весь новый материал остался в поле зрения. Составить список литературы	Занятия должны проходить в максимально оборудованном помещении.

Эффективность занятий зависит от множества причин, ибо они имеют различные аспекты и представляют собой сложные процессуальные психолого-педагогические системы. Главное, как выше не раз говорилось, состоит в том, чтобы тщательно продумать и осмыслить цель каждого занятия.



Таблица 1.2

## Классификация типов учебных занятий по их дидактической цели

Формы занятий	Цели занятий				
	Изучение и первичное закрепление знаний	Вторичное закрепление усвоенных знаний, выработка умений по их применению	Выработка умений самостоятельно применять комплексно знания в новых ситуациях	Обобщение и систематизация знаний в целостную систему	Определение уровня овладения знаниями, умениями и навыками их коррекции
Урок	Изучение новых знаний	Закрепление знаний	Выработка навыков комплексного применения знаний, умений и навыков	Обобщение и систематизация знаний	Контроль и коррекция знаний
Другие формы учебных занятий	Лекция, исследовательская лабораторная работа, учебный и трудовой практикум	Экскурсия, лабораторная работа, собеседование, консультация	Практикум, семинар	Семинар, конференция	Коллоквиум, зачет, открытый урок

И педагогическая ценность занятия сводится к нулю, если руководитель не смог построить его так, чтобы ребята почувствовали свою активную роль в учебном процессе, если он не придерживается того стиля взаимоотношений между собой и ребятами, а также ребят между собой, который в психологии и педагогике называют сотрудничеством.

Стержневым вопросом занятия является его структура, под которым имеются в виду логическое взаиморасположение и связь элементов (этапов).

Как правило, выделяют следующие этапы:

– организация начала занятия; проверка готовности ребят к активной познавательной деятельности на основном этапе; усвоение новых знаний (считается основным этапом), первичная проверка понимания нового материала, закрепление знаний (в школьных лесничествах можно проводить в виде турниров); обобщение и систематизация знаний; контроль и самопроверка знаний (здесь тоже можно использовать самые разные методы);

– информация о самостоятельном задании (если оно есть).

Это выделение базируется на логике процесса усвоения знаний: восприятия, осмысления, запоминания, применения, обобщения и систематизации этих знаний.

Рассмотрим характеристики этих составляющих.

**Восприятие** определяется как реакция «схватывания» объекта изучения. Выделяют первичное восприятие, которое ограничивается только уровнем узнавания предмета изучения, и вторичное, оно уже рассматривается как реакция детального видения объекта изучения.

**Осмысление** знаний происходит в процессе анализа, синтеза, обобщений. Здесь важно вычленение главного с целью установления существенных признаков изучаемого объекта и установления связей между ними. Практика показывает, что не все преподаватели на занятиях обращают внимание на четкое выделение признаков новых понятий.

**Запоминание знаний** – это их запечатление в памяти. Прочность знаний зависит от следующих факторов: уровня сформированности познавательных мотивов; характера и качества преподавания; уровня познавательной активности ребят; установки преподавателя на запоминание существенного.

**Применение знаний** связано с включением учащихся в деятельность по объяснению разных явлений реальной действительности, решению задач (имеются в виду ответы на самые проблемные вопросы из реальной действительности), переносу знаний в разные области. Здесь многое зависит от литературы, которой пользуется руководитель для подготовки к занятиям, и от литературы, которую имеют ребята. В школах, как показывает практика, задания и задачи, требующие переноса знаний в новую ситуацию, задаются на дом. Необходимо помнить, что это не всем посилено, а особенно, если нет рядом хорошей и нужной книги или энциклопедии для уточнения отдельных моментов.

**Обобщение знаний** – это процесс перевода их от единичного к общему. Выделяются следующие виды: первичное, которое осуществляется во время восприятия, в результате чего создается общее представление о предмете; локальное (понятийное), связанное с выявлением внутренней сущности изучаемого объекта, в результате чего происходит усвоение отдельных понятий; итоговое, его результатом является усвоение системы понятий по курсу; межкурсовые (межпредметные) обобщения, в результате которых формируется система межпредметных понятий.

**Систематизация знаний** – это упорядочение уже изученного и уже усвоенного в единую систему. Она осуществляется на основе деятельности по включению части в целое.

Основное условие успешного усвоения знаний ребятами состоит в следующем: каждый ученик должен пройти весь цикл от восприятия до применения и систематизации. Это можно решить за определенное время, которое должно быть продолжительностью не менее 1,5 часа.

При конструировании занятия важно постоянно руководствоваться логикой учебно-познавательной деятельности детей. При разработке занятия или другой формы учебных занятий, ставящих целью, например, вторичное осмысление уже известных знаний, выработку умений и навыков по их применению, структура занятия будет такой:

- 1) актуализация опорных знаний и их коррекция;
- 2) определение границ (возможностей) применения этих знаний;
- 3) самостоятельные упражнения по образцу с целью выработки умений безошибочного применения знаний;
- 4) упражнения с переносом знаний и умений в новые условия.

Другой тип учебного занятия, имеющий своей целью комплексное применение знаний, умений и навыков должен строиться на следующей логике:

- 1) актуализация знаний, умений и навыков, необходимых для творческого применения;
- 2) их обобщение, усвоение образца комплексного применения знаний, умений и навыков;
- 3) применение обобщенных знаний, умений и навыков в новых условиях;
- 4) контроль и самоконтроль усвоенного.

В основе логики занятия обобщения и систематизации знаний лежит деятельность ребят по включению части в целое, т. е. перевод усвоенных частных знаний в систему ранее изученных.

Для руководителя очень важно уметь конструировать основной этап занятия, так как именно на нем прежде всего достигается основная задача занятия. Предшествующие и последующие этапы должны этому способствовать.

И последней рекомендацией ко всему вышеизложенному будет рекомендация по проведению первого занятия с новой группой школьников в школьном лесничестве.

Первое занятие в школьном лесничестве с новой группой учащихся рекомендуем провести по теме «Лес как растительное сообщество». И так как ребята чаще имеют общие представления о лесе, первый этап занятия можно провести в виде мини-опроса для активизации познавательной деятельности, а основной этап – в виде лекции с привлечением слайдов, фотографий, фильма, схем таблиц, карт и рисунков. Лучшим источником для подготовки лекции на эту тему будет Лесная энциклопедия, 2-томное издание, или энциклопедия «Лес России». На следующем этапе данного занятия можно спросить: почему нужно беречь леса? Это будет первичной проверкой понимания материала. Закрепление, обобщение и систематизацию знаний рекомендуется провести в процессе составления правил поведения в природе (табл. 1.3).

Таблица 1.3

## Материал для составления правил поведения в природе \*

Во время пребывания на природе		
можно	нужно	нельзя
Отдыхать, любоваться красотой природы. Пользоваться дарами природы. Наблюдать за жизнью растений, животных, грибов. Изучать природу	Беречь и приумножать красоту. Собирать по установленным правилам плоды растений, грибов, лекарственных трав. Сохранять все многообразие живых организмов леса, луга, парка, водоема, болота и т.д. и т. п.	Рубить и портить деревья, рвать растения, ловить красивых насекомых. Ломать ветки и побеги, уничтожать редкие и исчезающие растения и животных. Разорять птичьи гнезда, муравейники. Коллекционировать насекомых, гербаризировать растения
*Лучше, если ребята сами впишут эти фразы на доске или ватмане.		

Дальнейшее закрепление данной темы эффективно пройдет во время экскурсии в лес.

Работа с детьми возлагает на руководителя большую ответственность, и без определенной самоотверженности работа не будет результативной.

Поэтому мы желаем больших творческих находок в данной работе.

И еще одной важной рекомендацией будет следующее: чтобы результативность была выше, необходимо завершать занятия «рефлексией». Ниже дан список примеров.

Рефлексия настроения и эмоционального состояния

«Смайлики»

Карточки с изображением трёх лиц (грустного, весёлого, нейтрального). Грустный – занятие не понравилось, весёлый – занятие понравилось, нейтральный – ничего особенного.

«Солнышко»

«Солнышко» – мне всё удалось, «солнышко и тучка» – мне не всё удалось, «тучка» – у меня ничего не получилось.

Лесенка «Моё состояние»

Комфортно

Уверен в своих силах

Хорошо

Плохо

Крайне скверно

Учащийся отмечает соответствующую ступеньку лесенки.

### *Рефлексия деятельности*

#### *Дерево «успеха»*

Учащиеся выбирают бумажные листочки: зелёный лист – нет ошибок, жёлтый лист – 1 ошибка, красный лист – 2–3 ошибки.

#### *«Поезд»*

На доске расположен поезд с вагончиками, на которых обозначены этапы занятия. Ребятам предлагается опустить весёлый смайлик в тот вагончик, который указывает на то задание, которое им показалось интересным.

#### *«Выбери верное утверждение»*

Учащимся предлагается выбрать подходящее утверждение.

Я сам не смог справиться с затруднением.

У меня не было затруднений.

Я только слушал предложения других.

Я выдвигал идеи.

#### *Рефлексия содержания учебного материала*

Рефлексия содержания учебного материала используется для выявления уровня осознания содержания пройденного материала. Эффективен приём незаконченного предложения, подбора афоризма, рефлексия достижения цели с использованием «дерева целей», оценки «приращения» знаний и достижения целей (высказывания: Я не знал... – Теперь я знаю...).

#### *«Табличка»*

Фиксация знания, незнания о каком-либо понятии.

Понятие    Знал            Узнал            Хочу узнать

#### *«Продолжи фразу»*

Карточка с заданием «Продолжи фразу»:

Мне было интересно...

Мы сегодня разобрались...

Я сегодня понял, что...

Мне было трудно...

На следующем занятии я хочу...

Я себя похвалил бы за ...

*«Вопросы итоговой рефлексии, которые задаются педагогом в конце занятия»*

Как бы вы назвали занятие?

Что было самым важным на занятии?

Зачем мы сегодня на занятии?

Какова тема сегодняшнего занятия?

Какова цель занятия?

Чему посвятим следующее занятие?

Что для тебя было легко (трудно)?

Доволен ли ты своей работой?

За что ты хочешь похвалить себя или кого-то из своего объединения?

Важным в работе является наличие необходимой учебной и методической литературы. Ниже представлено небольшое количество источников, которые могут помочь руководителю в работе школьного лесничества или экологического объединения.

### Рекомендуемая литература

Государственная программа РФ «Развитие образования на 2013. – 2020 годы» (от 14.04.2016 № 308, от 27.04.2016 № 361). – URL:<http://www.garant.ru>

Концепция развития дополнительного образования детей на период до 2020 года : распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. № 1726-п). – URL:<http://www.garant.ru>

Федеральный закон от 29.12.2012 № 273 – ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ст. 75). – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70191362/>

Буйлова, Л. Н. Учебное занятие в учреждении дополнительного образования / Л. Н. Буйлова. – М. : ЦДЮТ «Бибирево», 2001.

Бутурлакина, Т. Ю. Методическое пособие по созданию современного урока по ФГОС / Т. Ю. Бутурлакина. – Армавир, 2013. – С. 64.

Некрасова, Л. Л. «Рефлексия в педагогическом процессе – как один из факторов реализации ФГОС» / Л. Л. Некрасова. – URL: <https://infourok.ru/statya-refleksiya-v-pedagogicheskom-processe-kak-odin-iz-faktorov-realizacii-fgos>

Профи педагог // Портал для работников образования. – URL: <http://www.profiped.com>

Семененко, Н. М. Современный урок в аспекте реализации задач ФГОС второго поколения / Н. М. Семененко // Молодой ученый. – 2016. – № 2 – С. 840–843.

Скородумова, Е. А. Учебное занятие в учреждении дополнительного образования / Е. А. Скородумова. – Москва : ЦДЮТ «Бибирево», 2001. – URL: <http://alekscdt.narod.ru/uczanytie.html>

Самоанализ деятельности педагога дополнительного образования. – URL: <https://edunews.ru/additional-education/samoanaliz-pedagoga>

Учебное занятие в учреждении дополнительного образования детей / составитель Елшина Е. В. ; центр «Подлеморье». – URL: [http://podlemore.moy.su/metodicheskay/uchebnoe\\_zanjatie\\_v\\_uchrezhdenii\\_dopolnitelnogo\\_ob.pdf](http://podlemore.moy.su/metodicheskay/uchebnoe_zanjatie_v_uchrezhdenii_dopolnitelnogo_ob.pdf)

Универсальные учебные действия в дополнительном образовании. – URL: <https://edunews.ru>

Формирование универсальных учебных действий в образовательном процессе как средство реализации ФГОС. Открытый урок 1 сентября. – URL:<http://xn--i1abbnckbmcl9fb.xn>







## 2. МЕТЕОРОЛОГИЯ

*Метеорология* – это наука о земной атмосфере, о физических процессах и явлениях, происходящих в ней, о взаимодействии их с земной поверхностью и космической средой. Важнейшей задачей метеорологии является физическое объяснение атмосферных процессов и явлений, выявление причинно-следственных связей и закономерностей, управляющих их развитием.

Объект изучения метеорологии – газовая оболочка Земли, называемая *атмосферой*. В земной атмосфере происходят различные явления: тепловые явления; перемещение воздуха в горизонтальном и вертикальном направлениях; конденсация водяного пара, приводящая к образованию облаков, туманов и осадков; электрические, световые и звуковые явления. Характерно, что все эти явления наблюдаются в атмосфере в тесной взаимосвязи с процессами, протекающими на поверхности почвы, воды, растительного покрова, наземных предметов и т.д. Поверхность планеты, непосредственно контактирующая с атмосферой, называется *подстилающей*. Между атмосферой и подстилающей поверхностью происходит непрерывный обмен теплом и влагой и другими видами энергии.

Метеорология относится к комплексу геофизических наук, изучающих физическими методами строение Земли, её физические свойства и процессы, протекающие в различных оболочках нашей планеты (атмосфере, гидросфере, литосфере и др.). Изучение и объяснение атмосферных процессов и явлений в метеорологии основывается на законах физики.

Развитие современной метеорологии привело к выделению ряда ее разделов в самостоятельные учебные дисциплины. К ним относятся, например, *физика атмосферы*, изучающая общие закономерности атмосферных процессов и явлений; *синоптическая метеорология*, изучающая погоду и методы ее прогнозирования, и *климатология*, изучающая климаты земного шара (Морозов, 2011).

Вместе с тем потребности различных отраслей обусловили появление таких прикладных дисциплин на базе метеорологии, как авиационная, космическая, военная, медицинская метеорология, агрометеорология и др. К числу прикладных метеорологических дисциплин относится и *лесная метеорология*, изучающая влияние на лесную растительность метеорологических и климатических факторов, их взаимодействие с лесными биоценозами, а также влияние лесной растительности на метеорологические процессы и климатические факторы.

Задачами лесной метеорологии являются изучение метеорологических условий и климата, характеризующих физическое состояние среды, в которой обитает лес; выявления оптимальных для жизни леса параметров этой среды; изучение влияния леса на метеорологические процессы и климат как в самом лесу, так и на прилегающей территории; разработка и обоснование технологических приемов ведения лесного хозяйства, которые позволяют максимально учитывать и использовать метеорологические и климатические условия данного географического района и снизить ущерб от опасных метеорологических явлений. Исследования по такому широкому спектру проводят ученые большинства научных дисциплин, связанных с лесом.

Метеорология базируется на таких дисциплинах, как физика, география, астрономия, экология. В свою очередь, знания метеорологии необходимы при изучении физиологии растений, почвоведения, лесоведения, лесоводства, лесной пирологии, лесных культур и других специальных дисциплин в области лесного дела, экологии и природопользования, охраны окружающей среды.

Физическое состояние атмосферы вследствие взаимодействия её с земной поверхностью и космическим пространством непрерывно изменяется. Для характеристики состояния атмосферы в текущий момент времени используют метеорологические элементы. Это обобщающее название некоторых атмосферных явлений (туман), элементов атмосферы (облачность), характеристик состояния атмосферы и отдельных метеорологических величин (температура воздуха, давление атмосферы и др.). Понятие «метеорологический элемент» следует отличать от понятия «метеорологическая величина», они тождественны только в отдельных случаях (например температура воздуха).

В некоторых случаях метеорологический элемент характеризуется несколькими величинами. Выражение «измерение метеорологического элемента» не всегда имеет смысл, поэтому применять его без необходимости не следует. Количественная оценка (мера) метеорологической величины называется ее значением.

Метеорологические величины непрерывно изменяются в пространстве и во времени. Мерой изменения метеорологической величины в пространстве служит *градиент* этой величины. Значение его равно изменению

метеорологической величины на единицу расстояния. Изменение метеорологической величины во времени в течение суток называется ее *суточным ходом*, в течение года – *годовым ходом*. Суточный ход характеризуется изменением часовых значений величины, временем наступления экстремальных значений и ее амплитудой; годовой ход – изменением среднемесячных значений, месяцами, когда наблюдаются экстремальные значения, и амплитудой величины. Среднегодовые значения метеорологических величин за длительный период (статистические) называются *нормой* (Морозов, 2009).

*Атмосферные явления* крайне разнообразны. Одни отличаются от других очень резко, например дождь и снег. Другие отличаются незначительно, например обложной дождь от ливневого. Согласно А. Д. Заморскому (1959), все атмосферные явления делятся на шесть групп. Первые две группы включают явления, связанные с образованием на наземных предметах отложений воды и льда или выпадением из атмосферы различного вида осадков. Третья группа объединяет явления, вызывающие помутнение воздуха и ухудшение в нем видимости. В четвертую группу входят явления, связанные с сильными ветрами. Пятую и шестую группу составляют оптические и электрические явления.

Каждая группа состоит из нескольких классов атмосферных явлений, каждый класс – из нескольких видов. Например, группа явлений помутнения воздуха включает пять классов: туман, дымку, ледяные кристаллы в воздухе, метель и пыль. В свою очередь, класс тумана включает в себя пять видов тумана: радиационный, адвективный, испарения, городской, деревенский (печной).

Согласно классификации Наставления... (1985), атмосферные явления делятся на пять групп. Каждая группа разделяется на несколько видов и разновидностей.

*1. Гидрометеоры* – скопление жидких или твердых частиц воды, падающих в атмосфере (осадки, выпадающие на земную поверхность), взвешенных в ней (туманы), отлагающихся на наземных предметах, на поверхности земли или в атмосфере (осадки, образующиеся на поверхности или поднятые ветром с поверхности земли (метели):

а) осадки, выпадающие на земную поверхность:

- жидкие (дождь, ливневый дождь, морось);
- твердые (снег, ливневый снег, снежная крупа, снежные зерна, ледяная крупа, ледяной дождь, град, ледяные иглы);
- смешанные осадки (мокрый снег; мокрый ливневый снег);

б) осадки, образующиеся на поверхности земли и на предметах:

- жидкие (роса);
- твердые (иней, гололед, зернистая изморозь, кристаллическая изморозь, гололедица);

в) туманы:

- туман;
- ледяной туман;

- просвечивающий туман;
- просвечивающий ледяной туман;
- подземный туман;
- туман в окрестностях (местами или на расстоянии);

г) метели:

- метель общая;
- метель низовая;
- поземок;
- снежная мгла.

2. *Литометеоры* – скопление твердых частиц (неводных), которые поднимаются с поверхности земли ветром и переносятся на некоторое расстояние:

- пыль, взвешенная в воздухе;
- пыльный поземок;
- пыльная буря;
- мгла.

3. *Электрические явления* – видимые или слышимые (звуковые) проявления действия атмосферного электричества:

- гроза;
- зарница;
- полярное сияние.

4. *Оптические явления* – возникают в результате отражения, преломления или дифракции солнечного или лунного света:

- мираж.

5. *Неклассифицированные (различные) явления* – те, которые затруднительно отнести к определенной группе:

- шквал;
- вихрь;
- смерч.

Важными понятиями в области метеорологии являются понятия погоды и климата.

Непрерывно изменяющееся физическое состояние атмосферы в данный момент или промежуток времени называется *погодой*. Погода за промежуток времени (сутки, декаду, месяц, год и др.) характеризуется средними, максимальными и минимальными значениями метеорологических величин, отклонениями их от нормы, характером и особенностями изменений на протяжении данного периода.

Средний многолетний режим погоды, характерный для данной местности и обусловленный ее географическим положением, называется *климатом*. Климат характеризуется среднемноголетними и экстремальными значениями метеоэлементов. Климат обладает определенной степенью устойчивости и является важной физико-географической характеристикой местности.



Вместе с тем климат Земли подвержен изменениям и колебаниям. *Изменения климата* могут быть более или менее направленными, идти в сторону потепления или похолодания, иссушения или увлажнения. В результате за длительное время происходит смена одного климата другим. *Колебания климата* отличаются от изменений тем, что в пределах одного климата на коротких отрезках времени потепление сменяется похолоданием, увлажнение – иссушением и наоборот.

Колебания климата могут быть вызваны комплексом причин: циркуляцией атмосферы, океаническими течениями, движением континентов и вращением Земли, воздействием на земную атмосферу крупных метеоритов и комет.

Наиболее длительный ритм климатической системы длится около 200 млн лет. Он завершается радикальным изменением климата. Это следствие коренной перестройки земной коры. Например, в фанерозое (геологический период) выделяют три таких ритма. В течение каждого из них солнечная система совершает полный оборот вокруг центра Галактики и осуществляет большой ядерный цикл Солнца, что сопровождается изменениями климата. Более короткий цикл имеет продолжительность около 50 млн лет (например это проявляется перестройкой природной зональности).

На длительные циклы развития накладываются циклы низших рангов. Например, выделяется цикл, охватывающий от нескольких десятков до сотен тысяч лет (в плейстоцене – это чередование ледниковых и межледниковых эпох). Еще более короткоритмичные изменения климата связаны с колебаниями солнечной активности. Это циклы продолжительностью 1800–1900, 180–190, 80–90, 30–35, 22, 11, 5–6, 3–4 и менее 2 лет.

Изменения климата Земли – это постоянный процесс, обусловленный целым рядом причин. В последние 20 лет изменение климата Земли позиционируется как главная экологическая проблема планеты, которую принято связывать с усиливающимся антропогенным воздействием на окружающую среду.

Принято выделять несколько антропогенных факторов изменения климата: прямое нагревание атмосферы; получение тепла вследствие изменения альбедо земной поверхности при ее орошении, создании водохранилищ, строительстве дорог и зданий, изменении лесистости; усиление парникового эффекта атмосферы в результате накопления в ней углекислого газа, метана, окислов азота и др.

Современное глобальное потепление, которое принято связывать с антропогенными причинами, стало заметным с 1970-х годов\*.

---

\* Существенное влияние на метеорологические процессы оказывает загрязнение атмосферы различными примесями (Морозов, Стародубцева, 2020).

Занятия со школьниками могут быть посвящены изучению следующих тем.

**Тема 1. Цели метеорологических наблюдений. Понятие о метеорологических элементах и метеорологических величинах. Единицы измерения основных метеорологических величин**

Раскрываются цели метеорологических наблюдений. Дается понятие об основных метеорологических элементах (температуре воздуха и почвы, влажности воздуха, атмосферном давлении, количестве осадков, направлении и скорости ветра и др.). Раскрывается взаимосвязь всех метеорологических элементов. Из примеров школьники должны усвоить, что изменение одного метеорологического элемента влечет за собой изменение других. Дается понятие о метеорологических величинах. Необходимо объяснить, в чем разница между метеорологическими элементами и метеорологическими величинами и в каких случаях эти два понятия могут быть тождественны. Рассказывается о единицах измерения метеорологических величин и форме их записи.

Состояние атмосферы и протекающие в ней процессы оказывают большое влияние на все области деятельности и повседневную жизнь человека. В связи с этим систематическое изучение состояния атмосферных процессов, предсказание благоприятных и неблагоприятных метеорологических условий, являющихся в ряде случаев решающими факторами при планировании (проведении хозяйственных мероприятий), – одна из важнейших задач современного человечества. Для того чтобы постоянно иметь возможно более полное представление о состоянии атмосферы, необходимо проводить систематические наблюдения за погодой.

Сбор метеорологической информации представляет собой измерение ряда физических величин, оценку состояния атмосферы и развития отдельных процессов в ней. Единицы измерения основных метеорологических величин приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Метеорологические элементы и измеряемые величины

Метеорологический элемент	Измеряемая (вычисляемая) величина, характеристика	Единица измерения, оценка характеристики	
		Наименование	Обозначение
1	2	3	4
Температура воздуха	Температура (текущая, экстремальная)	Градус Цельсия, кельвин	°С, К
воды	То же	То же	То же
почвы	»	»	»
Давление атмосферы	Давление	Паскаль, миллибар, миллиметр ртутного столба	Па, мбар, мм рт. ст.

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4
Влажность воздуха	Парциальное давление водяного пара	Миллибар	мбар
	Относительная влажность	Процент	%
	Точка росы	Градус Цельсия	°С
Ветер	Скорость (мгновенные, средние и максимальные значения)	Метр в секунду, балл	м/с, балл
	Направление	Градус дуги Румбы	С, В, Ю, З
Осадки	Продолжительность (начало, конец)	Часы, минуты	ч, мин
	Количество (толщина слоя выпавшей воды на горизонтальную поверхность)	Миллиметры	мм
	Вид (твердые, жидкие)	Обозначение по коду	
	Интенсивность	Миллиметр в минуту	мм/мин
Снежный покров	Запас воды (толщина слоя воды, образующейся при полном таянии снега)	Миллиметр	мм
	Плотность	Грамм на кубический сантиметр	г/см <sup>3</sup>
	Высота	Сантиметр	см
Гололед	Плотность	Грамм на кубический сантиметр	г/см <sup>3</sup>
	Количество льда, осаждающееся на погонный метр провода	Грамм на метр	г/м
Загрязнение атмосферы	Концентрация загрязняющих веществ в воздухе	Миллиграмм на кубический метр	мг/м <sup>3</sup>
Содержание химических веществ в осадках	Концентрация веществ	Миллиграмм на литр	мг/л
Роса	Количество (толщина слоя воды на горизонтальную поверхность)	Миллиметр	мм
	Время выпадения и испарения	Часы, минуты	ч, мин
Облачность	Количество	В баллах (по 10-балльной системе)	балл
	Высота верхней и нижней границ	Метры	м
	Форма	По атласу облаков	

1	2	3	4
Видимость	Прозрачность атмосферы	Процент	%
	Метеорологическая дальность видимости	Метр, километр	м, км
Туман	Интенсивность	По Наставлению	
	Продолжительность	Часы, минуты	ч, мин
Гроза	Интенсивность	Число разрядов	
	Продолжительность	Часы, минуты	ч, мин

Метеорологические измерения основываются главным образом на физических методах; в последнее время развиваются также химические методы исследования атмосферы.

Метеорологические средства измерения весьма разнообразны по назначению, принципу действия и устройству.

Наряду с измерительными системами, сложными установками и приборами применяются весьма простые по устройству установки и приборы. Измерительный прибор должен вырабатывать зрительно воспринимаемые (наблюдателем) сигналы измерительной информации.

По форме выдаваемых сигналов измерительные приборы делят на аналоговые, дающие непрерывные значения измеряемой величине, и цифровые, вырабатывающие дискретные значения в виде сигналов в цифровой форме.

Показывающие измерительные приборы обеспечивают только возможность отсчета показаний, а регистрирующие приборы обеспечивают также запись показаний (цифropечатающие и самопишущие измерительные приборы).

Принятые в метеорологии единицы измерений соответствуют международной системе единиц измерения (СИ), но отдельные метеорологические величины до сего времени выражают как в единицах СИ, так и в традиционно принятых единицах; например атмосферное давление – в миллибарах и миллиметрах ртутного столба.

К метеорологическим приборам предъявляются специфические требования, связанные с условиями их эксплуатации. Ко всем метеорологическим приборам, предназначенным для работы в естественных условиях (за небольшим исключением), предъявляются требования безотказной работы во всех климатических зонах нашей страны. Это соответствует требованию безотказной работы при температуре от минус 60 до плюс 50 °С, при высокой влажности воздуха, выпадении жидких и твердых осадков, наличии тумана, большой запыленности воздуха, при больших ветровых нагрузках и т. д.

Массовость применения метеорологических приборов, их распространенность по всей территории страны, включая удаленные и труднодоступные пункты, предполагают требования высокой надежности приборов при длительной эксплуатации, возможность их перевозки всеми видами транспорта и длительное хранение (не менее одного года).

Приборы должны сохранять в течение длительного времени (не менее одного года) свои метрологические характеристики. К приборам, применяемым для получения информации для оперативного метеорологического обслуживания (например авиации), предъявляются особые требования. Они должны обеспечивать быстроту измерений и съема результатов (для чего процесс измерений должен быть прост), исключать ошибки, а результат должен выдаваться непосредственно в требуемых единицах (без дополнительных вычислений).

К отдельным приборам в связи с особенностями измеряемых ими величин предъявляются весьма высокие требования по ограничению погрешностей измерения.

Важно, чтобы необходимая мощность потребления энергии приборами, построенными на электрических принципах измерений, была возможно меньшей. В отдельных случаях метеорологические приборы должны иметь собственные источники питания, действующие постоянно или только в аварийном режиме.

Требования к каждому прибору обычно определяются на этапе его проектирования техническим заданием, а при серийном производстве – техническими регламентами (ТР), государственными стандартами (ГОСТами), отраслевыми стандартами (СТО), стандартами предприятия (СТП), техническими условиями (ТУ).

Метеорологические величины меняются во времени и пространстве. Их значения зависят от времени года, времени суток, широты места, от характера местности и высоты над уровнем моря.

Для получения сопоставимых (сравнимых между собой) результатов измерения метеорологических величин они привязываются к определенному месту (точке) пространства и к определенному времени. Поэтому метеорологические станции распределяются по всей территории в пунктах, характерных для данной местности; на метеорологических станциях и постах. Уровни, на которых производятся измерения, строго определены (особенно для величин, явно зависящих от высоты). Строго регламентировано время проведения измерений (особенно величин, имеющих большой суточный ход).

Для того чтобы результаты измерений были сравнимыми, необходимо производить измерения при одинаковом положении Солнца относительно плоскости меридиана данного места наблюдения (в одно и то же местное время). Однако во многих случаях, в частности для целей прогноза погоды, необходимо иметь данные о состоянии атмосферы и подстила-

ющей поверхности, отнесенные к одному физическому моменту времени (синхронные измерения). В настоящее время метеорологические измерения в РФ производятся в определенные сроки по московскому времени. Для этого на метеорологических станциях ведется служба времени – хранение времени.

Для хранения времени на станции необходимо иметь часы с хорошим ходом. Как бы хорошо ни шли часы, с течением времени их показания начнут расходиться с точным временем (часы могут несколько отставать или спешить). Тогда на их показания необходимо вводить поправку. Поправка с течением времени также может меняться.

## *Тема 2. Метеорологические приборы. Методы измерения метеоэлементов. Организация метеонаблюдений в РФ*

При изучении данной темы желательно совершить экскурсию на местную метеостанцию или метеопост.

Школьники должны получить представление о метеорологических приборах, применяющихся для измерения основных метеоэлементов (термометры психрометрический, минимальный, максимальный, Савинова, термограф; психрометр стационарный, гигрометр, гигрограф; чашечный барометр, барограф; осадкомер Третьякова, почвенный дождемер, плювиограф, снегомерные рейки, снегомер весовой; флюгер, анемометр и др.).

Раскрываются основные методы метеорологических исследований. В Российской Федерации применяется три метода метеорологических исследований: наблюдений, экспериментов, статистического и физико-математического анализа. Самый основной из них – это *метод наблюдений* в естественных условиях. Наблюдения проводят на метеостанциях и метеопостах в единые сроки стандартными приборами по одинаковым методикам. Большинство метеорологических величин измеряют при этом восемь раз в сутки, т. е. каждые три часа.

*Метод экспериментов* заключается в проведении различных опытов в естественных и лабораторных условиях (моделирование физических процессов в облаках, рассеивание облаков и туманов, вызывание осадков и др.).

*Методы статистического и физико-математического анализа* применяются в основном при обработке данных наблюдений, выявлении многолетних зависимостей между теми или иными показателями.

Школьники должны также получить представление о принципах организации метеонаблюдений в Российской Федерации. Для этого рекомендуется привлекать работников местной метеостанции либо территориальных органов Федеральной службы Росгидромета (в городах – региональных центрах).



Для того чтобы постоянно иметь полное представление о состоянии атмосферы, необходимо проведение систематических измерений многих физических величин, характеризующих состояние как атмосферы, так и подстилающей поверхности (суши и гидросферы), которая оказывает большое влияние на развитие атмосферных процессов (формирование воздушных масс).

Измерения должны быть организованы таким образом, чтобы их результаты служили основой для прогнозов погоды, формирования метеорологической информации, для удовлетворения запросов сельского хозяйства, градостроительства, здравоохранения, транспорта и многих других отраслей народного хозяйства.

Оперативное функционирование сложной прогностической инфраструктуры требует серьезной координации ее деятельности. Такая координация осуществляется с помощью программы «Всемирная служба погоды» (ВСП). Именно ВСП обеспечивает взаимодействие между национальными метеорологическими центрами различных стран, входящих в состав Всемирной метеорологической организации (ВМО). Программа ВСП была принята в 1963 г. на IV Всемирном метеорологическом конгрессе. В программу ВСП включена глобальная система наблюдений, состоящая из наземной и космической подсистем (рис. 2.1, 2.2).

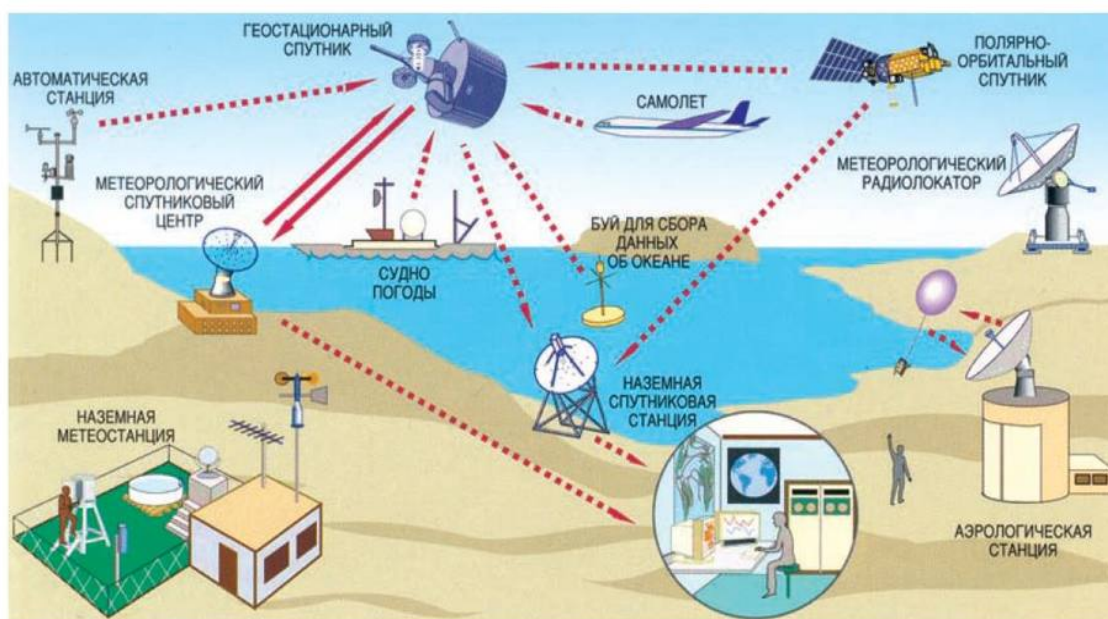


Рис. 2.1. Глобальная система наблюдений Всемирной метеорологической организации (ВМО) (Васильев, Вильфанд, 2008)

Метеорологические станции и посты, которые распределены по территории РФ и составляют гидрометеорологическую наблюдательную сеть, получают первичную информацию из отдельных пунктов.

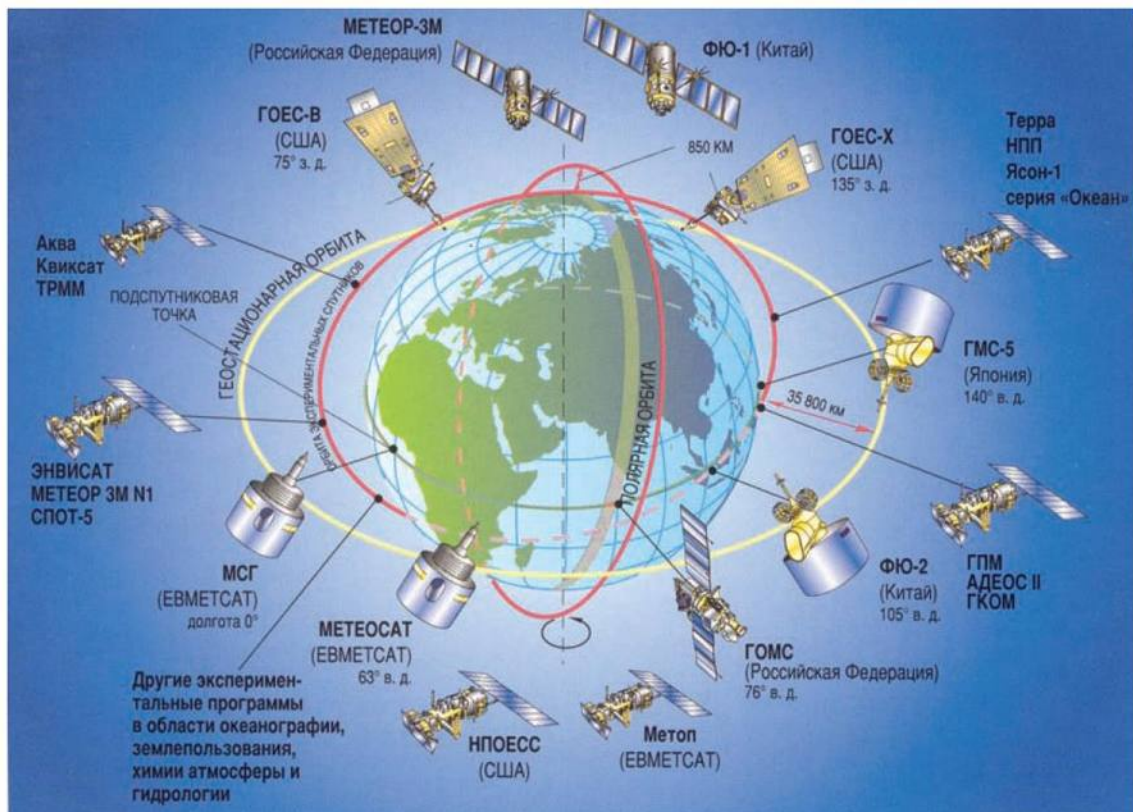


Рис. 2.2. Космические компоненты глобальной системы наблюдений Всемирной метеорологической организации (ВМО) (Васильев, Вильфанд, 2008)

В местах концентрации промышленности и транспорта, являющихся источниками загрязнения окружающей природной среды, действуют специализированные стационарные и подвижные посты, контролирующие степень загрязнения атмосферного воздуха.

Специальные суда и корабли торгового флота получают гидрометеорологические данные в открытых морях.

Сведения о многих важных характеристиках атмосферы, поверхности суши, морей и океанов в масштабе планеты получают с помощью системы постоянно действующих метеорологических искусственных спутников Земли. Специально оборудованные самолеты обеспечивают сбор гидрометеорологических данных со значительных территорий.

Органом государственного управления в сфере обеспечения метеорологической безопасности и наблюдений за состоянием атмосферы является Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Служба Росгидромета входит в состав Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Зарубежных представительств и подведомственных органов государственной власти Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды не имеет.

Деятельность Росгидромета базируется на международном обмене гидрометеорологической и другой информацией о состоянии окружающей среды на глобальном уровне.

Организация и проведение гидрометеорологических наблюдений в РФ возложена на Федеральную службу по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Росгидромет в рамках своей компетенции управляет всеми системами сбора первичной информации главным образом через республиканские и межобластные управления гидрометеорологической службы (УГМС). Сеть станций и постов распределена по УГМС.

Одной из основных первичных ячеек измерительно-информационной гидрометеорологической системы Российской Федерации является метеорологическая станция. В настоящее время на территории Российской Федерации насчитывается 1 233 метеорологических станции в 82 регионах.

Существующие станции гидрометеорологической сети делятся:

1) по объему выполняемых работ, соответствующему штату и оборудованию – на разряды (I, II и III);

2) по виду исследуемых объектов и степени технической оснащенности (степени автоматизации работ):

- на метеорологические (сокращенное обозначение М);
- автоматические радиометеорологические (АРМС);
- аэрологические (АЭ);
- гидрологические (Г);
- морские гидрометеорологические (прибрежные) (МГ);
- судовые гидрометеорологические (СГ);
- специализированные: авиационные метеорологические станции гражданской авиации (АМСГ), агрометеорологические (А), болотные (Б), воднобалансовые (Вб), дрейфующие (СД), озерные (О), плавучие (ПОМ), селестоковые (Сс), снеголавинные (Сл) и устьевые.

Метеорологические посты по виду исследуемых объектов и степени технической оснащенности разделяются:

- на метеорологические (МП);
- гидрологические (ГП);
- озерные гидрометеорологические (ОГП);
- морские гидрометеорологические (МГП);
- специализированные: агрометеорологические (АМП), метеорологические авиационные (МАП) и посты наблюдений за загрязнением окружающей природной среды.

Станции и посты оснащаются техническими средствами в соответствии с их разрядом и видом согласно типовому табелю оборудования. Станции и посты, к информации которых предъявляются повышенные требования (по ее объему, составу и времени представления), дополнительно оснащаются дистанционными автоматически действующими при-

борами, установками и измерительно-информационными системами. Так, например, на АМСГ крупных аэропортов установлены комплексные радиотехнические автоматические метеорологические станции (КРАМС), а на некоторых станциях I разряда – унифицированные автоматические телеметрические гидрометеорологические станции (УАТГМС).

Метеорологические станции формируют и распространяют первичную информацию о состоянии погоды по многим метеорологическим характеристикам. Станции могут различаться по своим конкретным задачам, назначению, техническому оснащению и некоторым другим признакам, но каждая из них должна освещать метеорологическую обстановку района своего расположения.

В некоторых УГМС действуют полностью или частично автоматизированные станции. Однако до сего времени основной объем информации выдают наиболее распространенные станции, оснащенные приборами местного и дистанционного действия. Техник – наблюдатель станции производит с помощью этих приборов измерения и по полученным результатам путем вычислений формирует метеорологическую информацию, которая по линиям связи передается потребителям.

Метеорологические станции имеют метеорологическую площадку для размещения измерительных приборов и датчиков на открытом воздухе и служебное помещение вблизи площадки (не далее 300 м). Место для площадки (на которой установлены почти все датчики измерительных метеорологических приборов) должно быть типичным для места расположения станции, чтобы результаты измерений на площадке были характерными для района в радиусе 20–30 км или крупного промышленного центра, большого города и т. п.

Метеорологическая площадка делается прямоугольной с ориентацией сторон север – юг и восток – запад. Ее размеры определяются объемом работ, типом и количеством аппаратуры данной станции. Согласно «Наставлению...» (1985), размер площадки должен быть  $26 \times 26$  м (допускаются минимальные размеры  $16 \times 20$  м). Площадка станций, на которых проводятся актинометрические наблюдения, имеет размер  $26 \times 36$  м. Она ориентируется длинными сторонами в направлении север – юг.

Независимо от характера окружающей местности сама площадка должна быть по возможности ровной и находиться на открытом месте на расстоянии не менее 10-кратной высоты ближайшего строения, деревьев и т. п. и не ближе чем в 100 м от больших водоемов. В то же время при выборе площадки следует избегать чрезмерно открытых мест, где возможны завышенные скорости ветра, снежные заносы и т. п. Участок, выбранный для площадки, выравнивают (срезают бугры, кусты, выкорчевывают пни) и обносят оградой из сетки или штакетника. Такие ограды обеспечивают хорошую продуваемость площадки и не вносят искажений в измерения.

Метеорологическая площадка требует систематического ухода. Покров метеорологической площадки должен по возможности поддерживаться в естественном состоянии и в соответствии с окружающим ее ландшафтом; для этого подход к приборам, установленным на площадке, допускается только по дорожкам. Однако травяной покров, если он имеется на площадке, летом сильно разрастается, его срезают (скашивают) до высоты 20 см. В зимнее время не следует нарушать естественное состояние снежного покрова, но в случае образования сугробов их следует удалять.

Для обеспечения единства измерений приборы на площадке устанавливаются строго по схеме и по правилам, указанным в Наставлении. В частности, приборы должны устанавливаться на площадке в определенном порядке и ориентации относительно сторон света и на определенной высоте. Поэтому в зимнее время при высоте снежного покрова более 1 м некоторые приборы переставляются на запасные более высокие подставки и столбы.

Ограждение площадки и все расположенное на ней вспомогательное оборудование (подставки, будки, столбы, мачты и т. п.) красят в белый цвет для предохранения их от излишнего перегрева прямыми солнечными лучами. Перегрев этих установок относительно окружающего воздуха может повлиять на находящиеся вблизи них приборы и привести к дополнительным погрешностям измерений. Служебное помещение в зависимости от типа станций состоит из 1–2 комнат площадью 15–40 м<sup>2</sup>.

Сведения о многих важных характеристиках атмосферы, поверхности суши, морей и океанов в масштабе планеты получают с помощью системы постоянно действующих метеорологических искусственных спутников Земли. Специально оборудованные самолеты обеспечивают сбор гидрометеорологических данных со значительных территорий.

Метеорологическая сеть формирует первичную информацию о состоянии нижнего слоя атмосферы (до нескольких сот метров) и подстилающей поверхности, а с помощью специальных наземных технических средств – и информацию о некоторых процессах в более высоких слоях атмосферы.

На основании данных метеонаблюдений, полученных с метеостанций, составляются прогнозы погоды.

Прогнозы погоды классифицируются в зависимости от их заблаговременности (табл. 2.2).

Крупные метеорологические центры, оснащенные мощной вычислительной техникой, ежедневно на основе глобальных моделей общей циркуляции атмосферы производят расчет на 5–7 сут. Они рассчитывают поля давления, высоты изобарических поверхностей, поля ветра и температуры, другое, а также автоматически в кодированном виде распространяют информацию по оперативным прогностическим организациям (рис. 2.3).



**Классификация метеорологических прогнозов  
в зависимости от их заблаговременности**

№ п/п	Вид прогноза погоды	Заблаговременность прогноза погоды
1	Текущий	От 0 до 2 ч
2	Сверхкраткосрочный	До 12 ч
3	Краткосрочный	От 12 до 72 ч
4	Среднесрочный	От 72 до 240 ч
5	Увеличенной заблаговременности	От 10 до 30 сут
6	Долгосрочный	От 30 до 3 лет

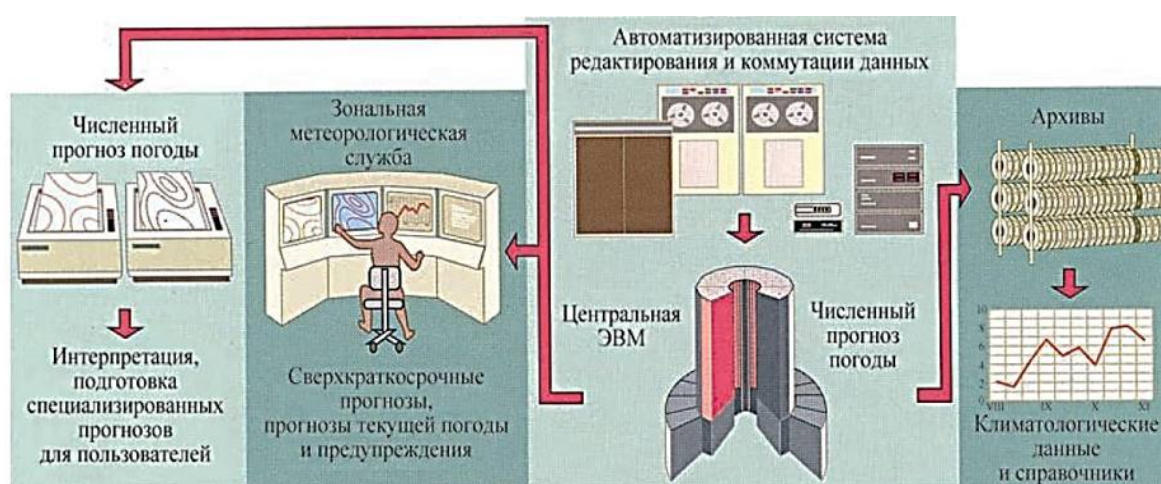


Рис. 2.3. Оперативные функции метеорологического центра  
(Васильев, Вильфанд, 2008)

**Тема 3. Организация наблюдений за состоянием погоды при помощи простейших приборов. Составление дневников наблюдений за погодой. Анализ результатов наблюдений**

При помощи простейших приборов организуется наблюдение за состоянием погоды. Результаты наблюдений записываются в «Дневник наблюдений за погодой». Наблюдения проводятся ежедневно. За каждый месяц составляется отдельная ведомость.

Пример записи результатов приводится в табл. 2.3.

Облачность определяется визуально и характеризуется тремя состояниями: ясно (безоблачное небо), облачно (облака есть, но в просветах видно солнце) и пасмурно (солнце скрыто облаками, просветов нет).

У осадков определяется вид: снег, дождь, град и т.п. (можно расширить) и количество выпавших осадков. Вид осадков определяется на основе собственных визуальных наблюдений, а количество – либо по данным местной метеостанции, или самостоятельно с помощью осадкомера.

Таблица 2.3

Ведомость наблюдений за погодой  
Январь

Дата	Облач-ность	Осадки		Темпера-тура воздуха в 13 час-сов, °С	Ветер		Атмо-сферное давление
		Вид	Кол-во, мм		Направ-ление, румб	Ско-рость, м/с	
01.01.2021							
02.01.2021							
.							
.							
31.01.2021							

Температуру воздуха измеряют ежедневно в одно и то же время (например в 13 часов дня по местному времени). Для наблюдений можно использовать (если имеется) психрометрический термометр или обычный бытовой термометр, который должен быть помещен на открытый воздух, но защищен от попадания прямых солнечных лучей.

Температура измеряется с точностью до 1 °С или до десятых долей °С (если имеется психрометрический термометр).

Для определения направления ветра можно использовать флюгер или данные местной метеостанции (например сводку погоды, ежедневно передаваемую по местному радио или телевидению или публикуемую на интернет-ресурсах).

Скорость ветра определяется самостоятельно при помощи флюгера либо анемометра (при их наличии).

Для визуальной оценки скорости ветра можно использовать также шкалу Бофорта (табл. 2.4) или данные о погоде из доступных ресурсов.

Атмосферное давление можно измерить при помощи барометра-анероида. При его отсутствии используется сводка погоды метеостанции.

Таблица 2.4

Шкала Бофорта

Балл	Скорость ветра, м/с	Характеристика ветра	Визуальная оценка
0	0–0,5	Штиль	Дым поднимается вертикально, листья неподвижны
1	0,5–1,7	Тихий	Ветер ощущается как легкое дуновение, дым отклоняется слегка в сторону
2	1,8–3,3	Легкий	Дуновение ветра чувствуется лицом, листья шелестят

Балл	Скорость ветра, м/с	Характеристика ветра	Визуальная оценка
3	3,4–5,2	Слабый	Листья и тонкие ветви постоянно колышутся
4	5,3–7,4	Умеренный	Тонкие ветви деревьев приводятся в движение
5	7,5–9,8	Свежий	Колеблются большие сучья
6	9,9–12,8	Крепкий	Качаются толстые сучья деревьев, гудят телеграфные провода
7	12,5–15,2	Сильный	Качаются стволы деревьев, гнутся большие ветви, неудобно идти против ветра
8	15,3–18,2	Очень крепкий	Колеблются большие деревья, ломаются ветви и сучья
9	18,3–21,5	Шторм	Ломаются большие сучья, сдвигаются с места легкие предметы
10	21,6–25,1	Сильный шторм	Вырываются с корнем деревья
11	25,2–29,0	Жестокий шторм	Наблюдаются большие разрушения
12	Более 29,0	Ураган	Наблюдается опустошение

Степень облачности можно записывать в ведомость словами или условными обозначениями:

- ясно – ○
- облачно – ◐
- пасмурно – ●

Виды осадков также можно записывать как словами, так и условными обозначениями:

- дождь – ∴
- снег – \*
- град – ▼
- ливень – ∴∴
- дождь с градом – ∴▼
- метель – \*

Направление ветра характеризуется румбом. Для упрощения можно ограничиться восемью румбами, которые в ведомости можно записывать также условными обозначениями:

- С – северный;
- Ю – южный;
- З – западный;
- В – восточный;
- ЮЗ – юго-западный;



СЗ – северо-западный;  
 СВ – северо-восточный;  
 ЮВ – юго-восточный.

Направление ветра показывает, откуда дует ветер.

По результатам наблюдений погоды за каждый месяц составляется сводка погоды за сезон (зима, весна, лето, осень) и делаются выводы.

Пример оформления сводки приводится в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Сводка погоды за зиму

№ п.п.	Показатель	Кол-во по месяцам			Всего
		1	2	3	
1	Число ясных дней				
2	Число пасмурных дней				
3	Число облачных дней				
4	Число дней с осадками				
5	Число дней с температурой ниже 0 °С				
6	Число дней с температурой выше 0 °С				
7	Число ветреных дней				
8	Число дней с температурой выше +10 °С				
9	Самая низкая температура воздуха, °С				
10	Самая высокая температура воздуха, °С				
11	Количество осадков, мм				
12	Средняя температура воздуха, °С				
13	Среднее давление воздуха, мм рт. ст.				
14	Повторяемость ветров различных направлений, число случаев: С СВ В ЮВ Ю ЮЗ З СЗ				

При определении числа дней с различными погодными явлениями производится подсчет дней по каждому месяцу.

Количество осадков подсчитывается в целом за месяц.

Средние температура воздуха и давление определяются за каждый месяц и в целом за сезон как средние арифметические.

#### *Тема 4. Организация снегомерных наблюдений в лесу и на открытом месте. Влияние леса на характер снегонакопления*

При проведении снегомерных наблюдений измеряется глубина снега и плотность снега (при наличии весового снегомера).

Глубина снега определяется при помощи снегомерной рейки (линейка длиной 1–1,5 м с нанесенными сантиметровыми делениями). При необходимости снегомерную рейку можно изготовить самостоятельно из деревянной рейки, один конец которой заостряют и оббивают железом.

Снегомерные рейки могут быть постоянными (закрепляются в характерных точках местности) и переносными.

Снегомерные наблюдения начинают проводить, когда в поле покрыто снегом не менее половины видимой поверхности, а в лесу – не менее половины участка снегомерной съемки.

Одновременно фиксируется дата установления устойчивого снежного покрова.

Снегомерные наблюдения проводят каждые 10 дней до момента полного схода снега. Для проведения наблюдений выбирают участок в лесу и на открытом месте. В пределах выбранных участков определяют глубины снега в 50–100 точках, а затем находят среднее значение.

Результаты заносят в ведомость снегомерных наблюдений (табл. 2.6).

*Таблица 2.6*

Ведомость снегомерных наблюдений

Дата	Глубина снега (среднее значение), см	
	в лесу	на открытом месте
10.10.2021		
20.10.2021		
30.10.2021		
10.11.2021		
30.03.2021 и т. д.		

По результатам измерений делаются выводы о влиянии леса на характер снегораспределения.

Порядок пользования снегомерной рейкой и весовым снегомером подробно описан в учебном пособии А. Е. Морозова, Н. И. Стародубцевой (2018).

## **Тема 5. Взаимовлияние леса и температуры воздуха, влажности воздуха, ветра, осадков**

Для изучения взаимовлияния леса и температуры воздуха, влажности воздуха, ветра, осадков проводят наблюдения за данными величинами в лесу и на открытом месте.

Для определения влажности воздуха и температуры используют психрометры.

Для определения количества осадков используют осадкомер Третьякова.

Данные наблюдения проводят при наличии указанных приборов. При отсутствии специальных метеоприборов можно использовать обычный бытовой термометр для определения температуры воздуха.

Наблюдения проводят в лесу и на открытом месте в одно и то же время, например в 13 часов.

Такие наблюдения можно проводить ежедневно.

Описание указанных метеоприборов и порядок пользования ими подробно описан в учебном пособии (Морозов, Стародубцева, 2018).

Результаты замеров заносятся в следующую ведомость (табл. 2.7).

*Таблица 2.7*

**Ведомость наблюдений за микроклиматом**

Дата	Под пологом леса				На открытом месте			
	Температура, °С	Влажность воздуха, %	Скорость ветра, м/с	Кол.-во осадков, мм	Температура, °С	Влажность воздуха, %	Скорость ветра, м/с	Кол.-во осадков, мм

### **Список источников**

Васильев А. А., Вильфанд Р. М. Прогноз погоды. – М.: Росгидромет, 2008. – 60 с.

Заморский А. Д. Атмосферные явления. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 94 с.

Морозов А.Е. Метеорология и климатология. Термины, понятия, определения : словарь-справочник. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2009. – 147 с.

Морозов А. Е. Метеорология и климатология : учебное пособие. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 227 с.

Морозов А. Е., Стародубцева Н. И. Метеорология и климатология : практикум. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. – 250 с.

Морозов А. Е., Стародубцева Н. И. Метеорологические условия и загрязнение атмосферы : учебное пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 128 с.

Наставления метеорологическим станциям и постам // Метеорологические наблюдения на станциях. – Вып. 3. Ч. 1. – Л.: ГИМИЗ, 1985. – 300 с.





### 3. БОТАНИКА

#### МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ БОТАНИЧЕСКИХ ГЕРБАРИЕВ И КОЛЛЕКЦИЙ

##### *Правила сбора, закладки и этикетирования растений в природе*

Для описания лесного сообщества практически всегда приходится собирать гербарий видов, определить которые в полевых условиях не удастся. *Ботанический гербарий – это коллекция определенным образом собранных и документированных засушенных растений.* Чтобы правильно собрать и оформить гербарий, которым долгие годы можно пользоваться, необходимо соблюдать определенные правила.

1. Основным требованием при сборке гербария является *правильный выбор растений в качестве гербарных экземпляров.* Поскольку при определении растений принимаются во внимание все признаки, которыми характеризуется растение (корни, стебли, листья, цветы, соцветия, плоды), для заложения в гербарий растения выбираются по возможности целиком, т. е. с цветками, плодами и листьями. Собирать растения для гербария желательно в сухую погоду, так как сырые растения плохо сохнут, теряют окраску и часто становятся непригодными для определения.

2. Каждый гербарный экземпляр растения *этикетуется*, т. е. к нему прилагается этикетка, на которой фиксируется номер гербарного экземпляра, дата и географическое место сбора, а также название растительного сообщества, где данное растение произрастало.

##### Образец этикетки 1

Растения.....района (лесничества)

Название растения \_\_\_\_\_

Место сбора (географическое) \_\_\_\_\_

Местообитание (биотоп) \_\_\_\_\_

Дата сбора \_\_\_\_\_

Собрал \_\_\_\_\_ (дата, Ф.И.О.)

Определил \_\_\_\_\_ (дата, Ф.И.О.)



## Образец этикетки 2

Растения.....района (лесничества)

Семейство \_\_\_\_\_

Название растения \_\_\_\_\_

Место сбора \_\_\_\_\_

Собрал \_\_\_\_\_

Определил \_\_\_\_\_

Дата сбора \_\_\_\_\_

### *Сушка растений*

Для сушки растений можно использовать обычную газетную бумагу, обладающую рыхлой структурой и хорошо впитывающую влагу. Собранные растения укладывают на лист гербарной бумаги так, чтобы они не соприкасались друг с другом. Очень крупные растения (борщевик, дудник) делятся на несколько частей и закладываются на несколько листов.

Сушить гербарий следует в прессе, лучше всего выполненном в виде сетки (рамка с натянутой на нее прочной проволокой) (рис. 3.1).

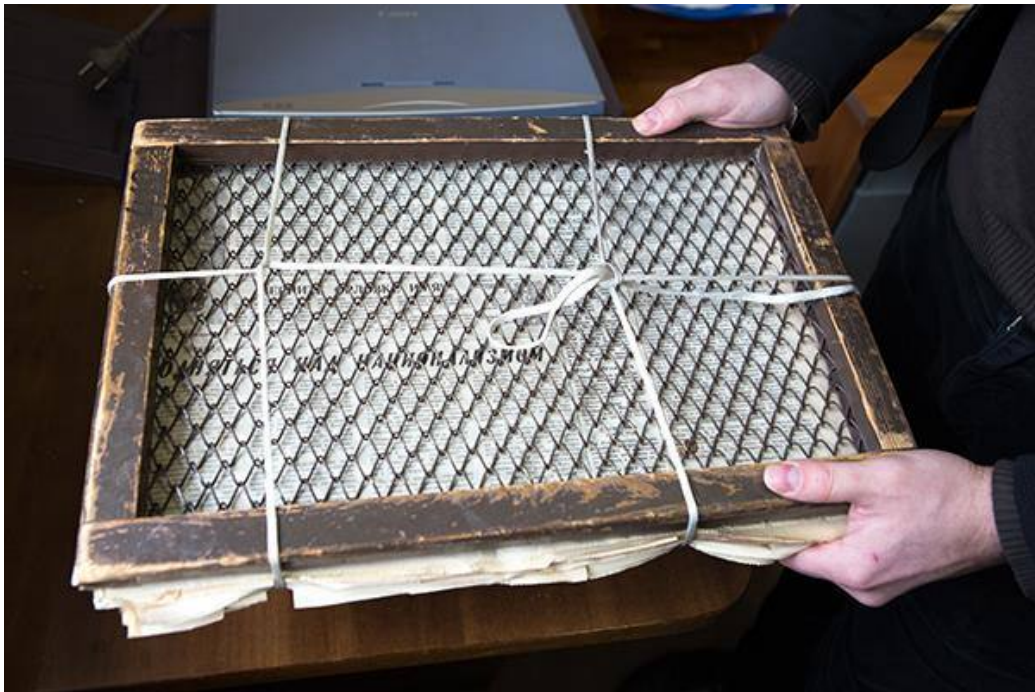


Рис. 3.1. Внешний вид гербарной сетки (гербарного пресси)

Чтобы растения хорошо высохли и не загнили, сетку помещают в тень, лучше на сквозняк, и перекалывают растения в сухую бумагу дважды в день, утром и вечером, убирая постепенно высохшие экземпляры.



### **Определение и монтировка гербария**

Далее растение определяется по соответствующим определителям [7, 8, 11, 13]. Научное название вида растений дается на русском и латинском языках с указанием автора, впервые данный вид описавшего. Например, вид Линнея северная имеет латинское название *Linnaea borealis* L.

Высохшие и определенные гербарные экземпляры оформляются (монтируются) в коллекцию для постоянного хранения.

Для монтировки гербария используют листы плотной бумаги. Стандартные размеры листов бумаги для монтировки гербария 42 × 28 см (формат А3). К гербарному листу пришивается экземпляр (или несколько мелких экземпляров) растения и в правый нижний угол приклеивается этикетка. Чистовая этикетка оформляется на листе обычной писчей бумаги. Размеры этикетки 10 × 7; 13 × 7; 14 × 9 см.

Чистовая этикетка приклеивается кармашком, в который вкладывается этикетка, заполненная при сборе гербария (рис. 3.2).

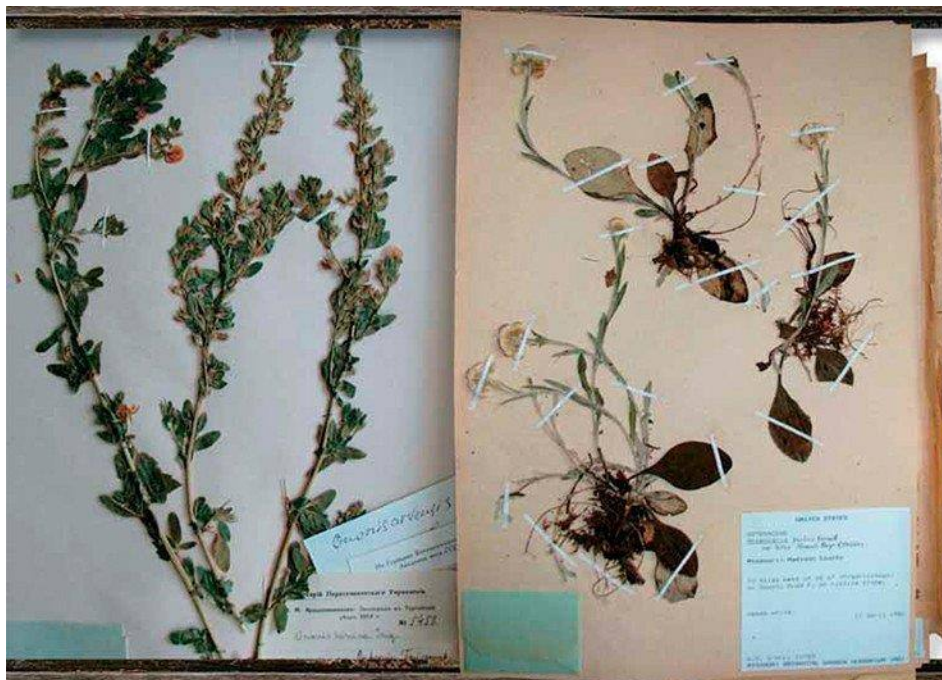


Рис. 3.2 Смонтированные гербарные листы

### **Хранение и использование гербария.**

#### **Создание ботанических коллекций**

Для постоянного хранения формируют гербарную коллекцию по систематическому принципу, располагая растения по соответствующим отделам, классам, порядкам, семействам и родам.

Хранят гербарий в коробках или шкафах, соблюдая систематический порядок расположения растений (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Шкафы для хранения гербария. Гербарий МГУ

### **Практическая работа**

**Тема.** *Формирование коллекции редких, лекарственных и ценных растений района исследований*

**Оборудование:** гербарные сетки (прессы), бумага для сушки растений, бумага для этикеток, листы формата А3 для монтировки гербария, коробки для хранения готового гербария, клей ПВА, ножницы, шпагат для пресса, определители растений.

Выполнение работы рассчитано на несколько месяцев с учетом времени на сбор, сушку, определение и монтировку гербария.

**Ход работы:**

- собрать и высушить редкие, лекарственные и ценные растений района исследований;
- определить растения с помощью печатных, цифровых или фотоопределителей;
- смонтировать коллекцию.

### **ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ. КАЛЕНДАРЬ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ**

Работа, в которой могут принимать участие все члены школьного лесничества или экологического центра. Работа может проводиться не только в течение всего вегетационного периода, но и в течение многих лет, создавая преемственность участников исследования. Результаты наблюдений обрабатываются в осенне-зимнее время и представляются в виде Календаря природы данной территории (района, региона и т. д.).

*Фенология – система знаний о сезонных явлениях природы, о сроках их наступления и причинах, определяющих эти сроки.*

Изучение фенологических явлений представляет большой научный и практический интерес, особенно для биологии, сельского и лесного хозяйства. Так, в лесном хозяйстве по материалам многолетних фенологических наблюдений устанавливают различные связи закономерного характера между временем наступления определенных фенологических явлений и оптимальными сроками работ по искусственному лесовосстановлению, рубкам ухода, защите лесов от пожаров и различного рода биотических повреждений.

Например, посадки хвойных лучше проводить весной после развертывания листьев у березы, а осенью – после их полного опадания.

Фенологическое состояние лесов учитывают при таксации, в частности при аэро- и космической фотосъемке, так как оптические свойства лесов тесно связаны с их сезонным развитием. Знание динамики сезонного развития древесных растений помогает при подборе видов и их оценке с эстетической и санитарно-гигиенической точек зрения, при разработке и проведении мероприятий по повышению устойчивости городских зеленых насаждений [6].

Цикл сезонного развития растений состоит из закономерно сменяющихся друг друга этапов. Каждый из таких этапов называется *сезонной*, или *фенологической*, фазой развития.

Вегетационный период взрослого семенного растения делится на пять крупных сезонных фаз, или *фенофаз*: вегетации, бутонизации, цветения, плодоношения и отмирания. В качестве шестой фазы понимается период зимнего покоя.

Существуют разные шкалы для обозначения фенофаз. Подробные стандарты фенофаз развития вегетативных и генеративных органов растений разработаны Е. Ю. Терентьевой [18] (табл. 3.1 и 3.2).

*Таблица 3.1*

#### Стандарт вегетативного цикла

Балл	Обозначение фенофазы	Название фенофазы	Описание фенофазы
0	0	Зимний покой	Почки не набухли
1	НП	Набухание почек	Почки увеличиваются в размерах
2	ПП	Проклевывание почек	Появился конус зеленых листочков
3	РП	Расхопливание почек	Листочки обособляются, но не развернулись полностью

Балл	Обозначение фенофазы	Название фенофазы	Описание фенофазы
4	З	Зеленение	Листочки разворачиваются, приобретают форму, но могут быть сморщенными, клейкими, красноватого или другого оттенка. Идет активный рост листа
5	МЛ	Молодой лист	Лист достигает своего нормального размера, но еще по окраске весенний ярко-зеленый, мягкий, нежный
6	ЛВ	Летняя вегетация	Лист имеет нормальный размер, летний темно-зеленый цвет
7	ОТ	Отмирания (окрашивания)	Лист постепенно приобретает осеннюю окраску
8	ПО	Полное отмирание	Лист полностью окрасился, пожелтел, высох. У деревьев закончился листопад

Таблица 3.2

## Стандарт генеративного цикла

Балл	Обозначение фенофазы	Название фенофазы	Описание фенофазы
0	0	Фаза покоя	Бутонов нет
1	Б1	Фаза начала бутонизации	Зелененькие маленькие бутоны
2	Б2	Массовая бутонизация	Зрелые бутоны нормального размера, начинают окрашиваться
3	Ц1	Начало цветения	С момента раскрытия первых цветков
5	ОТЦ1	Начало отцветания	Бутонов нет, есть увядшие венчики
6	ОТЦ2	Массовое отцветание	Увядших венчиков больше, чем раскрытых цветков
7	П1	Фаза завязывания плодов и семян	Маленькие зеленые плоды
8	П2	Фаза созревания плодов и семян	Плоды достигли нормального размера, окрашиваются
9	ОБС1	Начало обсеменения плодов	Обсеменяются первые особи
10	ОБС2	Массовое обсеменение	Обсеменение большинства плодов у большинства особей
11	ОБС3	Конец обсеменения	Большинство особей обсеменились, остались единичные обсеменяющиеся особи
12	ПГ	Постгенеративная фаза	Плодов и семян нет

Существуют и более простые шкалы фенофаз (табл. 3.3). Для обозначения фенологических фаз здесь используются буквенные обозначения или значки [1, 18].

Таблица 3.3

Названия фенофаз по методике Алехина [1]

Название фенофазы	Буквенное обозначение	Значок
Растение только вегетирует, находится в стадии розетки, начинает давать стебель и пр.	<i>veg</i>	–
Растение выбросило стебель и стрелку и имеет бутоны	<i>бут</i>	А
Растение в фазе расцветания, появляются первые цветки	<i>зацв</i>	)
Растение в полном цвету (растение дает основной аспект)	<i>цв</i>	О (О)
Растение в фазе отцветания	<i>отцв</i>	(
Растение отцвело, но семена еще не созрели и не высыпались	<i>пл</i>	+
Семена (плоды) созрели и высыпаются	<i>Пл.ос</i>	#
Растение вегетирует после цветения и высыпания семян	<i>Вег.п.цв</i>	~

Результаты представляются в виде таблицы – графика сезонного развития растений (табл. 3.4).

Таблица 3.4

График сезонного развития растений

№ п/п	Название растения	МЕСЯЦЫ											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Майник двулистный												
2	Земляника лесная												
3	Мать-и-мачеха												

Подобные графики можно строить, отмечая изменение фенологического состояния по дням и неделям [21].

Программа многолетних наблюдений (мониторинга) за древесными растениями может включать не только проведение фенологических наблюдений над древесными растениями, но и оценку повреждаемости древесных растений отрицательной температурой воздуха, учет обилия цветения и урожайности плодов (шишек, шишкоягод) древесных растений, проверку посевных показателей семян интродуцированных древесных растений, оценку уровней адаптации древесных интродуцентов, оценку степени адаптации растений к климату, почвенным условиям, антропогенным факторам и пр. [12].

### Методика фенологических наблюдений и обработки данных

Фенологические наблюдения включают фиксацию фенологических фаз растений. Фенологическая фаза (фенофаза) – это этап в годовом цикле развития растения в целом или его отдельных органов, который характеризуется четко выраженными внешними морфологическими изменениями (появлением всходов, распусканием семядолей, набуханием и распусканием почек, началом и окончанием роста побегов, цветением и др.). Календарное время наступления той или иной фенофазы называют *фенодатой*, а временной интервал между определенными фенодатами составляет *межфазный период* [7].

Главное в фенологическом методе – определение даты наступления сезонного явления (фенофазы) в данном месте. Более или менее регулярно посещая участок, наблюдатель должен зафиксировать две даты: *последнюю*, когда данная фенофаза еще не наблюдалась (*a*), и дату (*b*), когда фенофаза *была отмечена впервые*. Тогда истинная дата наступления фенофазы (*M*) лежит в интервале между *a* и *b*. Точность проведенного наблюдения будет зависеть от частоты посещения участка.

Правильная запись наблюдения делается по следующей форме:

Год наблюдений \_\_\_\_\_ Место \_\_\_\_\_

### Влияние антропогенных факторов на фенологическое состояние растений

Фенологические изменения (сроки прохождения растениями фаз сезонного состояния – фенофаз) могут служить показателем изменений условий существования фитоценоза, изменений его флоры.

Под влиянием неблагоприятных изменений факторов среды у растений происходит смещение фенофаз, иногда накладка одной фенофазы на другую, выпадение фенофаз (табл. 3.5).

Таблица 3.5

### Образец графика фенологических наблюдений

Название явления	Дата, когда явление еще не наблюдалось, <i>a</i>	Дата, когда явление было отмечено впервые, <i>b</i>	Наиболее вероятная дата наступления явления
Начало сокодвижения березы (у первых 2–3 берез при проколе коры выступает капля сока)	10 апреля	14 апреля	12 апреля

Так, при сильном воздействии антропогенных факторов (вредные выбросы предприятий и автотранспорта) у древесных растений появляются повреждения листьев и плодов, раннее опадение листьев и заметное сокращение вегетационного периода, иногда на 1–1,5 мес.

Смену фаз сезонного состояния растений изображают при помощи так называемых *фенологических спектров*. Пример одного из видов феноспектров для лиственниц разного географического происхождения, произрастающих в одних условиях, приведен на рис. 3.4.

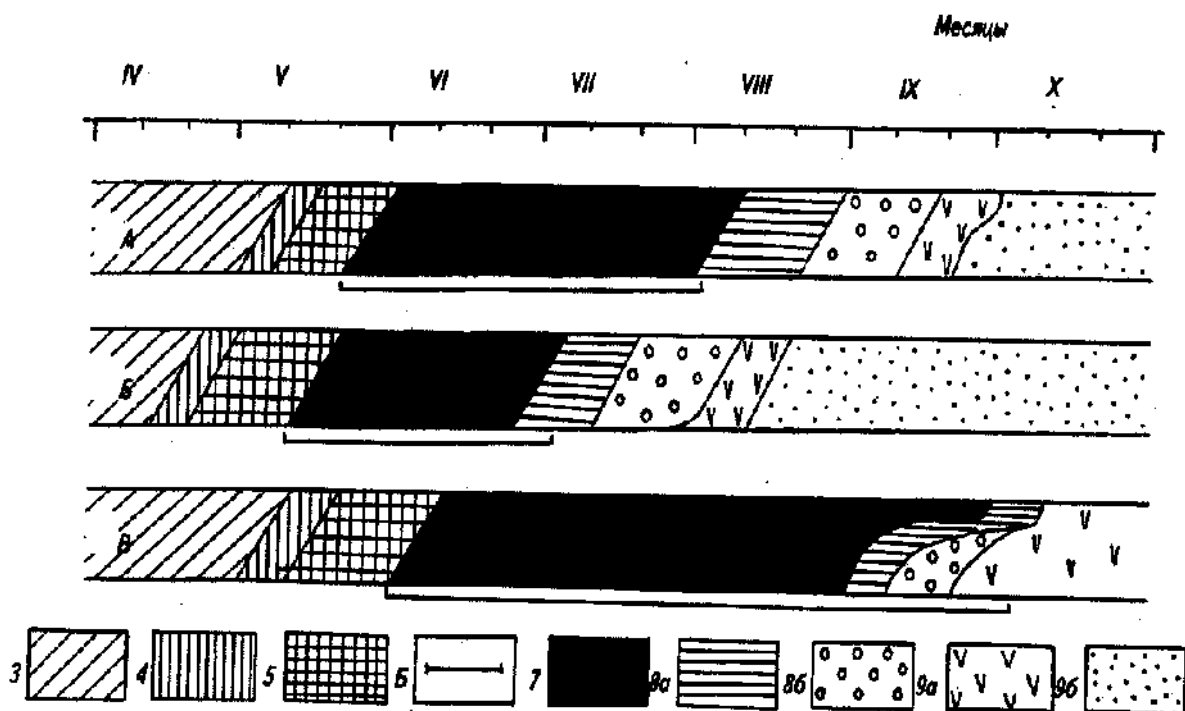


Рис. 3.4. Образец феноспектров лиственниц разного географического происхождения в культурах в 60 км на север от г. Красноярска:

А – лиственница сибирская южного происхождения; Б – лиственница сибирская северного происхождения, В – лиственница японская.

Фенофазы: 3 – набухание почек, 4 – появление первых кончиков хвоинок, 5 – разворачивание хвоинок, 6 – рост побегов, 7 – фаза летней вегетации, 8а – начало осеннего расцветивания хвои, 8б – полное расцветивание, 9а – начало осеннего листопада, 9б – полное опадение хвои

### Практическая работа

Используя табл. 3.6 в качестве примера, построить и объяснить феноспектры для разных видов древесных растений, растущих в стрессовых условиях (уличные посадки городской среды) и в оптимальных условиях (загородные условия) произрастания.

Таблица 3.6

**Сроки начала и окончания фенофаз у древесных видов  
в разных экологических условиях**

№ фено-фазы	Название фенофазы	Сроки прохождения фенофаз			
		Задание 1а (растение – каштан)		Задание 1б (растение – липа)	
		Вблизи водо-хранилища	Центральные улицы	Загородный парк	Центральные улицы
3	Начало набухания почек	10.IY-30.IY	30.III-10.IY	10.IY-25.IY	5.IY-10.IY
4	Начало облиствения				
5	Развертывание листьев				
6	Рост побегов				
7	Летняя вегетация: Начало- Конец-				
8а	Начало осеннего расцветивания листьев (появление первой желтизны)				
8б	Полное расцветивание листьев				
9а	Начало осеннего листопада				
9б	Полное опадение листьев				

## ФИТОЦЕНОЛОГИЯ

### *Основные понятия науки о растительности*

Современная ботаника – очень емкая наука, включающая целый комплекс биологических дисциплин, охватывающих все стороны существования растительного организма (строение растений внешнее и внутреннее, систематику растений, историю развития растительного мира, разнообразные растительные сообщества, их распределение по поверхности земли и т.д.), рассматривающая его и как отдельную часть природы и в его взаимоотношениях с другими растительными организмами.



Основными понятиями ботаники являются:

*флора* – совокупность всех видов растений, произрастающих (обитающих) на определенной территории (района, области, страны, природной зоны, материка, планеты);

*флористические исследования* – изучение состава, структуры, происхождения и других особенностей флоры;

*растительность (растительный покров)* – совокупность растительных сообществ, встречающихся на какой-либо территории;

*ареал* – часть земной поверхности, в пределах которой встречаются представители данного вида (рода, семейства);

*растительное сообщество (фитоценоз)* – совокупность растений, встречающихся на данном участке территории, находящихся в постоянной взаимосвязи друг с другом и с окружающей средой. Виды, образующие фитоценоз, в течение длительного времени приспособились к совместному существованию в определенных условиях среды;

*геоботанические исследования* – изучение фитоценозов;

*биогеоценоз* – совокупность всех живых организмов и факторов внешней среды на определенном более или менее однородном участке территории;

*биотоп* – совокупность условий обитания биогеоценоза;

*живой напочвенный покров (ЖНП)* – совокупность видов растений, населяющих нижние (травяно-кустарничковый, мохово-лишайниковый) ярусы фитоценоза.

Основной единицей растительного покрова является *фитоценоз*. Фитоценоз – часть более сложных природных систем – биогеоценозов, совокупность которых образует биосферу Земли.

С растительности всегда начинается изучение любой природной системы, поэтому изучение фитоценоза является обязательной частью любого биогеоценологического исследования.

Фитоценозом называют конкретную группировку растений в пределах одного местообитания (*биотопа*). Каждый фитоценоз характеризуется определенным видовым составом, строением и определенной системой взаимоотношений растений друг с другом и со средой. Отсюда вытекают главные задачи при изучении фитоценоза – выявление его видового состава, определение роли участвующих в его сложении видов и выяснение структуры фитоценоза.

*Видовой (флористический) состав* – это совокупность всех видов, произрастающих в фитоценозе. Видовой состав – это важнейшая характеристика любого фитоценоза, так как отражает условия, в которых шло его формирование. Именно по этой причине разные фитоценозы обладают разным видовым составом. Видовой состав фитоценоза называют его *видовым богатством*.

Обычно в составе фитоценоза различают группы видов, обладающих сходным средообразующим воздействием и сходной степенью влияния на другие ценопопуляции фитоценоза.

*Эдификаторы* – виды, играющие главную роль в формировании среды фитоценоза (фитосреды), оказывающие большое влияние на другие виды. В лесу эдификаторы являются лесообразующими видами, от них зависит видовой состав всех других видов сообщества. Чаще всего это растения верхних ярусов, например лиственница в лиственничном лесу, ель в еловом лесу. Иногда эдификаторами могут быть растения нижнего яруса, например сфагнум на верховом болоте.

*Доминанты* – это виды, которые по численности особей преобладают над другими, т. е. это виды обильные, с высоким проективным покрытием, многочисленны.

Оценка роли вида в фитоценозе производится через выявление *обилия видов* с помощью количественных показателей или балльных оценок.

*Обилие вида* – это оценка роли вида в фитоценозе с помощью численных показателей или баллов. Обилие может быть выражено через *проективное покрытие* и *встречаемость* или с помощью специальных шкал, использующих балльные оценки обилия.

Самым распространенным показателем обилия можно считать *проективное покрытие*.

*Проективное покрытие* – часть поверхности, занятая проекцией общего контура растения на поверхность почвы. Можно оценивать общее проективное покрытие почвы всеми деревьями, кустарниками или травами или оценивать частное покрытие одного вида (рис. 3.5).

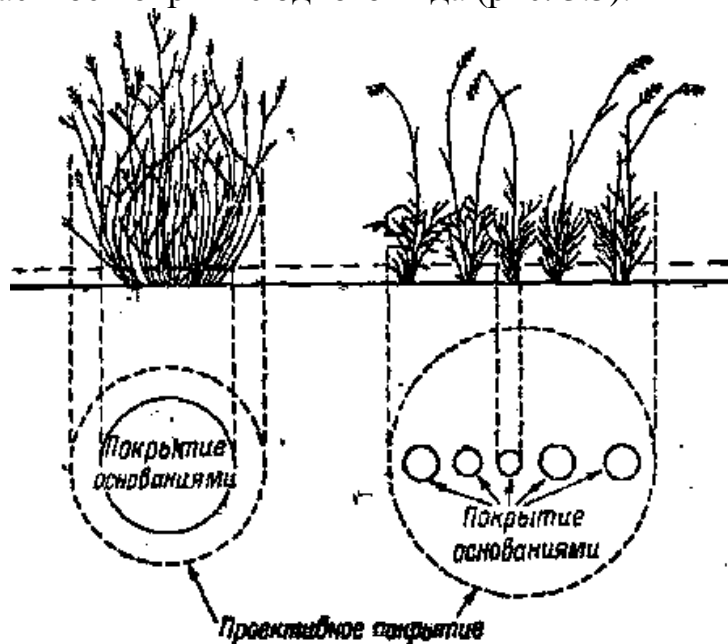


Рис. 3.5. Проективное покрытие основаниями стеблей и надземными частями растений: пунктирные линии – максимальное покрытие листьями; сплошная линия – покрытие основаниями растений [4]

Проективное покрытие оценивается на всей исследуемой территории либо для большей точности с помощью специальной рамки величиной 1 м<sup>2</sup> (1×1 м), которая называется квадрат-сетка Раменского (рис. 3.6).



Рис. 3.6 Квадрат-сетка Раменского, разделенная на 100 квадратов по 10 см<sup>2</sup>

*Балльная оценка* обилия вида производится с применением специальных шкал. Наиболее распространенными и часто используемыми являются шкалы О. Друде и Браун-Бланке. Шкалы применяются для глазомерного учета обилия видов и имеют несколько градаций (табл. 3.7, 3.8).

Таблица 3.7

#### Градации шкалы Друде

Обозначение обилия по Друде	Характеристика обилия	Проективное покрытие
Soc. (socialis)	Обильно, вид представлен сплошь, растения смыкаются надземными частями	Растения покрывают площадь на 50–75 %
cop3 (copiosae3)	Много, растения очень обильны	Растения покрывают площадь на 50–75 %
cop2 (copiosae2)	Растения обильны	Покрытие составляет 35–50 %
cop1 (copiosae1)	Растения довольно обильны	Растения покрывают площадь на 25–35 %
sp (sparsae)	Мало, растения редки, располагаются рассеянно	Растения покрывают площадь не менее чем на 20 %
sol (solitariae)	Очень мало, единично, растения вида по площади встречаются единично	
Un (unicum)	Вид встречается в одном экземпляре	

## Градации шкалы Браун-Бланке

Обозначение обилия по Браун-Бланке	Характеристика обилия	Проективное покрытие
0	Вид отсутствует	
1	Вид встречается редко и рассеянно	
2	Вид встречается нередко, число особей велико	От 5 до 25 %
3	Обильно, число особей любое	От 25 до 75 %
4	Очень обильно, число особей любое	Более 75 %

Под *структурой фитоценоза* понимают распределение растений в пространстве сообщества. Надземная структура (распределение надземных частей растений по высоте) проявляется в наличии *ярусности*. *Ярусом* называется горизонтальный слой, образованный растениями одной высоты (рис. 3.7). Особенно отчетливо ярусное строение проявляется в лесных фитоценозах. Здесь верхний ярус (полог) образуют кроны самых высоких деревьев; второй ярус – более низкие деревья или подрост; в третьем ярусе находятся кустарники (подлесок); четвертый ярус составляют травы и кустарники; в пятом, напочвенном, располагаются мхи, лишайники, грибы.

	I. Древесный ярус (древостой)	
	II. Малые деревья и подрост	
	III. Кустарниковый ярус (подлесок)	
	IV. Травяно-кустарничковый ярус	Живой напочвенный покров (ЖНП)
	V. Мохово-лишайниковый ярус	

Рис. 3.7. Ярусность лесного фитоценоза

## Методика геоботанического описания

Геоботаническое изучение растительности начинается с выявления и изучения флористического состава фитоценозов. Для этого сначала составляется общий список растений, произрастающих в данной местности в разных фитоценозах, т. е. проводят так называемое рекогносцировочное обследование. Основным способом рекогносцировочного обследования является *маршрутный*. Маршрут закладывается таким образом, чтобы охватить все типы местообитаний (биотопы), встречающихся в данной местности (например через пойму реки и прилегающие террасы коренного берега до водораздела), и все типы произрастающих на них растительных сообществ.

Для более детальных исследований отдельных фитоценозов закладываются *постоянные или временные пробные площади* (ППП или ВПП).

С целью геоботанического описания растительного покрова величина пробных площадей может составлять для лесных сообществ  $20 \times 20$  м или  $25 \times 25$  м, для луговых, степных, болотных –  $10 \times 10$  м.

В каждом ярусе фитоценоза оцениваются следующие показатели: видовой состав, обилие видов (для древостоя – количество особей каждого вида), проективное покрытие (или сомкнутость полога). В зависимости от поставленных задач выясняется также жизненное состояние растений (здоровое, поврежденное, сухое), высота ярусов и подъярусов, характер размещения (равномерное, куртинное) растений, для мохово-лишайникового яруса определяют высоту живого и мертвого слоев.

Сравнивая количественные показатели обилия видов, выявляют *доминирующие виды*, т. е. виды, преобладающие по обилию (по количеству особей, проективному покрытию, биомассе, объему и т. п.) над другими видами в фитоценозе. Как правило, в многоярусном лесном сообществе доминанты выделяются для каждого яруса. По доминирующим видам дают названия наземным биоценозам. Так, доминантами сосняка зеленомошного являются сосна в древостое и зеленые мхи в живом напочвенном покрове, доминантом вейниковой вырубki являются виды рода вейник и т. д. Нередко среди видов ЖНП выделяются два доминанта, например в сосняке зеленомошном, кроме мхов, обилие кустарничек черника. В этом случае в названии фитоценоза указываются два доминанта, причем преобладающий из них ставится на последнее место. Таким образом, тип леса будет называться сосняк кустарничково-зеленомошный.

*Жизненное состояние (жизненность)* характеризует степень развития растений, процветание популяции вида в сообществе и оценивается с помощью шкал. Наиболее известна шкала жизненности А. А. Гроссгейма, состоящая из пяти ступеней: 1 – прорастание, но отсутствие развития вегетативных органов; 2 – ослабление с недостаточным вегетативным развитием и непрохождением всего большого жизненного цикла; 3 – хорошее вегета-

тивное развитие, но непрохождение всего жизненного цикла; 4 – вегетативное развитие, цветение и плодоношение выше нормального; 5 – пышное развитие и повышенное плодоношение и цветение. Оценка жизнеспособности позволяет получить представление не только о настоящем состоянии вида в фитоценозе, но и о его изменениях в результате тех или иных воздействий на сообщество.

*Размещение* видов в пространстве характеризует сложение растительного сообщества по горизонтали. Этот показатель связан с неоднородностью растительного покрова, причинами которой являются мозаичность местообитаний, различия в экологии и биологии видов, особенностях размножения, взаимоотношениях между видами и т.д. [14].

По характеру размещения различают равномерное, случайное и групповое (куртинное) размещение, причем величина, густота, форма и происхождение куртин или зарослей могут быть разными.

При *равномерном* размещении растений особи удалены друг от друга на равное расстояние, что в природе встречается редко, например в одновидовых зарослях. Равномерное распределение свойственно также искусственно созданным лесным насаждениям (лесным культурам).

Условия среды обитания в природе характеризуются большей или меньшей неоднородностью, что создает условия для неравномерного распределения растений, свойственного случайному (диффузному) и групповому (мозаичному) типам. При *случайном* (диффузном) распределении особи размещены в пространстве неравномерно, случайно, расстояния между ними неодинаковы. Случайное распределение широко представлено среди растений. При *групповом* (мозаичном) типе особи образуют между собой группировки (куртины, латки), между которыми образуются иногда довольно большие расстояния. Внутри группировок особи находятся с большой густотой (плотностью). Это очень широко распространенный тип размещения растений в природных сообществах.

Одна из систем обозначений характера размещения особей разработана В. Н. Сукачевым [17]:

О – особь развивается от корня 1, реже 2–3 надземных побега;

ПЧ – стебли растут пучком или кустом от одного корня или корневища, стеблей немного;

Д – большое количество многолетних побегов образует плотную дерновину или подушку;

Л – побеги образуют рыхлую заросль, латку вследствие разрастания растения корневищами, корнями или ползучими стеблями;

К – растения образуют куртину (отдельные особи располагаются близко друг к другу);

ПТ – пучки, дерновины, заросли, латки или куртины образуют пятна.

Обработывая в лаборатории полученный полевой материал, выявляют *встречаемость* видов.

*Встречаемость* – это количество пробных площадок, на которых встречается вид, по отношению к общему числу площадок, выраженное в процентах. Встречаемость отражает равномерность распределения вида на определенной территории (например на территории ППП) и находится в зависимости от обилия и характера размещения растений.

Показатели встречаемости используются для расчетов *постоянства* вида. Постоянство представляет отношение числа выборок (площадок), содержащих данный вид, к общему числу выборок, выраженное в процентах.

Разные типы пространственного распределения особей снижают уровень конкуренции и обеспечивают наиболее полное использование ресурсов среды, что лежит в основе поддержания высокого уровня продуктивности вида [20].

Описание ЖНП можно проводить на всей пробной площади, однако это требует большого практического опыта. Поэтому для геоботанических описаний закладываются специальные *учетные площадки*, равномерно покрывающие всю пробную площадь. В лесных сообществах, где живой напочвенный покров однородный, достаточно заложить 10 площадок размером 1 м<sup>2</sup> (квадрат-сетка Раменского). В этом случае все показатели снимаются на учетных площадках и усредняются для всей пробной площади. Для взятия укосов с целью определения урожайности или для определения встречаемости видов учетные площадки могут иметь и более мелкие размеры: от 0,1 (10×10 см) до 0,25 (25×25 см).

Все полученные данные заносятся в бланки описаний, которые могут отличаться по содержанию в зависимости от целей исследования (табл. 3.9, 3.10).

Высота растений определяется по самым высоким экземплярам видов и используется для выявления ярусов и подъярусов ЖНП.

При заполнении бланка в графе «вид растения» сначала указываются кустарнички (черника, брусника, клюква, грушанки и др.), а затем остальные виды в порядке убывания их проективного покрытия.

Таблица 3.9

Образец 1 бланка описания ЖНП

Вид растения	№ учетной площадки						Обилие	Высота, см	Встречаемость, %
	1	2	3	4	...	...			

Таблица 3.10

## Образец 2 бланка описания ЖНП

Вид растения	Обилие	Ярус	Проективное покрытие, %	Жизненность	Фенофаза	Характер распределения

Образец бланка описания фитоценоза приведен в приложении.

Оценить состояние фитоценозов можно по признакам, перечисленным в табл. 3.11.

Таблица 3.11

## Оценка состояния фитоценоза

Степень изменения сообщества	Признаки и характеристика
1. Слабоизмененное состояние	Антропогенное влияние невелико. Дорожно-тропиночная сеть отсутствует или редка. Древостой, подлесок и подрост размещены равномерно. Травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы вне тропинок и дорог не изменены. На тропинках и дорогах могут появляться луговые или сорные растения. Повреждений древостоя, подроста и подлеска нет
2. Среднеизмененное состояние	Фитоценоз используется для рекреационных или лесохозяйственных работ. Растительный покров расположен неравномерно, распадается на группы. Они ограничены тропами, дорогами, вытопанными участками, которые занимают до трети общей площади. Травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы изменены вне дорог и троп, там появляются луговые и сорные виды. Подрост редок и появляется лишь местами. Имеются механические повреждения деревьев, подлеска и подроста
3. Сильноизмененное состояние	Фитоценоз находится под интенсивным рекреационным или лесохозяйственным воздействием. Растительный покров распадается на отдельные группы и размещен очень неравномерно. Более половины от общей площади фитоценоза занято тропами, дорогами или вытопанными участками. Подрост встречается редко, небольшими группами, с преобладанием лиственных в хвойных лесах. Виды, характерные для ненарушенного состояния, произрастают лишь у стволов деревьев. На остальной площади преобладают луговые и сорные растения. Значительно число механических повреждений деревьев, подроста и подлеска. Имеются участки со срубленными деревьями, пожоги. Появляются участки с нарушенным почвенным слоем



## *Ценоотические и экологические группы растений*

Виды, обладая разной численностью, обилием, биомассой, играют разную роль в жизни фитоценозов, т. е. имеют разную ценоотическую значимость. Сходные группы видов играют сходную роль в жизни фитоценозов и образуют *фитоценоотические группы* видов, или *фитоценоотипы*.

По принадлежности к разным типам растительности принято выделять лесные, луговые, степные, болотные растения, а также переходные группы: лесолуговые и лугово-лесные, лесостепные, лугово-степные, лугово-болотные и т. д.

К *лесным* относятся виды, произрастающие в различных лесных сообществах. Среди группы лесных можно выделить группы видов хвойных (бореальные виды) и лиственных лесов, темнохвойных и светлолиственных и т. д.

К *луговым* относятся виды, произрастающие в луговых сообществах. Принадлежность вида к той или иной группе определяется по определителям растений, биологическим характеристикам видов, специальным руководствам.

По приуроченности к местообитаниям с разными экологическими характеристиками выделяют *экологические группы* видов. Так, по отношению к фактору влажности выделяют *гигрофиты* – растения, обитающие во влажных местах, не переносящие дефицита влаги; *мезофиты* – растения средних условий увлажнения; *ксерофиты* – растения сухих и засушливых местообитаний, способные переносить почвенную и атмосферную засуху. По отношению к свету различают *сциофиты* – теневыносливые и тенелюбивые растения и *гелиофиты* – растения светолюбивые. Аналогичные экологические группы можно выделить и по отношению к другим факторам: температуре, характеристикам почвы и т.д. Для этого можно пользоваться руководствами и учебниками по экологии [5, 9, 16, 20].

Сравнение фитоценозов с разным эколого-фитоценоотическим составом видов позволяет, с одной стороны, оценить условия местообитания через характеристику видов, а с другой – проследить изменения в видовом составе фитоценозов при изменении условий местообитания.

## *Индексы сходства и различия*

Для сравнения сообществ используются индексы общности, учитывающие видовой состав и обилие видов. С помощью некоторых из них можно оценивать изменение видового разнообразия вдоль какого-либо градиента среды обитания.

Коэффициенты общности оценивают степень сходства объектов между собой и выражаются через собственно *коэффициенты сходства и различия*, которые основаны на данных по присутствию или отсутствию видов

в сообществе, поэтому для их использования чрезвычайно важно как можно полнее выявить видовой состав сравниваемых сообществ.

Наиболее простыми и распространенными показателями флористического сходства являются *коэффициент Жаккара* и *коэффициент Чекановского–Сьеренсена*.

Данные о степени общности ЖНП двух или нескольких изучаемых ППП, заложенных в одном или нескольких фитоценозах, можно получить на основании значений *коэффициента Жаккара*:

$$I_j = \frac{a}{a+b-c},$$

где  $a$  – число общих видов в двух сравниваемых растительных сообществах;

$b$  – число видов, имеющих только в первом растительном сообществе;

$c$  – число видов, имеющих только во втором растительном сообществе.

Коэффициент Жаккара может иметь значение от 1 до 100 % (или от 0 до 1).

*Индекс общности Чекановского–Сьеренсена:*

$$I_{СК} = \frac{2a}{(a+b)+(a+c)},$$

где  $a$  – число общих видов, присутствующих в двух сравниваемых растительных сообществах;

$b$  – число видов, имеющих только в первом растительном сообществе;

$c$  – число видов, имеющих только во втором растительном сообществе.

Чем выше значение коэффициента, тем больше сходство сравниваемых сообществ, при полном флористическом сходстве  $K = 100\%$  ( $=1$ ), если сравниваемые флористические списки совершенно различны,  $K = 1\%$  ( $=0$ ).

Вычисление коэффициентов сходства Жаккара и Сьеренсена–Чекановского производится в два этапа.

Сначала строятся матрицы общих видов попарно сравниваемых сообществ (табл. 3.12).

Затем вычисляются собственно коэффициенты, значения которых заносятся в аналогичную матрицу и анализируются (табл. 3.13).

Таблица 3.12

## Пример матрицы общих видов попарно сравниваемых сообществ

№ описаний	Оп. 1	Оп. 2	Оп. 3	Оп. 4
Оп. 1		5 видов	7 видов	4 вида
Оп. 2			2 вида	4 вида
Оп. 3				1 вид
Оп. 4				

Таблица 3.13

## Матрица показателей коэффициента Жаккара попарно сравниваемых сообществ

№ описаний	Оп. 1	Оп. 2	Оп. 3	Оп. 4
Оп. 1		5 видов	7 видов	4 вида
Оп. 2			2 вида	4 вида
Оп. 3				1 вид
Оп. 4				

*Фитоценоз, ассоциация и растительное сообщество*

В. Н. Сукачев указывал, что термин «фитоценоз» (растительное сообщество) можно применять и к конкретным участкам растительного покрова и для обозначения таксономических единиц различных рангов: ассоциации, формации, типа растительности и т. д.

Однако в соответствии с определением, данным В. Н. Сукачевым, термин «фитоценоз» применяется только к конкретным участкам растительного покрова с едиными характеристиками биотопа.

*Ассоциация* объединяет фитоценозы с одними и теми же видами каждого яруса и одной и той же тенденцией развития. Можно сказать, что фитоценоз и ассоциация так относятся друг к другу, как конкретное растение и вид этого растения. Иными словами, если все похожие фитоценозы однотипны, то в совокупности они представляют одну ассоциацию, или один тип леса.

Тип растительности – высшая таксономическая единица классификации растительного покрова. При выделении типов растительности принимают во внимание самые общие биологические и экологические особенности растений, образующих господствующий ярус растительного сообщества.

Наиболее известны зональные типы – тундровый, лесной, степной, пустынный и др., кроме того, выделяют интразональные типы растительности – луговой, болотный и др.

## Практические работы

### *Тема 1. Фитоценоз и его характерные признаки*

*Задание:* определить тип сообщества и дать ему правильное название.

*Оборудование:* рулетки 2 м, 25 м, шнур или лента оградительная 100 м, рамка 25 × 25 см (25 см<sup>2</sup>), рамка 1 × 1 м (1 м<sup>2</sup>), блокнот, карандаш, ручка.

*Ход работы*

1. Определить место закладки пробной площади (ПП).
2. Заложить пробную площадь 25 м<sup>2</sup> или 20 м<sup>2</sup>, ограничить ее шнуром (лентой оградительной).
3. Определить число надземных ярусов в изучаемом фитоценозе. Выделить ярусы древесного полога и травяного покрова.
4. Выявить виды, образующие древесный ярус, подсчитать количество экземпляров каждого вида древесных растений: сосны, кедра, пихты, березы и др. Определить доминирующий вид – эдификатор сообщества.
5. На территории в 25 м<sup>2</sup> (20 м<sup>2</sup>) найти разновозрастные экземпляры доминирующего вида древесных растений. Подсчитать количество взрослых и молодых экземпляров (высотой выше 1,5 м).
6. Выявить виды, образующие кустарниковый ярус, подсчитать количество экземпляров каждого вида кустарников: рябины, шиповника, жимолости и др. Определить доминирующий вид яруса.
7. Заложить не менее 5 учетных площадок (УП) величиной 1 м<sup>2</sup>, используя систематический или случайный метод.
8. На каждой УП подсчитать количество видов травянистых растений. Определить доминирующий (т. е. преобладающий по обилию) вид (виды), используя одну из шкал обилия видов (Браун-Бланке или Друде).
9. Найти организмы-симбионты (микоризные грибы, лишайники) и паразиты (трутовики, марьянники, короеды, листоеды и др.).
10. Найти следы деятельности человека на данное сообщество, оценить его состояние, используя табл. 3.5.
11. Внести полученные данные в бланк описания фитоценоза (см. приложение).
12. Дать название фитоценозу.

Полученные данные можно использовать для сравнения разных фитоценозов с применением коэффициентов видового разнообразия Жаккара или Чекановского–Сьеренсена.

## **Тема 2. Сравнительная характеристика фитоценозов с использованием коэффициентов видового разнообразия**

**Задание:** рассчитать коэффициенты видового разнообразия сравниваемых фитоценозов по одному из коэффициентов и объяснить наличие сходства или различия между фитоценозами.

**Оборудование:** списки видов высших растений, выявленные в сравниваемых фитоценозах, калькулятор.

### *Ход работы*

1. Подсчитать количество видов, выявленных в каждом из сравниваемых фитоценозов.

2. Подсчитать количество общих видов в парах фитоценозов, внести данные в табл. 3.12 (матрица общих видов).

3. Рассчитать коэффициенты сходства в парах сравниваемых фитоценозов по одной из формул (см. выше), заполнить табл. 3.13 (матрица показателей коэффициента сходства).

4. Сделать вывод о сходстве и различии сравниваемых фитоценозов, используя табл. 3.14.

Объяснить полученные данные.

*Таблица 3.14*

Показатели коэффициентов Жаккара для разных степеней общности

Степень общности	Коэффициент Жаккара
Нет соответствия	Меньше 0,2
Малое соответствие	0,2–0,65
Большое соответствие	0,65
Полное соответствие	1

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

### *Бланк описания участка растительного покрова*

Описание №: \_\_\_\_\_

Автор: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

Положение в рельефе: \_\_\_\_\_

Окружение: \_\_\_\_\_

Описываемая площадь (м х м): \_\_\_\_\_

Название сообщества (по доминантам основных ярусов): \_\_\_\_\_

## I. Описание древесного, кустарникового ярусов и подроста

Древесный и кустарниковый ярусы	Сомкнутость	Количественный состав
Древостой		Например: Сосна – 12 шт. Береза – 2 шт.
Подрост		
Подлесок		

## II. Описание живого напочвенного покрова

Травяно-кустарничковый ярус  
 проективное покрытие яруса, % \_\_\_\_\_  
 видовой состав:

Учетные площадки 1 м × 1 м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее по ПП
Виды	Проективное покрытие видов, %										
Орляк обыкновенный	-	-	50	30	-	35	10	5	-	-	13

Мохово-лишайниковый ярус  
 проективное покрытие яруса, % \_\_\_\_\_  
 видовой состав:

Учетные площадки 1 м × 1 м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее по ПП
Виды	Проективное покрытие видов, %										
Кукушкин лен обыкновенный	-	-	-	-	5	-	10	-	-		1,5

### Общие замечания:

Наличие следов деятельности человека и животных \_\_\_\_\_  
Наличие троп и вытоптаных участков \_\_\_\_\_  
Количество поломанных деревьев \_\_\_\_\_  
Суховершинные деревья \_\_\_\_\_  
Количество поломанных кустарников \_\_\_\_\_  
Сухие кустарники \_\_\_\_\_  
Трутовики на стволах \_\_\_\_\_  
Другие признаки: \_\_\_\_\_

## ИНДИКАЦИОННАЯ БОТАНИКА

*Индикационная ботаника (фитоиндикация)* – раздел биоиндикации, изучает отдельные виды растений или растительные сообщества в разных экологических условиях и позволяет дать оценку состоянию окружающей среды. Индикационную роль могут выполнять растения, их части, совокупности растений и растительные сообщества, а также процессы, происходящие в них. Растения являются наиболее удобными и доступными индикаторами, так как неразрывно связаны со своим местообитанием (ведут прикрепленный образ жизни), части растения чаще всего находятся в двух средах (наземно-воздушно-почвенной, наземно-воздушно-водной), способны накапливать вредное воздействие, а также при изменениях в окружающей среде способны проявлять реакцию (морфологические изменения частей растения). Индикационная роль отдельных растений основана на том, что каждый вид обладает определенными требованиями к условиям произрастания, т. е. определенной совокупностью факторов среды. Некоторые виды очень чутко реагируют на отдельные факторы. Так, табак очень восприимчив к концентрации озона в воздухе, листовая капуста чутко реагирует на содержание углеводов, злаки позволяют судить о присутствии тяжёлых металлов. Есть растения, выявляющие в атмосфере мутагены, т. е. вещества, способствующие изменениям генетической структуры [3]. Таким образом, растения каждого вида имеют свою экологическую амплитуду, в пределах которой могут существовать, и оптимальные значения экологических факторов, в наибольшей мере соответствующие их биологическим особенностям. Другими словами, наличие или отсутствие вида может говорить о соответствующем уровне определенного фактора или их совокупности.

Этот факт лежит в основе выделения *экологических групп* видов по отношению к каждому фактору среды. Здесь мы только перечислим основные экологические группы растений по отношению к основным факторам среды их обитания.

I. По отношению к *влажности* различают следующие основные группы растений.

1. Ксерофиты – растения, приспособившиеся к значительному постоянному или временному недостатку влаги в почве или в воздухе.

2. Мезофиты – растения, живущие в условиях достаточно умеренного увлажнения.

3. Гигрофиты – растения, обитающие при повышенной влажности атмосферы.

4. Гидрофиты – растения, приспособившиеся к водному образу жизни. В узком смысле гидрофитами называют только полупогруженные в воду растения, имеющие подводную и надводную части, или плавающие, т. е. живущие и в водной и в воздушной среде. Полностью погруженные в воду растения называют гидатофитами.

II. В процессе эволюции образовались виды растений, нуждающиеся в разных условиях освещения. Поэтому по отношению к *свету* выделяют три экологические группы растений:

1) гелиофиты – светлюбивые растения;

2) сциогелиофиты – теневыносливые растения;

3) сциофиты – тенелюбивые растения.

III. По отношению к *температуре* выделяют четыре экологические группы растений:

1) мегатермы – жаростойкие растения;

2) мезотермы – теплолюбивые, но не жаростойкие растения;

3) микротермы – нетребовательные к теплу растения, произрастающие в условиях умеренно холодного климата;

4) гекистотермы – особо холодостойкие растения. Последние две группы нередко объединяют в одну группу холодостойких растений.

IV. Разные виды растений неодинаково реагируют на *реакцию почвы* и с данной точки зрения разделяются на три экологические группы:

1) ацидофилы – растения, предпочитающие кислые почвы. Ацидофилами являются растения сфагновых болот, например сфагновые мхи, багульник болотный, кассандра, или болотный мирт, подбел, клюква; некоторые лесные и луговые виды, например брусника, черника, хвощ лесной;

2) базифилы – растения, предпочитающие почвы, имеющие щелочную реакцию. Базифилы произрастают на карбонатных и солонцовых почвах, а также на обнажениях карбонатных пород;

3) нейтрофилы предпочитают почвы с нейтральной реакцией. Однако многие нейтрофилы имеют широкие зоны оптимума – от слабокислой до слабощелочной реакции.

V. По отношению к содержанию в почве *элементов минерального питания* выделяют:

1) эутрофные – растения богатых плодородных почв;

2) мезотрофные – растут на почвах среднего плодородия;

3) олиготрофные – растения бедных, часто кислых почв.



VI. Растения, нуждающиеся в повышенном содержании в почве *азота*, – нитрофилы. По отношению к *содержанию солей* в почве: галофиты (приспособленные к высокому содержанию солей) и гликофиты (растения незасоленных почв).

VII. По отношению к некоторым *механическим свойствам грунта* и связанным с ними особенностям водного режима:

- 1) псаммофиты – растения песков;
- 2) литофиты – растения скального грунта.

Более подробную характеристику экологических групп растений можно найти в учебниках по экологии растений и на соответствующих учебных сайтах [2, 5, 10, 19, 20].

Темы практических работ, представленные в данном разделе, позволят познакомиться с методиками проведения работ по индикационной геоботанике учащимся школьных лесничеств.

## **Практические работы**

### ***Тема 1. Морфологические особенности иван-чая узколистного в разных условиях произрастания***

Цель занятия: изучить особенности изменения морфологических признаков иван-чая узколистного в разных условиях произрастания.

Место проведения: лесные участки, вырубки, гари и др.

Период проведения: июнь-июль.

Необходимые материалы и оборудование: ножницы, линейка, тетрадь.

*План*

#### 1. Теоретическая часть:

– морфологические особенности строения высших растений (формы листа, листорасположение, типы соцветий, типы плодов и др.);

– особенности строения, произрастания, экологии иван-чая узколистного;

– методика проведения работы.

#### 2. Практическая часть:

– подбор участков для сбора экземпляров иван-чая узколистного (для проведения сравнительной характеристики необходимо подобрать не менее 2 участков для сбора материала);

– сбор полевого материала (с каждой площадки необходимо собрать не менее 20 экз.);

– проведение измерений (у каждого экземпляра измеряются: высота растения, количество листьев и их длина, количество соцветий на побеге и их диаметр);

– заполнение форм и проведение анализа полученных результатов.

*Примечание.* Данная работа может быть проведена с использованием и других видов (лапчатка гусиная, кровохлебка лекарственная, сныть обыкновенная, клевер люпиновидный и др.).

## **Тема 2.** Влияние антропогенной нагрузки на хвою сосны обыкновенной

Цель занятия: оценить влияние антропогенной нагрузки на хвою сосны обыкновенной.

Место проведения: лесные участки, скверы, парки, лесопарки и др.

Период проведения: круглогодично.

Необходимые материалы и оборудование: линейка, тетрадь, миллиметровая бумага, калькулятор.

### *План*

#### 1. Теоретическая часть:

- изучение морфологических особенностей хвойных растений;
- особенности строения, произрастания, экологии сосны обыкновенной;
- методика проведения работы.

#### 2. Практическая часть:

– подбор участков для сбора хвои сосны обыкновенной (для проведения работы необходимо подобрать не менее 2 участков для сбора материала – с высокой и низкой антропогенной нагрузкой).

– сбор полевого материала (на каждой площади подобрать не менее 5 деревьев; с каждого дерева и с каждого годового прироста необходимо отобрать не менее 10 пар хвоинок – сбор хвоинок производится за последние 3 года) (рис. 3.8);

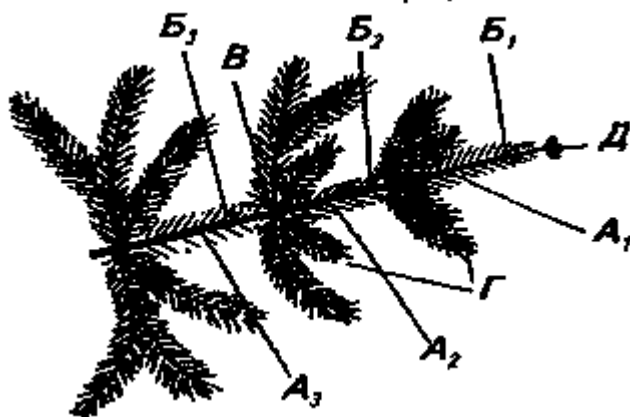
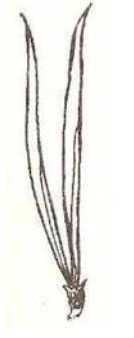
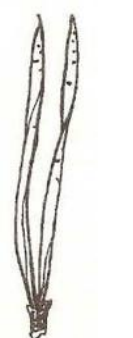

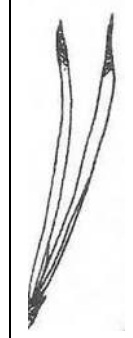




Рис. 3.8. Части ветви хвойного дерева, служащие биоиндикаторами:  
A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> – осевые побеги первого, второго, и третьего года; B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> – хвоя первого, второго и третьего года; B – мутовка; Г – боковые побеги; Д – почки

– проведение измерений (у собранных пар хвоинок измеряется длина и ширина каждой хвоинки, определяется класс усыхания и класс повреждения), данные внести в табл. 3.15;

## Степень повреждения и усыхания хвои сосны обыкновенной

Внешний вид хвоинок						
Класс усыхания	I Нет сухих участков			II Усох кончик на 2–5 мм	III Усохла 1/3 хвоинки	IV Усохла вся хвоинка или большая часть
Класс повреждения	1 (без пятен)	2 (небольшое число мелких пятен)	3 (большое число мелких и больших пятен)			

– проведение расчетов (в том числе рассчитывается индекс флуктуирующей асимметрии);

– заполнение форм и проведение анализа полученных результатов.

*Примечание.* Данную работу лучше проводить на двух контрастных участках – например деревья отбираются возле дороги и в лесу. Количество деревьев и собираемых пар хвоинок можно увеличивать. При необходимости хвою можно собирать за какой-то конкретный период времени (со всех деревьев будет собираться 2-летняя хвоя).

### Тема 3. Изучение увлажнения почвы по строению корневой системы одуванчика лекарственного

Цель занятия: изучить увлажнение почвы по морфологическому строению корневой системы одуванчика лекарственного.

Место проведения: скверы, лесные участки, парки, лесопарки, дендросады, пустыри, тропы, дороги и т.д.

Период проведения: июнь-июль.

Необходимые материалы и оборудование: лопата, лупа, тетрадь.

### *План*

#### 1. Теоретическая часть:

- морфологические и анатомические особенности строения одуванчика лекарственного;
- местообитание и экологические особенности произрастания одуванчика лекарственного;
- методика проведения работы.

#### 2. Практическая часть:

- подбор участков для отбора экземпляров одуванчика лекарственного;
- полевые работы (на каждом участке выкапывается не менее 5 экз. одуванчика лекарственного);
- в лабораторных условиях необходимо корни промыть и измерить у каждого экземпляра длину главного корня; толщину главного корня; число боковых корней первого порядка; длину и толщину боковых корней; определить наличие боковых корней второго порядка и их выраженность;
- данные занести в таблицу и провести их анализ.

*Примечание.* Участки, на которых будут отобраны экземпляры одуванчика лекарственного, должны находиться на разных типах рельефа. При отборе экземпляров для работы следует учесть их морфологические особенности – количество листьев в прикорневой розетке, их размер и т.д.

### ***Тема 4. Оценка хозяйственной пригодности почв для выращивания культурных растений***

Цель занятия: оценить по видам-индикаторам хозяйственную пригодность почв для выращивания культурных растений

Место проведения: лесные участки, луговые участки скверы, парки и т. д.

Период проведения: июнь-август.

### *План*

#### 1. Теоретическая часть:

- виды – индикаторы загрязненности почв. Разнообразие. Экология и местообитание;
- особенности выращивания культурных растений;
- методика работы.

#### 2. Практическая часть:

- подбор объектов, на которых будет проводиться анализ загрязненности почв;
- закладка площадей для проведения анализа (определение видового состава, проективного покрытия);

- проведение анализа полученных результатов;
- подготовка рекомендаций для посадки культурных видов.

Индикационной ролью обладают не только отдельные виды растений, но и их совокупности, а иногда и сообщества. Так, степень антропогенной нагрузки на лес, если не происходит изменение верхнего яруса (древостоя), можно оценивать по изменению численности видов травяно-кустарничкового яруса, в частности по изменению соотношения лесных, луговых и сорных видов. По одной из классификаций [15], выделяется 5 стадий дигрессии (изменения леса под влиянием антропогенной нагрузки) лесных экосистем.

1 стадия. Дорожно-тропиночная сеть слабо выражена, значительных изменений растительности не происходит.

2 стадия. Дорожно-тропиночная сеть занимает 5–10 %.

3 стадия. Дорожно-тропиночная сеть занимает 20–30 %.

4 стадия. Дорожно-тропиночная сеть занимает около 50 %, происходит исчезновение лесных видов, уменьшение их проективного покрытия, идет внедрение луговых и сорных видов.

5 стадия. Дорожно-тропиночная сеть занимает 90 %, преобладает луговая и сорная растительность.

В сосняках существуют три типа деградации растительных группировок: с преобладанием спорыша (птичьей гречишки) в сухих местообитаниях; с преобладанием подорожника большого во влажных местообитаниях; с образованием олуговелых сообществ при доминировании овсяницы овечьей.

### *Тема 5. Оценка влияния антропогенной нагрузки на лесные насаждения*

Цель занятия: оценить влияние антропогенной нагрузки на лесные насаждения.

Место проведения: лесной массив.

Период проведения: июль.

Необходимые материалы и оборудование: рамка размером 50×50 см, тетрадь, шпагат.

*План*

1. Теоретическая часть:

- видовое разнообразие лесной растительности. Виды – индикаторы лесных фитоценозов;
- синантропные растения. Видовое разнообразие, экология, особенности строения, адаптация;
- методика проведения работы.

## 2. Практическая часть:

– подбор участков для закладки пробных площадей (для проведения работы необходимо подобрать не менее 2 участков для закладки пробных площадей размером 20×20 м);

– проведение полевых работ (на каждой пробной площади закладывается не менее 10 учетных площадок размером 50×50 см. На каждой учетной площадке определяются видовой состав, проективное покрытие, обилие видов, принадлежность к эколого-ценотическим группам);

– проведение камеральной обработки данных (подсчитывается процентное отношение синантропных видов к общему количеству видов на площади);

– проведение анализа полученных результатов.

*Примечание.* При проведении работ следует обращать внимание на степень уплотнения почвы и виды растений, произрастающих на ней, а также на их особенности (например розеточное расположение листьев).

## ***Тема 6. Изучение особенностей строения сорной растительности***

Цель занятия: познакомиться с составом и особенностями строения сорных растений.

Место проведения: скверы, парки, лесопарки, дендросады, пустыри, тропы, дороги и т. д.

Период проведения: июнь-июль.

### *План*

#### 1. Теоретическая часть:

– морфологические особенности строения высших растений;  
– видовое разнообразие сорных растений, особенности строения, адаптация;

– методика проведения работы.

#### 2. Практическая часть:

– подбор участков для проведения описания растительности;  
– маршрутным методом описываются растения на участках (отмечается видовой состав, проективное покрытие на площади, особенности во внешнем строении и местоположение, отбираются образцы для гербаризации);

– оформление растений в гербарий;

– анализ полученных данных.

*Примечание.* По итогу работы формируется список видов сорных растений и гербарий.

## *Тема 7. Определение типа леса по растениям-индикаторам*

Цель занятия: определить тип леса по растениям-индикаторам.

Место проведения: лесные участки.

Период проведения: июнь-июль.

Необходимые материалы и оборудование: тетрадь, шпагат.

### *План*

#### 1. Теоретическая часть:

– структура лесных насаждений. Виды-эдификаторы;

– типы леса;

– методика проведения работ.

#### 2. Практическая часть:

– подбор участков для определения типа леса;

– закладка пробной площади размером 20×20 м на наиболее типичном участке леса;

– определение состава древесной растительности и определение видов-эдификаторов;

– определение травянистой растительности. Определение видов-доминантов;

– составление таблицы с указанием видового разнообразия растительности на пробной площади;

– анализ полученных результатов.

## *Тема 8. Картирование местообитаний сорной растительности*

Цель занятия: подготовить картирование сорных видов.

Место проведения: лесные участки, скверы, парки, населенные пункты и т. д.

Период проведения: июнь-август.

Необходимые материалы и оборудование: тетрадь, навигатор (электронные карты/печатные карты).

### *План*

#### 1. Теоретическая часть:

– сорные виды. Местообитание и экология;

– картирование. Особенности проведения картирования растительности;

– методика работы.

#### 2. Практическая часть:

– подбор объектов, на которых будет проводиться картирование сорных видов;

– проведение картирования сорных видов на площадях (при нахождении видов на карте фиксируются точки нахождения видов и отмечается проективное покрытие изучаемого сорного вида);

– проведение анализа полученных результатов.

*Примечание.* Для картирования можно взять ядовитые растения, а также можно отмечать и краснокнижные виды.

**Тема 9. Определение коэффициентов сходства и различия между растительными сообществами на различных типах антропогенно нарушенных земель**

Цель занятия: определить коэффициенты сходства и различия между растительными сообществами на различных типах антропогенно-нарушенных земель.

Место проведения: лесные участки, населенные пункты, пустыри, карьеры, отвалы луговые участки, скверы, парки и т. д.

Период проведения: июнь-август.

*План*

1. Теоретическая часть:

– видовое разнообразие высших растений. Особенности произрастания;

– классификация антропогенно нарушенных земель;

– методика работы.

2. Практическая часть:

– подбор участков для закладки пробных площадей (для проведения работы необходимо подобрать не менее 2 разных антропогенно-нарушенных участков для закладки пробных площадей размером 20×20 м);

– проведение полевых работ (на каждой пробной площади закладывается не менее 10 учетных площадок размером 50×50 см. На каждой учетной площадке определяются видовой состав, проективное покрытие, обилие видов, принадлежность к эколого-ценотическим группам);

– расчет коэффициентов Жаккара и Чекановского–Сьеренсена;

– анализ полученных результатов.

### Список источников

1. Алехин В. В. Наши поемные луга. – М.; Л., 1925. – 122 с.

2. Березина Н. А., Афанасьева Н. Б. Экология растений. – М.: Академия, 2009. – 400 с.

3. Биоиндикация и биологический мониторинг. – URL: [ecodelo.org/taxonomy/term/286/all](http://ecodelo.org/taxonomy/term/286/all)



4. Воронов А. Г. Геоботаника : учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов. – М.: Высшая школа, 1973. – 484 с. – URL: [https://library.tou.edu.kz/fulltext/transactions/3366\\_voronov\\_a.g\\_geobotanika.pdf](https://library.tou.edu.kz/fulltext/transactions/3366_voronov_a.g_geobotanika.pdf)
5. Горышина, Т. К. Экология растений : учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1979. – 368 с.;
6. Емельянова О. Ю., Цой М. Ф., Масалова Л. И. Фенологические наблюдения как основа формирования базы данных феноспектров древесных растений // Овощи России. – 2020;(6):77-84. – URL: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-77-84>)
7. Иллюстрированный определитель растений Средней России / И. А. Губанов, К. В. Киселёва, В. С. Новиков, В.Н. Тихомиров, 2002–2004. – URL: <https://obuchalka.org/20210425131723/illustrirovannii-opredelitel-rastenii-srednei-rossii-tom-1-gubanov-i-a-kiseleva-k-v-novikov-v-s-tihomirov-v-n-2002.html>
8. Компьютерный цифровой атлас – определитель травянистых растений средней полосы европейской части России по цветкам («Определитель цветов»). – URL: <http://ecosystema.ru/04materials/ventana/index.htm>
9. Культиасов И. М. Экология растений. – М.: Изд-во Московского университета, 1982. – 384 с. – URL: <https://nashaucheba.ru/v17831/>
10. Курс лекций по дисциплине «Экология растений». – URL: <http://window.edu.ru/resource/609/47609>
11. Новиков В. И., Губанов И. А. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения. – М.: Просвещение ; Дрофа, 2008. – URL: <https://obuchalka.org/20210425131723/illustrirovannii-opredelitel-rastenii-srednei-rossii-tom-1-gubanov-i-a-kiseleva-k-v-novikov-v-s-tihomirov-v-n-2002>
12. Фирсов Г. А., Фадеева И. В., Булыгин Н. Е. Парк и дендрарий Санкт-Петербургской лесотехнической академии как научный центр биологической и экологической фенологии // Промышленная ботаника. – 2009. – Вып. 9. – С. 48–55.
13. Плантариум: атлас – определитель растений России. – URL: <https://www.plantarium.ru/page/find.html>
14. Понятовская В. М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // Полевая геоботаника. – Т. 3. – М.:Л., 1964. – С. 209–237. – URL: <https://docplayer.com/66619541-Geobotanika-i-resursovedenie.html>
15. Репшас Э. А., Палишкис Е. Е. Дигрессия и экологическая емкость лесов рекреационного назначения // Лесоведение. – 1983. – № 1. – С. 3–10.
16. Степановских А. С. Общая экология: учебник для вузов. – М.: Энци-Дата, 2001. – 703 с. – URL: <https://ekolog.org/books/27/>
17. Сукачев В. Н., Зонн С. В. Общие принципы и программа изучения типов леса: метод. указания к изучению типов леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 9–75.

18. Общая фенология и методы фенологических исследований: учеб. пособие для студентов геогр.-биол. фак. / авторы-сост.: О. В. Янцер, Е. Ю. Терентьева. – Екатеринбург: Изд-во УрГПУ, 2013. –218 с. – URL: [https://botanikaufu.ucoz.ru/load/goryshina\\_t\\_k\\_ekologija\\_rastenij/1-1-0-6](https://botanikaufu.ucoz.ru/load/goryshina_t_k_ekologija_rastenij/1-1-0-6)

19. Фардеева М. Б., Шафигуллина Н. Р. Экология растений и методы фитоиндикации: учеб. пособие к теоретическим и практическим занятиям. – Казань: Казан. фед. ун-тет, 2018. – URL: [https://kpfu.ru/staff\\_files/F107118687/Methodichka\\_EKR\\_bioindikaciya6.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F107118687/Methodichka_EKR_bioindikaciya6.pdf)

20. Шилов И. А. Экология: учебник. – М.: Юрайт, 2011. 512 с. – URL: <http://www.cdodd.ru/storage/files/2/7460.pdf>

21. Янцер О. В. Общая фенология и методы фенологических исследований в школе: практические и самостоятельные работы : учеб.-метод. пособие для студентов по направлению «Педагогическое образование». – Екатеринбург : Раритет, 2018. – 114 с.





## 4. ДЕНДРОЛОГИЯ

### Программа и методика исследовательской работы

На Урале и в Западной Сибири основным зональным типом растительности является лес, где доминирующая роль принадлежит древесным растениям, которые слагают здесь как основной ярус, так и ярус подлеска, принимают широкое участие в образовании живого напочвенного покрова.

Знание биологических и экологических особенностей лесообразующих видов служит основой для проведения научно обоснованных мероприятий по повышению продуктивности лесов, усилению их защитных и средообразующих свойств и созданию новых лесов из хозяйственно ценных, быстрорастущих и устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды местных видов и интродуцентов. В этом большая роль отводится, как базовой дисциплине, дендрологии.

Дендрология (от греческого *dendron* – дерево и *logos* – слово, учение) – раздел ботаники, изучающий древесные растения: их внешнее и внутреннее строение, таксономическое положение, внутривидовую изменчивость и филогенез, физиологию, экологию, географическое распространение и хозяйственное значение.

К древесным относятся многолетние семенные растения различных систематических групп, для которых характерны:

- одревеснение, лигнификация клеточных оболочек;
- вторичный рост стебля и корня, связанный с активной деятельностью камбия (исключение составляют представители однодольных);
- крона, состоящая у большинства видов древесных растений из совокупности ветвей, удлиненных и укороченных побегов;
- кора и корка;
- многократное цветение и плодоношение в течение жизни (исключением являются монокарпические растения, которые цветут и плодоносят раз в жизни, после чего обычно погибают, – некоторые виды пальм, бамбуков и др.);
- накопление огромной биомассы.

По своему внешнему облику (габитусу) древесные растения подразделяются на пять основных жизненных форм: деревья, кустарники, кустарнички, полукустарники и лианы. Жизненная форма растений является отражением их образа жизни, приспособленности к условиям среды.

*Дерево* – растение с четко выраженным главным стеблем – стволом, сохраняющимся в течение всей жизни растения, и кроной. Крона – совокупность ветвей вместе с соответствующим участком ствола. По своему происхождению данная жизненная форма у древесных растений наиболее древняя.

*Кустарник* – растение, у которого главный ствол хорошо заметен лишь в первые годы жизни. Затем он теряется среди равных ему новых стволиков, образующихся из спящих почек у основания побегов. Кустарники, вероятно, возникли в ходе эволюции из деревьев в результате приспособления к неблагоприятным условиям (засуха, низкие температуры).

*Кустарничек* – низкорослое растение (от 5–7 до 50–60 см) с сильно ветвящимися побегами, обычно не имеющее явно выраженного главного осевого побега. Сильно разрастаясь благодаря стелющимся и укореняющимся побегам (клюква) или длинным корневищам (черника), кустарнички образуют долгоживущие клоны. Кустарнички преобладают в растительном покрове тундр, иногда образуют сплошной ярус в хвойных лесах, на сфагновых болотах, в высокогорьях.

*Полукустарник* – полудревесное растение, у которого верхние части ежегодно остаются травянистыми и отмирают. Одревесневают и сохраняются лишь приземные, базальные части побегов. Полукустарники растут главным образом в засушливых, аридных областях (некоторые виды полыни, астрагалы, дроки, солянки и др.).

*Лианы* – растения с длинными, гибкими, неспособными сохранять вертикальное положение стеблями. Для своего роста в высоту нуждаются в опоре, в качестве которой используют другие растения, скалы, постройки и пр. Больше всего видов лиан встречается во влажных тропических лесах. У нас в диком виде встречается лишь один вид лианы – княжик сибирский.

### ***Тема 1. Изучение аборигенной дендрофлоры***

Исследование проводится маршрутным методом. Направление маршрутов выбирается таким образом, чтобы охватить все встречающиеся на территории лесничества, лесхоза условия местопроизрастания (от уреза воды реки, озера до самого высокого места, разнообразные типы болот и т. д.). При прохождении маршрутов собирается гербарий древесных растений с точным указанием места нахождения растения. Весьма желательно при этом фотографирование растений.

Изучение видового разнообразия аборигенной дендрофлоры для повышения интереса детей лучше проводить в виде комплексных 2–3-дневных экспедиций, посвященных исследованию флоры и фауны района. Итоговой работой подобных экспедиций может быть отчет, составленный на основе анализа данных полевых дневников.

## *Тема 2. Изучение итогов интродукции древесных растений*

Под *интродукцией* (от лат. *introduction* – введение) понимается целенаправленная деятельность человека по введению в культуру в данном естественно-историческом районе, где они ранее не произрастали, новых родов, видов, сортов и форм растений.

Интродуцированные растения называются интродуцентами, или экзотами, в свою очередь, местные – аборигенными, или автохтонными.

Интродукция как деятельность человека своими корнями уходит в глубокую древность, она ровесница земледелия и всегда предшествовала началу культивирования того или иного растения. Современное разнообразие культивируемых растений – результат осуществлявшейся на протяжении тысячелетий интродукции растений. Ярким примером интродукции в древности может служить завоз древними египтянами декоративных растений из страны Пунт (территория современной Эфиопии) с последующим их выращиванием в дворцовых и храмовых садах.

Интродукция – это практическая деятельность человека, связанная с конкретными утилитарными задачами. В целом интродукционная деятельность человека в настоящее время направлена на обогащение видового, сортового и формового разнообразия культивируемых видов растений, а также на сохранение генофонда растительного мира в искусственных резерватах (ботанических садах, арборетумах и т.д.).

Интродуценты, культивируемые вне своего естественного первичного ареала, часто попадают в новые для них условия окружающей среды (на поверхности планеты в принципе нет двух мест с буквально сходными почвенно-грунтовыми и природно-климатическими условиями), к которым они должны приспособиться, акклиматизироваться.

*Акклиматизация* – суммарная реакция интродуцированных растений на изменившиеся условия, которая позволяет им закрепиться в новом месте произрастания, адаптироваться к местным условиям среды.

Растения считаются акклиматизировавшимися, когда они цветут, плодоносят и дают всхожие семена, что позволяет нам получить растения из семян местной репродукции.

Некоторые акклиматизировавшиеся виды способны размножаться и формировать устойчивые популяции в районе интродукции, входить в состав природной флоры новой родины, возобновляясь без помощи человека.

Этот процесс «дичания», спонтанного вхождения в состав растительных сообществ района интродукции называется *натурализацией*.

Натурализация интродуцентов свидетельствует об их полной акклиматизации в новых для них условиях и чаще всего происходит на антропогенно нарушенных территориях. Поэтому количество натурализовавшихся видов может служить оценкой степени деградации растительных сообществ.

Как явление натурализация может быть оценена как положительно, так и отрицательно. В случаях, когда интродуценты занимают свободные экологические ниши и не конкурируют с аборигенными видами, их натурализация приводит к обогащению видового разнообразия растений, например в лесопарковой зоне крупных городов. Так, в лесопарках г. Екатеринбурга в сосновых лесах ярус подлеска выражен слабо. И широко распространившиеся в подлеске и нижнем ярусе древостоя кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus*) и яблоня ягодная (*Malus baccata*), не конкурируя с аборигенными рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) и калиной обыкновенной (*Viburnum opulus*), которые встречаются сравнительно редко, существенно повышают эстетические и санитарно-гигиенические свойства насаждений.

Отрицательная сторона натурализации связана с тем, что многие натурализовавшиеся виды с увеличением антропогенного пресса на растительные сообщества начинают вытеснять аборигенные виды и занимать ключевые экологические ниши в природных сообществах, содействуя дальнейшей их деградации. Подобное активное распространение чужеродных видов получило название *инвазии*. Наиболее ярким примером типичного инвазионного вида является клен ясенелистный (*Acer negundo*). Данный вид встречается не только как типичный сорняк в урбанизированных условиях, но и активно расселяется, например, в поймах рек и в лесных культурах. Так же себя ведет в Волго-Ахтубинской пойме ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica*), который иногда в пойменных лесах вытесняет иву белую (*Salix alba*). Практически в сорные растения превратились ирга колосистая (*Amelanchier spicata*) и облепиха (*Hippophaë rhamnoides*). Последнюю можно встретить по нарушенным территориям в Западной Сибири до северных границ средней тайги. На черноморском побережье Кавказа нежелательными являются целые рода древесных растений, таких как *Amorpha* и *Pueraria*. Все возрастающее число инвазионных видов растений представляет в настоящее время угрозу для исходного биоразнообразия отдельных регионов.

Общий ущерб от инвазионных видов различных групп живых организмов составляет в настоящее время порядка 5 % мировой экономики. В нашей стране 52 наиболее злостных и широко распространенных инвазионных вида растений, включая 9 видов древесных, занесены в Черную книгу флоры Средней России.



Работа по изучению итогов интродукции древесных растений осуществляется в несколько этапов.

Первый этап – установление видового состава аборигенной дендрофлоры (см. тему 1). Итогом является список аборигенных видов древесных растений данного региона с указанием их жизненных форм (деревья 1-й, 2-й и 3-й величины; кустарники высокие, средние, низкие; кустарнички и лианы).

Второй этап – установление видового состава интродуцированных видов древесных растений.

Работа проводится маршрутным методом с последовательным обходом улиц, парков, скверов, приусадебных и дачных участков, а также лесных массивов зеленой зоны населенных пунктов. При обследовании территории отмечаются все виды встреченных древесных растений как аборигенных, так и интродуцированных. Для интродуцентов отмечается не только жизненная форма, но и категории: акклиматизировалось растение или нет, натурализовалось, инвазивный вид. Отмечается примерный процент встречаемости интродуцированных видов по сравнению с таковым аборигенных.

Итогом второго этапа является сводная ведомость (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Сводная таблица

(Примерная схема)

№ п/п	Вид, русское и латинское название	Жизненная форма	Ареал вида	Интродуцент			Где найден (улица, сквер и т. д.)
				акклиматизировался	натурализовался	инвазивный вид	
Семейство сосновые (Pinaceae)							
1.	Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris)	Д I	От лесотундры до степных боров РФ				Зеленая зона, иногда в парках
2.	Сосна горная (P. mugo)	ДII-III, стланик или кустарник	Горы Центральной и Южной Европы	Да			Дачные участки, редко

Третий этап – камеральный. Подводятся итоги по анализу данных сводной ведомости. Указывается общее количество интродуцированных видов древесных растений по семействам, родам, их происхождение, жизненная форма, сколько видов натурализовалось и сколько видов можно отнести к инвазионным. Определяется процент участия интродуцентов в озеленение населенного пункта. Какие виды доминируют, какие встречаются единично. Где больше всего встречается интродуцентов: в парках, скверах, улицах населенного пункта, на приусадебных и дачных участках. Особо отмечаются обилие экземпляров инвазионных видов и их локализация, происхождение основной массы интродуцентов. И как итог – перспективность использования интродуцированных видов древесных растений. Меры борьбы с инвазионными видами.

### *Тема 3. Изучение внутривидовой изменчивости древесных растений и отбор наиболее перспективных форм*

Под внутривидовой изменчивостью древесных растений понимается проявление разнокачественности однотипных признаков и свойств между индивидуумами одного вида.

Совокупность особей одного вида, отличающаяся от всех остальных каким-либо одним или несколькими признаками, называется формой. Например, красношишечная форма ели сибирской – совокупность деревьев ели, у которых женские колоски красного цвета.

Для работы со школьниками наиболее доступными, простыми и удобными являются работы по изучению изменчивости дикорастущих плодово-ягодных растений по качеству их плодов, а также отбору в природе декоративных форм аборигенных видов древесных растений.

Изучение изменчивости плодово-ягодных растений (калина, смородина, рябина, жимолость алтайская, черемуха, шиповник) по размеру и качеству плодов проводится в естественных зарослях этих видов. Собираются плоды, определяются их средние размеры, вес и вкусовые качества. Те экземпляры растений, плоды которых отличаются своими вкусовыми качествами и размерами, становятся объектами последующего отбора и размножения.

Большинство декоративных форм (плакучие, извилистые, колонновидные, карликовые и т.д.) используемых в озеленении деревьев и кустарников являются потомками найденных и отобранных в природе растений, отличающихся теми или иными декоративными, с точки зрения человека, признаками.

Отбор декоративных форм древесных растений может производиться одновременно с изучением состава аборигенной дендрофлоры или во время специальных поисковых исследований.

Где искать декоративные формы? Это речная пойма – здесь мы можем найти всевозможные формы ив. На болотах и сухих крутосклонах можно отыскать карликовые формы хвойных, среди зарослей можжевельника отобрать древовидные колонновидные формы, напоминающие миниатюрные кипарисы, а также распростертые и подушкообразные экземпляры. Очень интересные формы по окраске хвои, строению кроны, характеру ветвления можно отыскать среди деревьев наших основных лесобразующих видов. Особый интерес представляют так называемые «ведьмины метлы», которые также могут быть основой получения карликовых декоративных форм деревьев.

Все отобранные формы должны быть обязательно подробно описаны, сфотографированы, места их нахождения отмечены на картах, схемах, планах, собран гербарий.

#### *Тема 4. Разработка приемов и методов размножения отобранных форм древесных растений*

Все отобранные в природе формы растений могут быть широко использованы в практике хозяйственной деятельности человека лишь тогда, когда они размножены. При этом необходимо помнить, что для сохранения признаков отобранных растений размножать их нужно вегетативно.

Наиболее распространенным способом вегетативного размножения древесных растений является размножение стеблевыми черенками. Для многих видов это самый эффективный способ массового размножения.

Стеблевые черенки в зависимости от степени их вызревания могут быть зелеными (летними) или одревесневшими (зимними). Зелеными считаются черенки, заготовленные из полуодревесневших побегов, которые еще не закончили или только что закончили рост. Этот способ широко используется при размножении большинства плодовых и декоративных культур. Одревесневшие черенки заготавливают из закончивших рост побегов лучше всего ранней весной, до набухания почек. Декоративные формы осины, например колонновидные, хорошо размножаются корневыми черенками.

Для заготовки черенков рекомендуется брать среднерослые боковые побеги с хорошо освещенной части кроны. Побеги режут на черенки с двумя-четырьмя междоузлиями.

Интенсивное корнеобразование у черенков, особенно зеленых, происходит при температуре воздуха и субстрата 21–24 °С, влажности воздуха 80–100 %. Такие условия можно создать лишь в теплицах или парниках. В открытом грунте хорошо размножаются одревесневшими черенками лишь относительно небольшая группа видов: смородины, ивы, тополя, спиреи, свидина и некоторые другие.

В условиях школьного лесничества самым удобным и дешевым вариантом, вероятнее всего, будет проведение опытов по укоренению черенков отборных форм в парниках. Все опыты закладываются как минимум в 3-кратной повторности. Например, вариант первый – предварительное замачивание черенков в течение суток в воде (этот вариант можно взять в качестве контрольного), вариант второй – замачивание в растворе гетероауксина определенной концентрации, вариант третий – замачивание в растворе определенной концентрации индолилмасляной кислоты. Вариантов опыта может быть несколько в зависимости от продолжительности замачивания в воде и концентрации стимуляторов.

При замачивании в растворах стимуляторов нужно помнить о том, что черенки в этом случае погружаются в раствор лишь своей нижней частью (не более 2–2,5 см) и на срок не более суток. Из нескольких способов предварительной подготовки черенков в результате анализа опытов определяется самый оптимальный для массового размножения конкретной формы.

Отобранные декоративные формы хвойных размножают прививками на соответствующие виды древесных растений (исключение составляют формы можжевельника – они хорошо размножаются летними зелеными черенками). Декоративные формы кедра сибирского можно прививать на сосну обыкновенную.

При планировании опытов по размножению прививками отобранных форм хвойных нужно учесть место заготовки черенков в кроне дерева, возраст маточного дерева, возраст подвоя, время прививок, способы прививок, сроки и способы ухода за прививками.

Прививки осуществляются в весеннее время на 3–5-летние подвои. В зависимости от толщины прививаемых черенков и подвоя могут быть применены те или иные приемы прививок: камбием на камбий, сердцевинной на камбий и в расщеп – широко применяемые при прививках хвойных. Лучше всего прививки удаются в тепличных условиях.

### *Тема 5. Составление проекта учебно-опытного дендрария и его исполнение в натуре*

Дендрарий (от греческого *dendron* – дерево), или арборетум (от латинского *arbor* – дерево), дендрологический сад – земельный участок, на котором размещена коллекция древесных растений, выращиваемая в открытом грунте. Дендрарии имеют научное, учебно-просветительское и опытно-производственное значение. При школьных лесничествах дендрарии создаются как учебно-просветительские и опытно-производственные подразделения, решающие задачи интродукции древесных растений и отбора наиболее перспективных видов, форм древесных растений для использования в практике лесного хозяйства, озеленения, защитного лесоразведения, рекультивации нарушенных земель и садоводства.

Дендрарии проектируются в форме ландшафтного или регулярного парка с географическим или систематическим принципом размещения коллекции растений. Растения высаживаются, как правило, одно- или многовидовыми биогруппами с учетом их декоративных свойств и качеств.

По своей структуре любой дендрарий состоит из нескольких участков.

#### 1. Коллекционный участок.

При размещении растений по географическому принципу коллекционный участок может состоять из следующих отделов:

- дендрофлора Дальнего Востока;
- дендрофлора Западной и Восточной Сибири;
- дендрофлора Европы;
- дендрофлора Северной Америки;
- аборигенная дендрофлора.

При систематическом принципе размещения растений участок разбивается на блоки, где высаживаются растения одной систематической группы. Например, виды рода *Pinus* семейства *Pinaceae* и т. д.

#### 2. Интродукционный и репродукционный питомники.

Интродукционный питомник предназначен для выращивания и размножения коллекционных растений для посадки в экспозиции; задачей репродукционного питомника является выращивание посадочного материала для производственных нужд.

#### 3. Сад аббераций, или формовой сад.

Коллекция растений с внешним обликом, резко уклоняющимся от типичного для данного вида. Например плакучие, змеевидные и конические формы ели, краснолистные и пестролистные формы барбариса и свидины и т. д.

Если есть такая возможность, то для украшения дендрария, повышения его декоративности можно создать водоем с коллекцией водных и околоводных растений, разбить цветники.

В территорию дендрария могут входить прилегающие участки естественных лесных массивов как основа для коллекции аборигенных видов. Для обеспечения охраны посадок дендрария последний должен проектироваться на площадях, прилегающих к конторе лесхоза, лесничества или к лесным питомникам.

Для условий Среднего Приобья можно порекомендовать следующий ассортимент видов.

### **Отдел дендрофлоры Дальнего Востока**

Сем. *Cupressaceae* – кипарисовые

*Microbiota decussata* – микробиота перекрестнопарная

Сем. *Pinaceae* – сосновые

*Abies nephrolepis* – пихта белокорая

*Larix kamtschatica* – лиственница камчатская

*Larix leptolepis* – лиственница японская  
*Picea ajanensis* – ель аянская  
*Pinus koraiensis* – сосна корейская, кедр корейский  
 Сем. Aceraceae – кленовые  
*Acer ginnala* – клен гиннала, приречный  
 Сем. Berberidaceae – барбарисовые  
*Berberis amurensis* – барбарис амурский  
 Сем. Betulaceae – березовые  
*Betula ermanii* – береза каменная  
*Corylus heterophylla* – лещина разнолистная  
*Corylus mandshurica* – лещина маньчжурская  
 Сем. Caprifoliaceae – жимолостные  
*Lonicera chrysantha* – жимолость золотистая  
*Lonicera edulis* – жимолость съедобная  
*Sambucus kamtschatica* – бузина камчатская  
*Viburnum sargentii* – калина Саржента  
 Сем. Ericaceae – вересковые  
*Rhododendron camtschaticum* – рододендрон камчатский  
 Сем. Grossulariaceae – крыжовниковые  
*Grossularia burejensis* – крыжовник буреинский  
*Ribes mandshuricum* – смородина маньчжурская  
 Сем. Hydrangeaceae – гортензиевые  
*Philadelphus tenuifolius* – чубушник тонколистный  
 Сем. Oleaceae – маслиновые  
*Syringa amurensis* – сирень амурская  
*Syringa wolfii* – сирень Вольфа  
 Сем. Ranunculaceae – лютиковые  
*Atragene ochotensis* – княжик охотский  
 Сем. Rosaceae – розоцветные  
*Chaenomeles japonica* – айва японская, хеномелес  
*Crataegus pinnatifida* – боярышник перистонадрезанный  
*Crataegus maximowiczii* – боярышник Максимовича  
*Malus mandshurica* – яблоня маньчжурская  
*Padus maackii* – черемуха Маака  
*Pentaphylloides davurica* – курильский чай даурский  
*Physocarpus amurensis* – пузыреплодник амурский  
*Pyrus ussuriensis* – груша уссурийская  
*Rosa rugosa* – роза морщинистая  
*Sorbus sambucifolia* – рябина бузинолистная  
*Spiraea betulifolia* – спирея березоволистная  
 Сем. Salicaceae – ивовые  
*Chosenia arbutifolia* – чозения арбутолистная  
*Populus suaveolens* – тополь душистый

## Отдел дендрофлоры Западной и Восточной Сибири

- Сем. Cupressaceae – кипарисовые  
*Juniperus sibirica* – можжевельник сибирский
- Сем. Pinaceae – сосновые  
*Abies sibirica* – пихта сибирская  
*Larix gmelinii* – лиственница даурская, Гмелина  
*Larix sibirica* – лиственница сибирская  
*Picea obovata* – ель сибирская  
*Pinus pumila* – кедровый стланик  
*Pinus sibirica* – сосна сибирская, кедр сибирский
- Сем. Betulaceae – березовые  
*Duschekia fruticosa* – душекия кустарниковая, ольховник  
*Betula exilis* – береза тощая  
*Betula nana* – береза карликовая
- Сем. Caprifoliaceae – жимолостные  
*Lonicera altaica* – жимолость алтайская, синяя  
*Sambucus sibirica* – бузина сибирская
- Сем. Cornaceae – деренные  
*Swida alba* – свидина белая, дерен сибирский
- Сем. Elaeagnaceae – лоховые  
*Hippophae rhamnoides* – облепиха крушиновая
- Сем. Ericaceae – вересковые  
*Andromeda polifolia* – андромеда многолистная, подбел  
*Chamaedaphne calyculata* – кассандра болотная, мирт болотный  
*Ledum palustre* – багульник болотный  
*Rhododendron dauricum* – рододендрон даурский
- Сем. Fabaceae – бобовые  
*Caragana arborescens* – карагана древовидная, акация желтая  
*Caragana frutex* – карагана кустарник, чилига
- Сем. Grossulariaceae – крыжовниковые  
*Grossularia acicularis* – крыжовник иглистый  
*Ribes dicuscha* – смородина дикуша
- Сем. Ranunculaceae – лютиковые  
*Atragene sibirica* – княжик сибирский
- Сем. Rosaceae – розоцветные  
*Amygdalus nana* – миндаль низкий, бобовник  
*Armeniaca sibirica* – абрикос сибирский  
*Cotoneaster lucidus* – кизильник блестящий  
*Crataegus dahurica* – боярышник даурский  
*Crataegus sanguinea* – боярышник сибирский  
*Malus baccata* – яблоня ягодная  
*Padus asiatica* – черемуха азиатская

*Pentaphylloides fruticosa* – курильский чай кустарниковый  
*Rosa acicularis* – роза иглистая  
*Rosa majalis* – роза майская  
*Rosa pimpinellifolia* – роза бедренцеволистная  
*Sibiraea altaensis* – сибирка алтайская, спирея гладкая  
*Sorbaria sorbifolia* – рябинник рябинолистный  
*Sorbus sibirica* – рябина сибирская  
*Spiraea chamaedryfolia* – спирея дубровколистная  
*Spiraea media* – спирея средняя  
*Spiraea salicifolia* – спирея иволистная  
Сем. *Salicaceae* – ивовые  
*Populus tremula* – осина  
*Populus laurifolia* – тополь лавролистный  
*Salix dasyclados* – ива шерстистопобеговая  
*Salix myrtilloides* – ива черничная  
*Salix pentandra* – ива пятитычинковая  
*Salix pyrolifolia* – ива грушанколистная  
*Salix triandra* – ива трехтычинковая  
Сем. *Ulmaceae* – ильмовые  
*Ulmus pumila* – вяз приземистый

### Отдел дендрофлоры Европы

Сем. *Cupressaceae* – кипарисовые  
*Juniperus communis* – можжевельник обыкновенный  
*Juniperus sabina* – можжевельник казацкий  
Сем. *Pinaceae* – сосновые  
*Picea abies* – ель обыкновенная, европейская  
*Pinus cembra* – сосна кедровая, кедр европейский  
*Pinus mugo* – сосна горная  
*Pinus peuce* – сосна румелийская, балканская  
*Pinus sylvestris* – сосна обыкновенная  
Сем. *Aceraceae* – кленовые  
*Acer tataricum* – клен татарский  
Сем. *Berberidaceae* – барбарисовые  
*Berberis vulgaris* – барбарис обыкновенный  
Сем. *Betulaceae* – березовые  
*Alnus glutinosa* – ольха черная  
*Alnus incana* – ольха серая  
*Betula humilis* – береза низкая  
*Betula pendula* – береза повислая  
*Betula pubescens* – береза пушистая  
*Corylus avellana* – лещина обыкновенная



Сем. Caprifoliaceae – жимолостные  
*Lonicera alpigena* – жимолость альпийская  
*Lonicera tatarica* – жимолость татарская  
*Lonicera xylosteum* – жимолость обыкновенная  
*Sambucus racemosa* – бузина красная  
*Viburnum lantana* – калина гордовина  
*Viburnum opulus* – калина обыкновенная

Сем. Celastraceae – бересклетовые  
*Euonymus europaea* – бересклет европейский  
*Euonymus verrucosa* – бересклет бородавчатый

Сем. Fabaceae – бобовые  
*Chamaecytisus ruthenicus* – раkitник русский

Сем. Fagaceae – буковые  
*Quercus robur* – дуб черешчатый

Сем. Grossulariaceae – крыжовниковые  
*Grossularia reclinata* – крыжовник европейский  
*Ribes alpinum* – смородина альпийская  
*Ribes nigrum* – смородина черная  
*Ribes rubrum* – смородина красная

Сем. Hydrangeaceae – гортензиевые  
*Philadelphus coronarius* – чубушник венечный

Сем. Oleaceae – маслиновые  
*Syringa josikaea* – сирень венгерская  
*Syringa vulgaris* – сирень обыкновенная

Сем. Rhamnaceae – крушиновые  
*Frangula alnus* – крушина ломкая  
*Rhamnus cathartica* – жостер слабительный

Сем. Rosaceae – розоцветные  
*Cerasus fruticosa* – вишня кустарниковая  
*Cotoneaster melanocarpus* – кизильник черноплодный  
*Crataegus laevigata* – боярышник гладкий, обыкновенный  
*Malus sylvestris* – яблоня лесная  
*Padus avium* – черемуха обыкновенная  
*Rosa canina* – роза собачья  
*Sorbus aucuparia* – рябина обыкновенная

Сем. Salicaceae – ивовые  
*Populus alba* – тополь белый  
*Populus nigra* – тополь черный  
*Salix acutifolia* – ива остролистная  
*Salix alba* – ива белая  
*Salix caprea* – ива козья  
*Salix cinerea* – ива пепельная, серая  
*Salix fragilis* – ива ломкая  
*Salix viminalis* – ива прутьевидная

Сем. Thymelaeaceae – волчниковые  
*Daphne mezereum* – волчник смертельный, волчье лыко  
Сем. Tiliaceae – липовые  
*Tilia cordata* – липа мелколистная  
Сем. Ulmaceae – ильмовые  
*Ulmus glabra* – вяз голый, шершавый  
*Ulmus laevis* – вяз гладкий

### Отдел дендрофлоры Северной Америки

Сем. Cupressaceae – кипарисовые  
*Juniperus virginiana* – можжевельник виргинский  
*Thuja occidentalis* – туя западная  
Сем. Pinaceae – сосновые  
*Abies balsamea* – пихта бальзамическая  
*Picea glauca* – ель сизая, канадская  
*Picea pungens* – ель колючая  
*Pinus banksiana* – сосна Банкса  
*Pinus contorta* – сосна скрученная  
Сем. Aceraceae – кленовые  
*Acer negundo* – клен ясенелистный, американский  
Сем. Berberidaceae – барбарисовые  
*Berberis canadensis* – барбарис канадский  
*Mahonia aquifolium* – магония падуболистная  
Сем. Betulaceae – березовые  
*Betula papyrifera* – береза бумажная  
Сем. Caprifoliaceae – жимолостные  
*Sambucus canadensis* – бузина канадская  
*Symphoricarpos albus* – снежнягодник белый  
*Viburnum lentago* – калина канадская  
Сем. Elaeagnaceae – лоховые  
*Elaeagnus argentea* – лох серебристый  
*Shepherdia argentea* – шефердия серебристая  
Сем. Grossulariaceae – крыжовниковые  
*Ribes aureum* – смородина золотистая  
Сем. Oleaceae – маслиновые  
*Fraxinus pennsylvanica* – ясень пенсильванский  
Сем. Rosaceae – розоцветные  
*Amelanchier spicata* – ирга колосистая  
*Aronia melanocarpa* – арония черноплодная  
*Crataegus douglasii* – боярышник Дугласа  
*Crataegus rivularis* – боярышник приречный  
*Radus virginiana* – черемуха виргинская  
*Physocarpus opulifolius* – пузыреплодник калинолистный

Сем. Salicaceae – ивовые  
Populus balsamifera – тополь бальзамический

Видовой состав рекомендуемых древесных растений определен на основе результатов обследования объектов озеленения городов Сургута и Ханты-Мансийска, а также анализа каталогов коллекций Полярно-альпийского ботанического сада-института, Дендрологического сада Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства и Дендрологического сада Архангельского государственного технического университета.

Распределение видов растений с обширными ареалами, таких как сосна обыкновенная, березы повислая и пушистая, осина и др., по отделам сделано условно с расчетом размещения их на границах соответствующих отделов.

***Тема 6.** Поиск и приведение в известность самых крупных и старых, а также уникальных по своим каким-либо параметрам деревьев и кустарников лесхоза*

Поиск самых крупных деревьев начинается с изучения материалов лесоустройства, выяснения местонахождения самых продуктивных насаждений и их натурного обследования. При отборе самых крупных деревьев большую помощь могут оказать, кроме работников лесного хозяйства, рыбаки и охотники. На все самые крупные деревья необходимо составить паспорт с указанием вида, его размеров (высота ствола, диаметр на 1,3 м, объем ствола, возраст) и местонахождения, обязательно прикладывается фотография дерева. Сами деревья огораживаются и отмечаются аншлагом, на котором указываются все их паспортные данные. Возраст деревьев определяется возрастным буровом.

Значительно более сложен поиск самых старых деревьев. Самые старые деревья отнюдь не являются самыми крупными. Поиск патриархов окрестных лесов необходимо начать с определения мест, где они могут встречаться. Для этого нужно сделать анализ возрастов срубленных деревьев по сохранившимся пням на лесосеках разных мест условий произрастания – найти возможные места произрастания наиболее старых деревьев. После чего в древостоях, произрастающих в сходных условиях, производится предварительный глазомерный отбор кандидатов в патриархи по признакам, соответствующим срубленным деревьям преклонного возраста (диаметр пня, особенности строения коры и др.). Возраст отобранных кандидатов определяется возрастным буровом. Отобранные деревья паспортизируются, фотографируются и огораживаются, как и в случае с самыми крупными деревьями.

В природе иногда встречаются уникальные по своим особенностям (строение и размеры кроны, степень суковатости, местонахождение и др.) деревья и кустарники. Встречаются растения, с которыми связаны те или иные исторические события региона, легенды и мифы. Все они должны быть приведены в известность.

Желательно все установленные выдающиеся экземпляры деревьев оформить как памятники природы регионального значения.

### *Тема 7. Оформление тематических коллекций древесных растений региона*

Результаты изучения видового разнообразия древесных растений лесхоза, лесничества можно оформить как в виде гербария, так и в виде витрин.

Витрины размером под формат А2 и глубиной 10 см очень хороши для оформления класса школьного лесничества. Каждая такая отдельная витрина может быть отведена какому-нибудь одному конкретному виду или роду. Например, витрина по сосне обыкновенной должна включать зимние побеги с «озимью» и зрелыми шишками, весенние побеги с мужскими и женскими колосками, пробирку с обескрыленными семенами, семена с крылышками и крылышки без семян, 5–7 шишек, отображающие изменчивость сосны по форме и окраске последних, всходы, корневую систему 2–3-летних сеянцев с микоризой, образцы коры с различной высоты ствола, поперечный, радиальный и тангентальные срезы древесины, фотографии сосны, выросшей в лесу и на свободе, карту нашей страны с ареалом данного вида.

Отдельную витрину, которую можно озаглавить «Наши деревья и кустарники зимой», необходимо отвести под коллекцию побегов различных видов древесных растений в безлистном состоянии.

### *Тема 8. Составление учебного определителя древесных растений лесхоза*

Самым лучшим способом изучения морфологических особенностей древесных растений, закрепления знаний об особенностях различных видов является составление определителя. Ибо определить растение – значит установить его научное название, систематическое положение, получить сведения о его биологии, экологии, хозяйственном значении и т. д.

Определитель состоит, как правило, из дихотомических таблиц (ключей). Каждая таблица состоит из последовательных ступеней, обозначаемых порядковыми номерами, расположенными с левой стороны страницы. Каждая ступень, в свою очередь, делится на две части – тезу и антитезу. Теза начинается с порядкового номера ступени, антитеза этой же ступени – со знака минус.

В тезе и антитезе приводятся наиболее характерные признаки растения, причем антитеза содержит признаки, противоположные тем, которые указаны в тезе. С правой стороны тезы и антитезы указываются номера ступеней, к которым следует переходить, если признак, приведенный соответственно в тезе и антитезе, совпадает с признаком определяемого растения.

Последняя ступень определения конкретного вида растения должна содержать более или менее подробное описание его вегетативных органов и очень краткое – репродуктивных, данные о размерах, русское и латинское видовое название, русское название семейства, сведения о времени массового цветения, условиях местообитания, принадлежности к той или иной экологической группе, его значении и применении.

Для удобства пользования составленным определителем все растения должны быть сгруппированы в нем по жизненным формам и типам листовых расположений. Можно порекомендовать составить определитель из следующих таблиц.

Таблица 1. Хвойные деревья и кустарники.

Таблица 2. Кустарнички, полукустарники и лианы.

Таблица 3. Деревья и кустарники со сложными листьями.

Таблица 4. Деревья и кустарники с простыми очередно расположенными листьями.

Таблица 5. Деревья и кустарники с простыми супротивно расположенными листьями.

Определитель желательно проиллюстрировать рисунками и фотографиями определяемых растений.

В качестве примера для составления определителя приводим следующий фрагмент из Определителя деревьев и кустарников Урала.

Таблица 5  
Лиственные деревья и кустарники  
с простыми очередно расположенными листьями

1. Листья лопастные или раздельные .....	2
- Листья цельные.....	45
4. На побегах колючки или многочисленные острые шипы...	3
- Побеги без колючек .....	26

### **Озеленение и цветочное оформление пришкольного участка**

Одним из направлений работы членов школьного лесничества, закрепляющих их знания о растениях как местных, так и интродуцированных, умение пользоваться простейшими геодезическими инструментами (буссоль, мерная лента), может быть составление проекта озеленения пришкольного участка или любой другой территории с последующим натурным их исполнением.

Проектирование начинается с геодезической съемки озеленяемой территории и составления плана участка в масштабе 1 : 250, в крайнем случае, если площадь очень велика, в масштабе 1 : 500.

На плане, который лучше всего выполнить в рабочем варианте на миллиметровке, отмечается не только расположение строений, дорожек и тропинок, но и места растущих деревьев и кустарников.

Вся территория дорожно-тропиночной сетью разбивается на отдельные участки, зоны, после чего производится подбор ассортимента видов, форм и сортов древесных и цветочных растений для озеленения и декоративного оформления отдельных участков, зон и всей территории в целом.

Видовой состав растений и формы их использования можно выбрать, учитывая местные условия, из нижеприведенных рекомендаций для Среднего Урала.

## **Ассортимент древесных растений, рекомендуемых для озеленения на Среднем Урале**

### *Хвойные*

#### *Групповые посадки*

Ель колючая, ель сибирская, лиственница сибирская, пихта сибирская, сосна горная, сосна обыкновенная, сосна кедровая сибирская, туя западная.

#### *Аллеи и рядовые посадки*

Ель колючая, ель сибирская, лиственница сибирская, пихта сибирская, сосна кедровая сибирская, туя западная.

#### *Одиночные посадки*

Ель колючая, ель сибирская, лиственница сибирская, можжевельник обыкновенный, сосна горная, сосна обыкновенная, сосна румелийская, сосна кедровая сибирская.

#### *Живые изгороди*

Ель колючая, ель сибирская, можжевельник обыкновенный, сосна горная, туя западная.

### *Лиственные деревья*

#### *Групповые посадки*

Береза повислая, береза пушистая, вяз гладкий, груша уссурийская, ива белая и другие древовидные ивы, клен гиннала, клен татарский, липа мелколистная, рябина обыкновенная, тополь Свердловский серебристый пирамидальный и другие тополя, черемуха Маака, черемуха пенсильванская, яблоня ягодная.

### *Аллеи и рядовые посадки*

Береза повислая, береза пушистая, вяз гладкий, груша уссурийская, ива белая и другие древовидные ивы, липа мелколистная, рябина обыкновенная, тополь Свердловский серебристый пирамидальный и другие тополя, черемуха Маака, яблоня ягодная.

### *Одиночные посадки*

Дуб черешчатый, груша уссурийская, плакучие и извилистые формы древовидных ив, вяз гладкий, клен гиннала, черемуха Маака, яблоня ягодная.

### *Живые изгороди*

Вяз гладкий, ивы остролистная и прутовидная, клен гиннала и клен татарский.

## ***Лиственные кустарники***

### *Групповые посадки*

Барбарис обыкновенный, барбарис Тунберга, бересклет европейский, боярышник кроваво-красный, бузина красная, жимолость татарская, ирга колосистая, калина обыкновенная, калина гордовина, карагана древовидная, карагана кустарник, кизильник блестящий, лещина обыкновенная, курильский чай кустарниковый, миндаль низкий, миндаль Ледебура, ракитник русский, рябинник рябинолистный, роза бедренцелистная, роза иглистая, роза майская, роза морщинистая, свидина белая, сирень венгерская, сирень обыкновенная, смородина альпийская, смородина золотистая, снежноягодник белый, спирея дубровколистная, спирея средняя, спирея иволистная, чубушник венечный.

### *Рядовые и аллеи посадки*

Барбарис обыкновенный, боярышник кроваво-красный, калина обыкновенная, калина гордовина, карагана древовидная, лещина обыкновенная, сирень венгерская, сирень обыкновенная.

### *Одиночные посадки*

Барбарис обыкновенный, барбарис Тунберга, бересклет европейский, калина обыкновенная, калина гордовина, кизильник блестящий, курильский чай кустарниковый, лещина обыкновенная, миндаль низкий, миндаль Ледебура, роза бедренцелистная, роза иглистая, роза майская, роза морщинистая, свидина белая, сирень венгерская, сирень обыкновенная, смородина золотистая, спирея дубровколистная, спирея средняя, чубушник венечный.

### *Живые изгороди и бордюры*

Барбарис обыкновенный, барбарис Тунберга, боярышник кроваво-красный, ирга колосистая, карагана древовидная, карагана кустарник, кизильник блестящий, курильский чай кустарниковый, роза бедренцелистная, сирень венгерская, сирень обыкновенная, смородина золотистая, спирея дубровколистная, спирея средняя.

## Примеры композиций из деревьев и кустарников

### *Солитеры*

Солитером называется дерево или кустарник, растущее одиночно на газоне, лужайке или в отдалении от массива. Обычно солитеры выделяются среди окружающих растений своеобразной формой кроны, окраской листьев, эффектным цветением или плодоношением и являются как бы подчеркнутым украшением данного пейзажа.

Размеры, формы и декоративные качества одиночно стоящих растений определяются в зависимости от размеров площади, характера пейзажа и художественных целей. Одинокие деревья и кустарники эффектны также на улицах и около зданий.

### *Групповые посадки*

Группой называется насаждение, состоящее из 2 и более гармонично сочетающихся деревьев или кустарников. Группа может быть одновидовой или состоять из растений нескольких видов и различных жизненных форм (рис. 4.1).

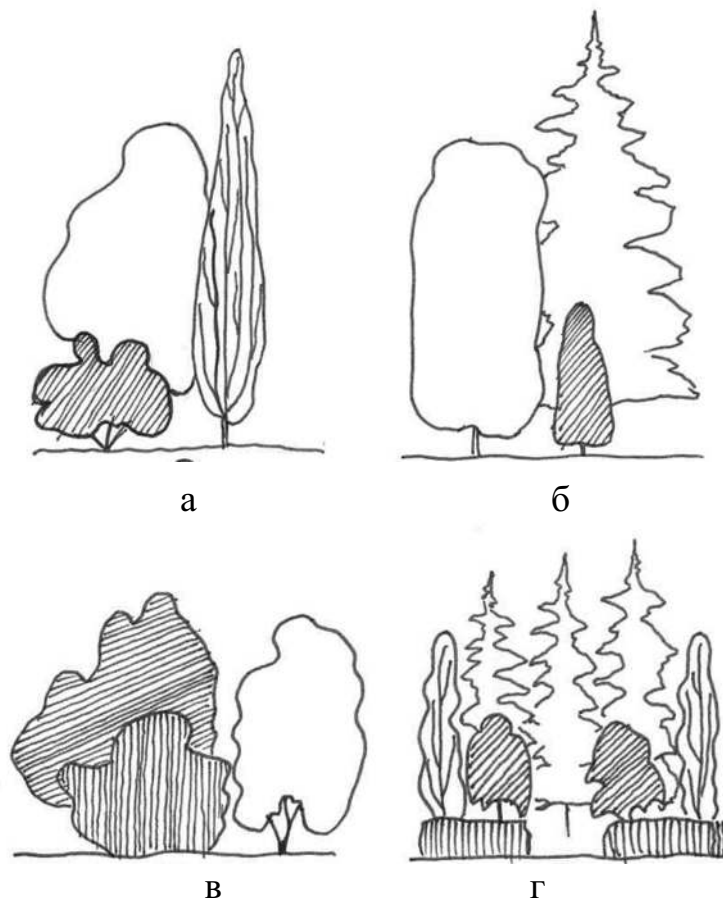


Рис. 4.1. Основные типы смешения растений в группах:  
а – из лиственных деревьев, б – из хвойных деревьев, в – из кустарников,  
г – из различных хвойных и лиственных деревьев и кустарников



Группы могут строиться на использовании различных декоративных свойств растений: на сочетании контрастов геометрических форм кроны с раскидистыми, перистолистными форм с крупнолистными, орнаментально-листными с красивоцветущими и т. д.

В зависимости от постоянства или изменчивости внешнего облика входящих в них деревьев и кустарников группы подразделяются на стабильные (состоят из вечнозеленых растений), полустабильные (декоративные свойства группы изменяются в зависимости от времени года: часть растений в группе сбрасывает на зиму листья и хвою) и динамические (декоративные свойства растений изменяются в течение вегетационного периода разновременно: цветение, плодоношение, изменение окраски листьев и т. д. (рис. 4.2).

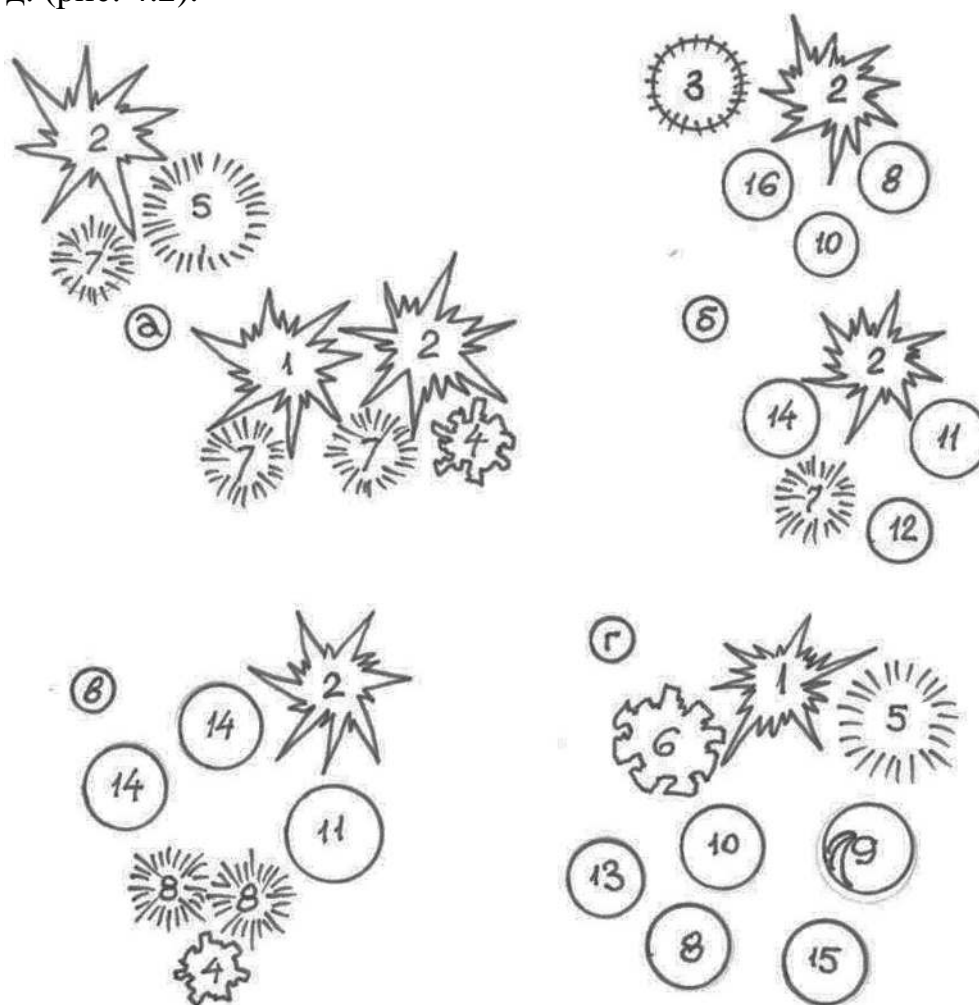


Рис. 4.2. Типы смешения древесных растений в группах:

а – варианты стабильных групп, б – варианты полустабильных групп, в – контрастная группа, г – динамическая группа, смешанная группа.

1 – ель колючая, 2 – ель сибирская, 3 – лиственница сибирская, 4 – сосна горная, 5 – сосна кедровая сибирская, 6 – сосна обыкновенная, 7 – туя западная колонновидной формы, 8 – туя западная золотистой формы, 8 – бархат амурский, 9 – береза повислая, 10 – клен гиннала, 11 – липа мелколистная, 12 – рябина обыкновенная, 13 – сирень амурская, 14 – тополь Свердловский серебристый пирамидальный, 15 – черемуха Маака, 16 – яблоня ягодная

## *Кустарниковые группы*

Кустарники могут образовывать чистые группы из одного вида, создающие цветное пятно определенной формы и окраски, и смешанные группы, состоящие из нескольких видов.

Чистые группы красивоцветущих кустарников большей частью требуют определенного фона, на котором декоративность их цветения выявилась бы наиболее ярко. В качестве фона могут быть использованы как одновидовые, так и многовидовые массивы деревьев или кустарников: например, группа роз на фоне темнохвойных елей и пихт, группа из курильского чая кустарникового на фоне различных форм туи западной.

Смешанные группы красивоцветущих кустарников формируются лучше всего из двух-трех видов, причем один из них должен доминировать, а остальные его дополнять. В группы растения подбираются или с одновременным цветением для образования красочного пятна в определенном сезоне, или с цветением в разные периоды вегетации для поддержания декоративности в течение большого промежутка времени (сад непрерывного цветения).

При создании смешанных групп к кустарникам можно подсаживать цветочные травянистые растения различных жизненных форм. Очень эффектно смотрятся постоянно цветущие смешанные группы из представителей одного рода: группа спирей (спирея средняя, дубровколистная, иволистная и японская), группа сиреней (сирень обыкновенная, венгерская и амурская) и т. п.

## *Бордюры*

Бордюры представляют собой живые изгороди небольшой высоты, очень часто формованные. Используются при этом, как правило, низкорослые виды и формы спирей, кизильников, барбарис Тунберга, курильский чай кустарниковый, смородина золотистая.

## **Использование декоративных цветочных растений в озеленении**

Весь огромный имеющийся ассортимент цветочных растений подразделяется на три большие группы. Это однолетние растения, двулетние и многолетние.

Однолетние цветочные растения (летники) получили широкое распространение в цветочном оформлении садов и парков. Все они легко размножаются семенами, быстро растут, часто неприхотливы и при заботливом уходе всегда радуют обильным и продолжительным цветением.

Большинство растений, выращиваемых как летники, происходит из районов с более благоприятными климатическими условиями, и некоторые из них чувствительны даже к легким заморозкам, типичным для капризной и изменчивой весенней погоды Среднего Урала. Поэтому для полного развития многих теплолюбивых растений безморозный период мал и его необходимо продлить. С этой целью некоторые однолетние растения начинают выращивать до наступления устойчивой теплой погоды в парниках, теплицах, оранжереях.

Посевы семян растений проводят с таким расчетом, чтобы рассада, выращенная в закрытом грунте, к моменту посадки в цветники была хорошо развита и находилась в начале цветения или стадии формирования бутонов. Правильно подготовленная здоровая рассада после высаживания на место легко приживается и вскоре зацветает. Чтобы получить такую рассаду нужно придерживаться сроков посева, приведенных в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Сроки посева однолетних цветочных растений

Виды	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			От посева до начала цветения, дней
	Декады															
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Агератум мексиканский									x	x	x					80
Алиссум морской										x	x	x	x	x		60
Антирринум большой								x	x	x	x	x	x			70
Астра китайская								x	x	x	x	x	x			90
Гвоздика китайская										x	x					70
Гвоздика Шабо		x	x	x	x											150
Георгина изменчивая											x	x	x			60
Левкой (маттиола седая)							x	x	x	x	x	x	x			110
Лобелия эринус							x	x	x	x						110
Петуния садовая								x	x	x	x	x				90
Сальвия сверкающая							x	x	x	x						110
Тагетес прямостоячий												x	x	x	x	50
Флокс Друммонди								x	x	x	x					90
Циния изящная																60

Примечание. x – продолжительность срока посева.

Несмотря на наше короткое лето, семена некоторых однолетников можно высевать непосредственно в открытый грунт – сразу на цветники. Такая работа менее трудоемка, и оформление цветников обходится значительно дешевле. Цветение у таких растений наступает несколько позднее,

чем у рассады, но растения, выращенные посевом в открытый грунт, бывают хорошо закалены и выгодно отличаются мощным развитием куста, обильным цветением и крупными цветами.

Посев в грунт целесообразно проводить в конце апреля – начале мая или поздней осенью, за исключением однолетников, которые боятся весенних заморозков.

К таким относятся тагетес, настурция, турецкие бобы, ипомея. Посев этих культур в условиях Среднего Урала проводят в конце мая.

Сроки посева следует рассчитать таким образом, чтобы всходы появились после последних весенних заморозков (табл. 4.3).

Таблица 4.3

### Однолетние растения, выращиваемые посевом в грунт

Растения	Срок посева	К-во дней от посева до цветения	Календарь цветения												
			июнь			июль			август			сентябрь			
			Декады												
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Алиссум	1-10 мая	60			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Гипсофила	То же	50			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Годения	-«-	60			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Иберис	-«-	60			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Календула	-«-	50			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Кларкия	-«-	40			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Космея	-«-	50			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Эшшольция	-«-	60			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Ипомея	25 мая	40			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Настурция	То же	40			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Тагетес	-«-	50			х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	
Турецкие бобы	-«-	50				х	х	х	х	х	х	х	х	х	х

Семена высеваются в гнезда по несколько штук. Расстояние между гнездами такое же, как и при высадке рассады. Когда сеянцы подрастут и окрепнут, посеы прореживают, оставляя в гнезде 1–3 наиболее развитых растения.

Двулетние цветочные растения не многочисленны, но весьма популярны среди любителей цветов. Одни двулетники цветут с ранней весны (такие как виола и маргаритки), а другие (гесперис, гвоздика турецкая) в первой половине лета, когда однолетники не высажены или только высаживаются в открытый грунт (табл. 4.4).

## Календарь цветения двулетников

Растения	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	Декады														
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Виола	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Маргаритка	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х
Гвоздика турецкая					х	х	х	х	х						
Гесперис					х	х									

Выращивание данных цветочных культур значительно проще, чем выращивание теплолюбивых летников. Они легко размножаются семенами, холодостойки, и все основные работы поэтому ведутся в открытом грунте. Посев семян большинства двулетников проводят в апреле – начале мая, а у виолы – в июне. После зимовки следующей весной проводится выбраковка слабых и поврежденных растений; в цветник высаживаются только лучшие экземпляры.

И, наконец, третья группа цветочных растений – это многолетники, представляющие особую ценность в цветоводстве. Посаженные в цветники, они в течение нескольких лет остаются на одном месте и при хорошем уходе ежегодно и обильно цветут. Подбирая многолетние растения с различными сроками цветения, можно создать композиции, цветущие с ранней весны до глубокой осени. В дополнение к ним с успехом могут быть посажены двулетние и однолетние растения, которые будут цвести взамен отцветших многолетников.

Многолетние цветочные культуры в зависимости от зимующих и многолетних подземных органов, где накапливаются запасные питательные вещества, служащие основой для развития в следующем году, принято подразделять на корневищные, луковичные, клубнелуковичные и клубневые растения.

Для оформления пришкольных участков можно рекомендовать следующий ассортимент многолетних цветочных культур.

*Корневищные растения*

Аквилегия обыкновенная, астильба Арендса, астры альпийская, новобельгийская и новоанглийская, бадан толстолистный, дельфиниум гибридный, золотарник канадский, ирисы германский, сибирский и желтый, сортовые садовые ирисы разных групп, различные виды колокольчиков, купальницы азиатская, европейская и Ледебура, лилейники желтый, малый, Миддендорфа и буро-желтый, лихнис халцедонский, разнообразные видовые и сортовые пионы, примулы и флоксы, хризантема крупноцветная.

### *Луковичные растения*

Лилии даурская, тигровая и сортовые азиатские гибриды, мускари гроздевидный, различные сорта нарциссов, пролеска (сцилла) сибирская, различные сорта тюльпанов, эритрониум (кандык) сибирский.

### *Клубнелуковичные растения*

Крокус (шафран) весенний и его сорта, гладиолусы различных сортовых групп.

## **Примеры цветочного оформления**

При выполнении различных композиций цветочного оформления необходимо учитывать экологические и декоративные особенности растений: степень светолюбия, отношение к плодородию и влажности почв, размеры растений, форму, размеры и окраску листьев, окраску и размеры цветов и соцветий, время цветения и его продолжительность.

Высота цветочных растений варьирует от 10 см у карликовых растений (агератум мексиканский, флокс шиловидный) до 2 м и выше (рудбекия золотой шар, дельфиниум). Некоторые растения (борщевик сибирский) имеют крупные листья размером от 35 до 100 см. Они достигают мощных размеров и хороши для одиночных посадок или декорирования неприглядных мест. Такие культуры, как астильбы, пионы и целый ряд других, имеют орнаментальные листья – пригодны для одиночных посадок и других видов цветочного оформления.

В цветочном оформлении следует обращать внимание и на такую особенность, как начало и конец облиствения, а также сезонность и окраску листьев.

У луковичных растений, например, листья после периода цветения быстро теряют декоративность, и посадки приобретают неряшливый вид. К подобным многолетникам (тюльпаны, нарциссы, лилии, пролески и др.) следует подсаживать однолетники, которые хорошо декорируют оголившиеся места (сальвию и алиссум с тюльпанами и нарциссами), почвопокровные растения (флокс шиловидный, арабис альпийский) или разрастающиеся корневищные культуры (пионы, аквилегии).

Очень большое значение при создании композиций из цветочных растений имеет окраска цветков и продолжительность цветения. Сочетание окраски цветков в оформлении должно быть гармоничным.

Ассортимент растений в озеленении богат всевозможными красками цветов и соцветий. Самые яркие – это оранжевые цветки (гелениум осенний, лилейник Миддендорфа, купальница Ледебура).

Посадки таких растений видны издали и зрительно сокращают расстояние. Желтый цвет, также как и оранжевый, является теплым и хорошо выделяющимся; он обладает способностью светиться в темноте. Поэтому цветочные культуры с желтыми цветками широко используются в оформлении мест, посещаемых в вечернее время. Очень красивы цветы с чисто-желтой окраской (некоторые сорта нарциссов, примула весенняя, солидаго канадский и др.).

Белый цвет является нейтральным и в сочетании с другими, недостаточно яркими колерами, усиливает их, делает более яркими.

Цветочные растения с белыми цветами хорошо видны при вечернем освещении (арабис альпийский, ряд сортов георгинов, гладиолусов, флоксов, нарцисс поэтический, хризантема максимум).

Фиолетовые, синие и голубые цвета быстро сливаются с далью, но очень выигрывают на белом фоне.

Некоторые цветочные культуры (аквилегии, нарциссы и др.) поворачивают вслед за солнцем свои цветы и соцветия, ряд растений (некоторые анемоны, эшшольция калифорнийская) при набегании на них тени закрывают свои цветы.

Если не учитывать особенности данных растений, то созданные из них композиции могут потерять свой декоративный эффект.

Применяя в оформлении многолетники разных сроков цветения, можно иметь цветущие группы растений с ранней весны до поздней осени.

Существуют разные типы цветочного оформления. Наиболее распространенными являются клумбы, рабатки, миксбордеры, цветочные группы и рокарии.

### *Клумба*

Клумба – это цветник симметричной геометрической формы.

Подобная форма объясняется ролью клумбы в садово-парковой композиции. Ее устраивают (разбивают) в регулярных парках и скверах на пересечении дорожек, перед главным входом в здание, вокруг фонтанов и бассейнов, у пьедестала скульптуры, часто она служит завершением аллеи.

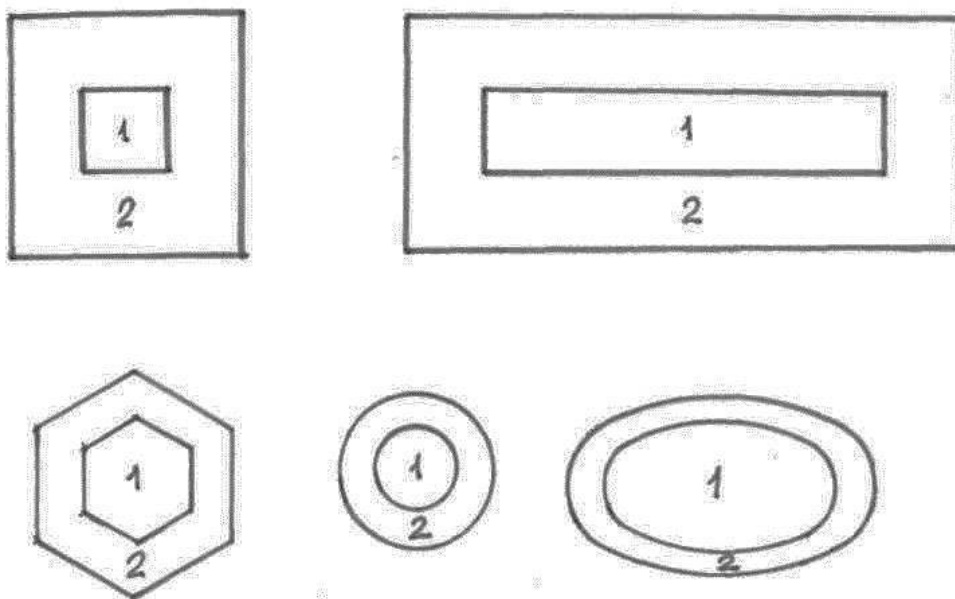
Обязательным условием при устройстве клумбы является ее высота над уровнем дорожки, газона, которая должна быть не выше 10 см.

Не следует делать их высокими и выпуклыми. Такие клумбы некрасивы и неудобны. Почва на них быстро иссушается ветром, а при поливе вода с них скатывается, не успевая впитываться в почву.

Для оформления клумб используют самые разнообразные растения – красивоцветущие и декоративно-лиственные, однолетние и многолетние.

Часто для весеннего оформления высаживают луковичные, а на смену им – летники или ковровые растения (рис. 4.3).

а) форма



б) календарь цветения

Растения	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	Декады														
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Сальвия сверкающая					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2. Алиссум морской					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1. Тагетес					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2. Лобелия эринус					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1. Виола трехцветная (бордовая)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2. Виола трехцветная (белая)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1. Флокс метельчатый								x	x	x	x	x	x	x	x
2. Флокс шиловидный			x	x	x	x									

Рис. 4.3. Варианты простейших клумб

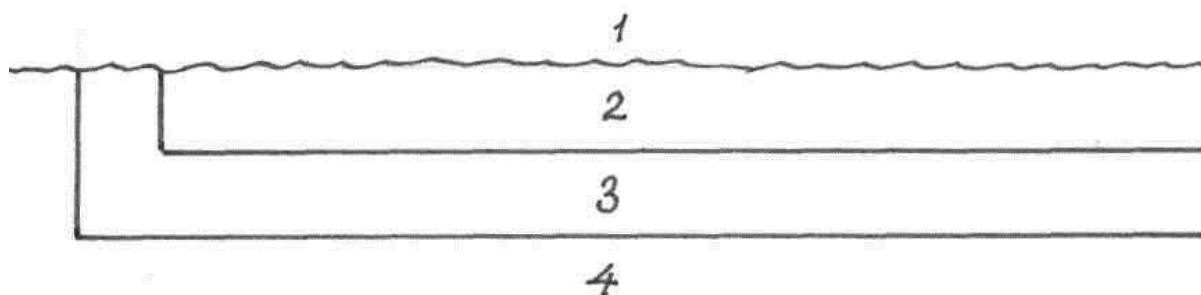
### *Рабатки*

Рабатки – это цветочные грядки или цветочные полосы, которые устраиваются по бокам дорожек, вдоль аллей, живых изгородей, зданий, оград и т.д. Иногда их устраивают вдоль проезжих дорог. Ширина цветочных грядок обычно от 40–50 до 150 см, длина произвольная. Но протяженные рабатки создают монотонность, зрительно утомляют, поэтому через 10–15 (20–25) м делают разрывы. В эти разрывы высаживают низкие красивые кустарники, например барбарис Тунберга, магонию падуболистную, или разбивают небольшие клумбы.



Рабатки по форме бывают односторонние и двусторонние, симметричные и асимметричные. В односторонних низкие растения располагают на переднем плане, а высокие на заднем; в двусторонних высокие растения высаживаются по центральной осевой линии.

Наряду со сплошной посадкой в рабатках применяют и несложные геометрические рисунки, размещая растения в определенном порядке. В оформлении могут участвовать любые цветочные растения – летники, многолетники, ковровые (рис. 4.4).



Календарь цветения

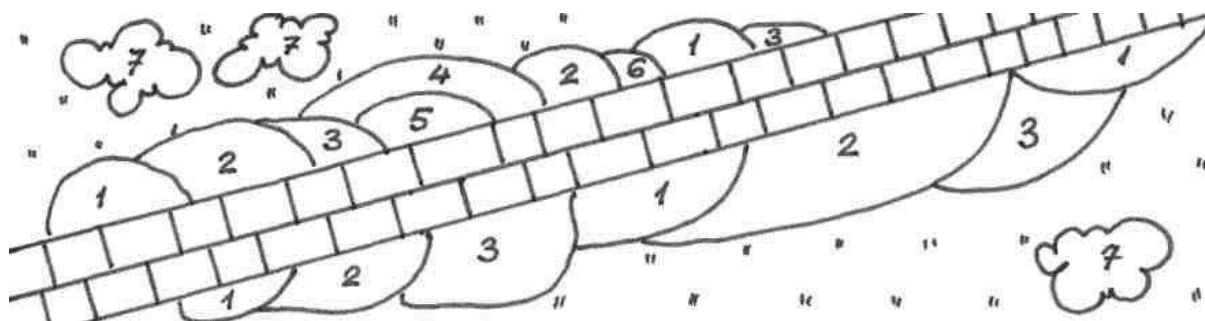
Растения	Май		Июнь			Июль			Август			Сентябрь			
	Декады														
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Барбарис обыкновенный															
2. Флокс метельчатый							x	x	x	x	x	x	x	x	x
3. Флокс шиловидный			x	x	x	x									
4. Газон															
1. Свидина белая															
2. Георгина изменчивая					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3. Арабис альпийский	x	x	x	x											
4. Газон															

Рис. 4.4. Примеры односторонних рабаток

### *Миксбордеры, или смешанные рабатки*

Это смешанные посадки красивоцветущих и декоративно-лиственных растений. Их размещают группами в несколько рядов на удлиненной полосе земли в виде рабатки с нечеткими контурами. Непременное условие при создании миксбордера – непрерывное цветение то одного, то другого его участка с ранней весны до поздней осени. Чаще всего данный тип цветника имеет вид живописной полосы правильной или неправильной формы вдоль дорожек, оград, стен зданий или около свободно растущих высоких кустарников.

Декоративность миксбордера динамична. При подборе растений следует учитывать не только сроки и продолжительность цветения, но и декоративность листьев, плодов. Растения, цветущие в одно время, должны сочетаться друг с другом по окраске цветов и быть равномерно распределены по цветнику (рис. 4.5).



Календарь цветения

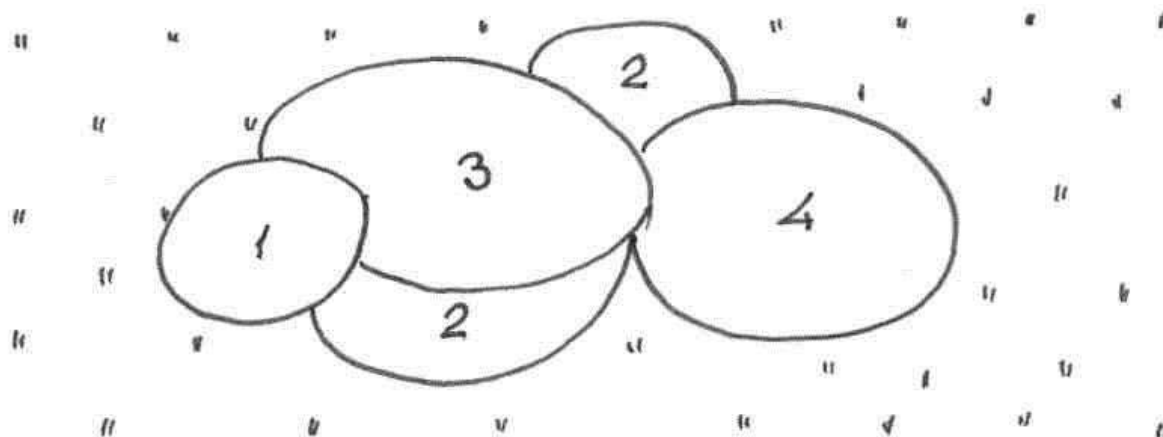
Растения	Май		Июнь			Июль			Август			Сентябрь			
	Декады														
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Арабис альпийский	x	x	x	x											
2. Сальвия сверкающая					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3. Флокс Друммонди					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
4. Флокс метельчатый								x	x	x	x	x	x	x	x
5. Флокс шиловидный			x	x	x	x									
6. Алиссум морской					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
7. Сирень обыкновенная															
8. Газон															

Рис. 4.5. Пример миксбордера

### Цветочные группы

Это цветники свободной формы, характерные для пейзажного стиля планировки. Цветочные растения высаживаются произвольными группами и часто на фоне декоративных кустарников. Контуры группы должны быть плавными и выглядеть так, словно они созданы самой природой, а не руками человека.

Группы бывают одновидовые и разновидовые (смешанные). Для одновидовых групп подбирают сорта растений таким образом, чтобы они цвели в разное время, удлиняя продолжительность цветения данной группы. Цветы разных сортов должны гармонично сочетаться (рис. 4.6).



Календарь цветения

Растения	Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	Декады											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Группа из флокса метельчатого												
1. Красноцветковый					x	x	x	x	x	x	x	x
2. Розовоцветковый					x	x	x	x	x	x	x	x
3. Темно-розовый					x	x	x	x	x	x	x	x
4. Белоцветковый					x	x	x	x	x	x	x	x
Группа из виолы трехцветной												
1. Желтоцветковая	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2. Белоцветковая	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3. Голубая	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4. Синяя	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Рис. 4.6. Примеры одновидовых групп

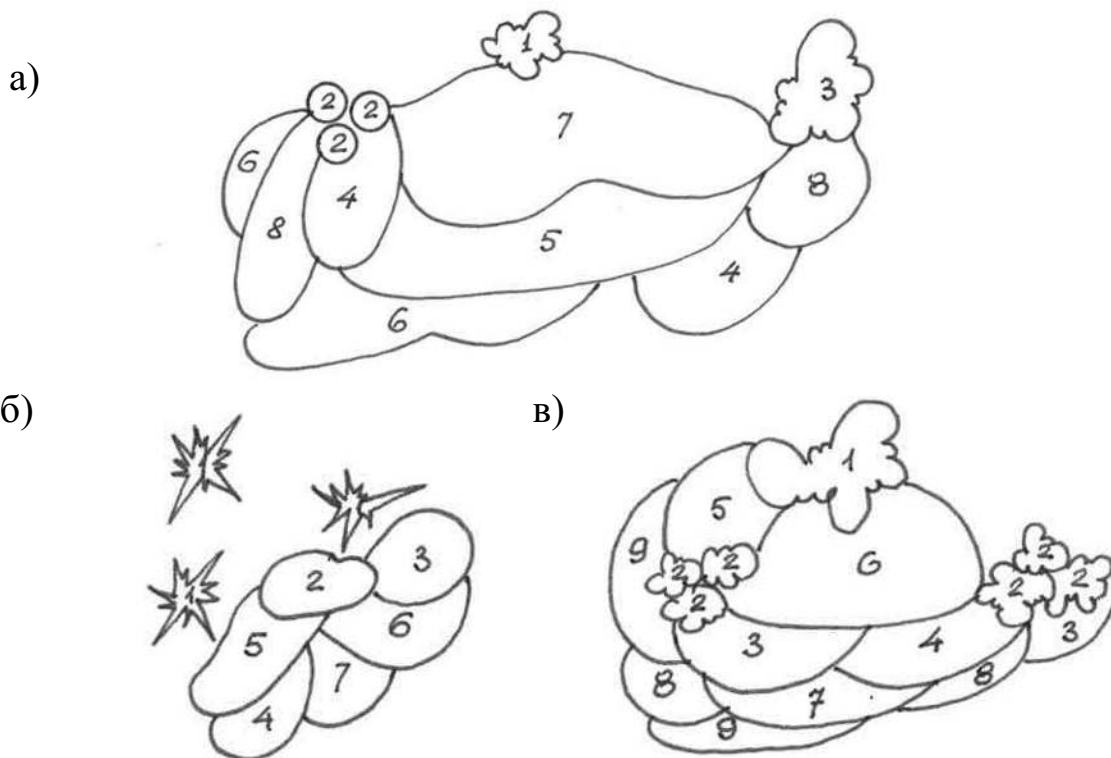
Разновидовые, смешанные группы состояются из растений различных видов и жизненных форм.

При этом следует учитывать высоту растений, время и продолжительность цветения, окраску цветков и соцветий.

Сочетания растений могут быть самыми разнообразными, однако число видов не должно быть большим.

Особенно хороши группы, в состав которых включены растения ранне-весеннего периода цветения.

В состав композиций включаются очень часто и декоративные кустарники (рис. 4.7).



Календарь цветения

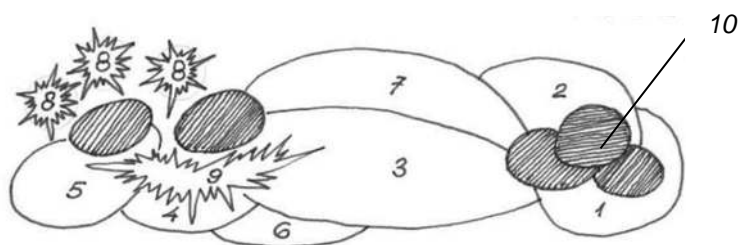
Растения	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	Декады														
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вариант а															
1. Барбарис обыкновенный															
2. Барбарис Тунберга															
3. Сирень амурская															
4. Примула весенняя	x	x	x	x	x	x									
5. Мак восточный					x	x	x	x							
6. Флокс метельчатый (красный)								x	x	x	x	x	x	x	x
7. Купальница Ледебура							x	x	x	x					
8. Антирринум большой (белый)							x	x	x	x	x	x	x	x	
Вариант б															
1. Можжевельник обыкновенный															
2. Люпин многолистный					x	x	x	x	x						
3. Солидаго канадский											x	x	x	x	x
4. Эригерон красивый								x	x	x	x	x	x		
5. Хризантема крупноцветная								x	x	x	x	x			
6. Арабис альпийский	x	x	x	x											
7. Флокс шиловидный			x	x	x	x									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вариант 6															
1. Сирень обыкновенная															
2. Курильский чай															
3. Нарцисс поэтический		x	x												
4. Арабис альпийский	x	x	x	x											
5. Рудбекия Золотой шар								x	x	x	x	x	x	x	x
6. Ирис германский				x	x	x									
7. Флокс шиловидный			x	x	x	x									
8. Флокс метельчатый								x	x	x	x	x	x	x	x
9. Ахиллея птармика				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

Рис. 4.7. Примеры разновидовых смешанных групп

### Рокарии, или каменные сады

Это цветники, в основу композиции которых положены камни, сочетающиеся с цветочно-декоративными растениями. Ассортимент растений, используемый для оформления рокария, самый разнообразный: почвопокровные, низко- и высокорослые виды, ампельные, вьющиеся, плетистые формы красивоцветущих и декоративно-лиственных растений различных жизненных форм. Очень привлекательны низкие, расплостанные среди камней кустарники, карликовые формы хвойных (рис. 4.8).



Календарь цветения

Растения	Май		Июнь			Июль			Август			Сентябрь			
	Декады														
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Арабис альпийский	x	x	x	x											
2. Флокс шиловидный			x	x	x	x									
3. Бадан толстолистный		x	x	x	x										
4. Астра альпийская					x	x	x								
5. Иберис вечнозеленый					x	x	x								
6. Алиссум морской					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
7. Календула лекарственная					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8. Можжевельник обыкновенный															
9. Можжевельник казацкий															
10. Камни															

Рис. 4.8. Пример каменного сада

Рокарии хорошо воспринимаются где-нибудь в парке, на приусадебном участке или в той части города, где имеются каменные лестницы, подпорные стенки. Подобными композициями можно украсить пришкольный участок, сельский парк, больничный городок.

Рокарии не надо путать с альпинариями, или альпийскими горками, – коллекциями видов альпийской и субальпийской флоры. Их устраивают в ботанических садах на участках, где воссоздают уголок природы альпийского горного пояса.

Неотъемлемой частью любой цветочной композиции является газон. Наиболее выигрышное впечатление создается в случае, если газон занимает территорию, превышающую площадь цветника не менее чем в 4–5 раз. Надо помнить, что даже самые нарядные композиции, лишённые газонного обрамления, воспринимаются как незавершенные.

### Рекомендуемая литература

1. Аксенов, Е. С. Декоративные растения. Т. II: Травянистые растения / Е. С. Аксенов, Н. А. Аксенова // Энциклопедия природы России. – Москва, 1997. – 608 с.

2. Леонтьев, Н.А. Цветоводство на Урале / Н. А. Леонтьев, Н. И. Петрова, А. М. Степанова. – Свердловск, 1971. – 134 с.

3. Петров, А. П. Дендрологический атлас : учебное пособие / А. П. Петров, Е. М. Дорожкин. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Москва; Берлин: Директ-Медия, 2020. – 228 с.

4. Петров, А. П. Введение в дендрологию : учебное пособие / А. П. Петров. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотех. ун-т, 2019. – 104 с.

5. Тавлинова, Г. К. Приусадебное цветоводство / Г. К. Тавлинова. – Ленинград: Агропромиздат, 1989. – 271 с.

4. Фирсова, Г. В. Справочник озеленителя / Г. В. Фирсова, Н. В. Кувшинов. – М.: Высшая школа, 1995. – 336 с.



## 5. БИОЛОГИЯ ЛЕСНЫХ ЗВЕРЕЙ И ПТИЦ

### Введение

**И**сследовательская работа, написанная по тематике, связанной с объектами животного мира, выгодно отличается, когда содержит практическую часть, состоящую из наблюдений в природе, систематизации фактического материала наблюдений в табличном или ином варианте, его анализ с обсуждением материалов, заключение и выводы.

Для написания такой работы и тем более для полевых наблюдений имеется ограниченное время. Очень важно в связи с этим правильно спланировать, сконцентрировать работу в поле и согласовать ее с имеющимися возможностями наблюдения за животными, климатическими особенностями территории, транспортными возможностями для посещения наиболее удаленных территорий, где наблюдения за животными наиболее вероятны.

#### *Полевые наблюдения*

Проводятся по упрощенной методике. Выбираются объект, метод и период наблюдений, разрабатывается календарный план (ежемесячных, ежедекадных, еженедельных или ежедневных наблюдений в каникулярный период).

Все работы и в зимний и в летний период проводятся только с согласия и в сопровождении взрослых, родителей, руководителей школьных лесничеств или школьного учителя.

По каждому дню наблюдений составляется отчет в дневнике (запись наблюдений: дата, время, место, погода, начало наблюдений, конец наблюдений), схема составляется карандашом на жесткой деревянной или пластмассовой дощечке с закрепленной на ней бумаге. Перед выходом в лес каждый участник инструктируется руководителем работ, оснащается схемой района, картой территории и в соответствии с ориентирами на местности определяет стороны света, в обязательном порядке оснащается компасом, спичками, дневным запасом пищи.



Очень благоприятны для наблюдений за птицами репродуктивный период (период размножения), период весенних и осенних перелетов (изучение видового состава мигрантов, сроков пролета, особенностей пролета видов, занесенных в Красные книги России, Среднего Урала, Челябинской области, ХМАО), осенний период, когда молодая птица на крыле и численность ее в лесных местообитаниях резко возрастает. В этот период возможны наблюдения за водоплавающими и околоводными птицами в местах их концентраций на остановках во время миграций.

Отдельно следует обратить внимание на благоприятные возможности наблюдения за охотничье-промысловыми видами, относительно многочисленными во многих районах Уральского федерального округа. Это наблюдение за поведением на токах, учет тетеревиных на токах, летне-осенние учеты глухаря, тетерева, рябчика по выводкам, изучение заселения птицами отдельных типов местообитаний, учеты посещения кормушек, кормовых полей и подкормочных площадок охотничье-промысловыми птицами и млекопитающими, изучение эффективности проведения биотехнических мероприятий в хозяйстве или на отдельном егерском участке.

#### *Камеральная обработка полевых материалов*

По материалам наблюдений составляются таблицы (материалы систематизируются), являющиеся основой для диаграмм, гистограмм или графиков, а также разрабатывается план лесонасаждений в соответствии с тем, в каких выделах проводились учеты или наблюдения.

В литературном обзоре сопоставляются полученные данные с имеющимися в литературе сведениями и результатами других исследований, эти материалы помещаются в обсуждение результатов.

Описываются местообитания, где проводятся наблюдения (лес, поле, болото). Лес отдельно дифференцируется на молодняки, жердняки и приспевающие и спелые насаждения (старый лес). Отдельно отмечается состав леса (ельник, сосняк, ивняк, смешанные насаждения с преобладанием осины, березы, сосны и т. д.). Эти данные уже дополняются по лесотаксационным материалам, имеющимся в лесничестве, по составу леса, по возрасту, характеристике живого напочвенного покрова.

Одним из основных условий существования экосистем, в том числе и лесных, является непрерывный поток энергии, осуществляемый через живой компонент экосистемы (биоценоз). Сообщество формируется, изменяется и существует на основе относительной устойчивости межвидовых связей, которые можно проследить через цепи питания (основные и относительно постоянные направления передачи энергии).

Любой участок леса – не просто насаждение, отдельный участок обитания, а часть естественной природной экосистемы. На все местообитания человек в процессе хозяйственной деятельности оказывает все более сильное воздействие. В свою очередь, воздействие на лес, как среду обитания

птиц и млекопитающих, вызывает смену доминирующих видов в лесных сообществах. Изменение возраста и состава леса также влечет за собой изменения (перераспределение в местообитаниях) всего комплекса населяющих лес животных. Поэтому в пригородных лесах плотность популяции зайцев, белок и некоторых других средних по величине и крупных видов очень мала и наблюдать за ними относительно сложно. Однако на определенных участках в лесопарковых зонах создаются относительно благоприятные условия для проведения исследований (посещаемость кормушек и видовой состав птиц в течение зимы, изучение плотности гнездования птиц по голосам, локализация гнездовых участков отдельных видов в отдельных группах типов леса).

Поэтому в настоящее время очень важно и очень ценно любое наблюдение, любое обобщение, которое можно получить на материале в пригородной зоне или недалеко от сельского поселения.

Млекопитающие, птицы, насекомые, амфибии, рептилии – все животные всецело зависят от состояния лесных экосистем, одновременно поддерживая собственную (лесную) среду обитания в определенном состоянии динамического равновесия, определяя необходимые элементы устойчивости лесных экосистем. Поэтому наблюдение, изучение биологии как отдельных видов, так и сообществ и экосистем всегда актуально.

## **Обязательные разделы исследовательской работы по биологии лесных зверей и птиц**

ВВЕДЕНИЕ (обоснование выбора тематики или объекта исследований).

1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ. (Составляется на базе лесохозяйственных материалов, при их отсутствии дается физико-географическая характеристика по любым литературным источникам или краеведческим материалам).

1.1. Местонахождение.

1.2. Рельеф, климат, гидрологические и почвенные условия.

1.3. Характеристика лесорастительных условий и лесного фонда.

1.4. Животный мир (или биология объекта наблюдения).

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ

2.1. Биологические особенности объекта.

2.2. Обоснование выбора места и методики наблюдения (исследований).

2.3. Количественные показатели времени наблюдений и объема собранного и обработанного материала.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Предлагаем вам примерные тематики наблюдений для подготовки исследовательских работ по биологии лесных зверей и птиц:

зимний маршрутный учет млекопитающих по следам; зимнее тропление млекопитающих; проведение учетов и расчета относительной численности населения птиц; учет водоплавающих птиц; наблюдение за фенологией птиц; изучение видового состава и численности птиц методом маршрутного учета; учет численности речного бобра.

### **Зимний маршрутный учет млекопитающих по следам**

Приведена методика на основе стандартного метода маршрутного учета средних и крупных млекопитающих (от горностаея до лося) по следам в зимний период.

Она предполагает самостоятельное проведение участниками маршрутных учетов животных по следам, оставляемым на снегу в зимнее время года. Задачей предусматривается проведение нескольких учетов по отдельности в трех-четырёх типах местообитаний, наиболее распространенных в вашей местности.

Данная работа не очень трудоемка, однако предполагает умение распознавать виды животных по их следам, умение ориентироваться и измерять расстояния на местности и ходить на лыжах.

Сущность методики маршрутного учета следов

В России зимний маршрутный учет применяется для определения плотности населения и численности средних и крупных млекопитающих на больших территориях и применяется с научно-исследовательскими целями.

Методика зимнего маршрутного учета основана на том, что среднее число пересечений учетным маршрутом следов животных учитываемого вида прямо пропорционально плотности населения этого вида. А число следов на местности зависит от активности перемещений животных: чем активность больше и чем больше животное перемещается, тем больше вероятность пересечений его следов учетным маршрутом.

Таким образом, для определения плотности населения животного (числа особей на единицу площади) нужно определить **два показателя**: 1) среднее число пересечений следов, произведенных животным за единицу времени (например за одни сутки) на единицу длины маршрута, и 2) коэффициент, связанный с двигательной активностью (длиной суточного хода) данного животного.

В простом виде **формула расчета** плотности населения по результатам учета следов выглядит как  $D = A K$ , где  $D$  – плотность населения данного вида (число зверей на единицу площади территории);  $A$  – показатель учета (среднее число пересечений натоптаных за сутки следов зверей данного вида, приходящееся на единицу длины маршрутов);  $K$  – пересчетный коэффициент, связанный с длиной суточного хода животного в период учета на данной территории.

В соответствии с этим процедура учета состоит из двух частей: 1) определение показателя учета А, т. е. непосредственный маршрутный учет, и 2) определение пересчетного коэффициента К.

**Пересчетный коэффициент** может быть определен одним из следующих способов: а) троплением следов зверей с последующим расчетом средней длины суточного хода, б) сопоставлением показателя учета с плотностью населения животных на пробных площадках; при этом число животных на площадках определяется методом многодневного оклада.

Для правильного определения пересчетного коэффициента необходимо использовать всю информацию о средней длине суточного хода животных, полученную различными методами в разные годы в разных регионах. Это очень трудоемкая работа, поэтому в настоящее время определение пересчетных коэффициентов проводится только централизованно. Среднестатистические величины коэффициентов для большинства видов лесной зоны России, рассчитанные для трех основных климатических зон, могут быть использованы для целей данного учебного задания только в случае, если аналогичных коэффициентов суточной активности животных вашей местности найти не удастся.

## **Методика проведения учетов**

### *Условия проведения учетов*

Главное условие проведения зимнего маршрутного учета – наличие снегового покрова, на котором животные оставляют свои следы.

Учеты **не проводятся** в период с очень сильными морозами, во время продолжительных оттепелей, в период, когда на поверхности снега образуется наст, а также в дни с сильным ветром, снегопадом или поземкой. Таким образом, учет не ведется в дни с «экстремальными» погодными условиями. После выпадения обильной пороши учет не проводится в течение 2–3 дней.

Если после затирки следов или во время учета начался сильный снегопад или метель, то учет прекращается и проводится заново после установления хорошей погоды. Во время учета нельзя иметь при себе собаку, пользоваться автотранспортом и наезженными дорогами.

Техника проведения маршрутного учета

Работа проводится в два дня.

**В первый день (день затирки следов)** учетчики, проходя маршрут, затирают все пересекаемые следы, чтобы при прохождении маршрута на следующий день отмечать только свежие, вновь появившиеся, следы.

Практически затирка следов происходит следующим образом: к поясу учетчика, передвигающегося на лыжах, привязывается широкая еловая или сосновая ветка, которая волочится позади учетчика и затирает все старые следы. В результате позади учетчика образуется «контрольно-следовая полоса».

**Тропы** зверей следует специально **засыпать** снегом, чтобы на следующий день определить количество прошедших по ним животных.

Если в день затирки встретились следы крупных редких хищников (волк, россомаха, рысь), то в записной книжке записывается число пересечений следов каждого из этих видов.

**Во второй день (день учета следов)**, проходя строго по тому же маршруту, учетчики отмечают в записной книжке или на схеме маршрута все новые следы, пересекающие маршрут, с указанием вида и количества зверей, оставивших следы. Если зверь (волк, лисица и др.), подойдя к лыжне, из осторожности повернул обратно, то такой подход записывается как одно пересечение маршрута. При встрече следов животных, прошедших одной тропой (след в след), нужно пройти по тропе до того места, где звери разошлись, и точно определить их количество. При встрече на коротком участке маршрута большого количества следов (например жировочных, т. е. при кормлении) записывается общее число пересечений следов на этом участке.

Длина маршрута измеряется по карте или непосредственно при его прохождении (шагами).

#### *Выделение местообитаний*

При проведении зимних маршрутных учетов все местообитания условно подразделяются на три категории – «лес», «болото» и «поле».

К лесным угодьям («лес») относятся все леса различного возраста, в том числе заболоченные, а также поляны, редины, прогалины, вырубки, гари, массивы кустарников.

Болотными угодьями («болото») считаются только открытые или поросшие сильно угнетенными деревьями (ниже роста человека) болота. Открытые болота могут быть среди леса или среди полей – те и другие относятся к болотным угодьям.

В полевые угодья («поле») включаются все прочие открытые угодья: пашни, пастбища, сенокосы, луга, тундра.

При проведении данного учебного задания такое подразделение местности на местообитания можно взять за основу, однако при наличии возможностей (несколько групп учетчиков) разделение на местообитания может быть и иным, например более дробным, с выделением нескольких типов лесов в зависимости от их возраста и породного состава.

#### *Измерение длины маршрута*

Измерять длину учетного маршрута можно по крупномасштабной карте, плану лесонасаждений, схеме землеустройства. На карту наносится маршрут, и его длина измеряется линейкой, курвиметром или циркулем-измерителем.

Если маршрут прокладывается по лесной квартальной сети, длину пути можно измерять по кварталам, зная расстояние между просеками. В крайнем случае длину пути можно измерять шагами, а затем пересчитывать в метры.

### *Размещение маршрутов и объем учета*

Учетные маршруты в районе проведения исследований намечают исходя из примерно пропорционального охвата учетом имеющихся на данной территории местообитаний. Наиболее простой способ достичь такой пропорциональности – заложить равномерную сеть маршрутов на территории района, следя за тем, чтобы из учета не исключались участки, относительно бедные зверем. Маршрут может быть как однонаправленным, так и замкнутым исходя из удобства его прохождения. Каждый из маршрутов должен состоять из небольшого числа прямолинейных отрезков или быть целиком прямолинейным. Маршруты не должны обходить открытые уголья (в том числе центральные части больших полей и болот), а должны пересекать их с сохранением общего направления. Маршруты не должны проходить по дорогам, широким просекам, вдоль рек и ручьев, лесных опушек, гряд, распадков и оврагов.

Для целей данного учебного задания необходимо обследовать не менее 3–4 наиболее типичных местообитаний своей местности и пройти с учетом не менее 5 км в каждом из них.

### *Обработка результатов*

По окончании сезона работ результаты всех учетов объединяют в одну сводную таблицу (табл. 5.1), в которую заносят данные о суммарном количестве всех пересечений следов каждого вида по каждому местообитанию во все дни проведения учетов.

*Таблица 5.1*

Образец шапки итоговой таблицы для расчета плотности населения животных по результатам маршрутного учета следов в трех стандартных биотопах (лес, болото, поле)

№	Виды животных	Общая длина маршрутов, км			Общее число пересечений следов			Число пересечений на 1 км маршрута (показатель учета)			Плотность населения зверей (особей) на 1 км <sup>2</sup>		
		Лес	Болото	Поле	Лес	Болото	Поле	Лес	Болото	Поле	Лес	Болото	Поле

Далее для каждого вида производят расчет суммарного числа пересечений следов на 1 км маршрута (показатель учета А из формулы, приведенной на с. 118). Для этого общее число пересечений следов в данном местообитании делится на соответствующую суммарную длину маршрутов, пройденных в данном местообитании (в километрах).

Для дальнейшей обработки данных полученную величину показателя учета умножают на пересчетный коэффициент из табл. 5.2 и полученное значение плотности населения в особях на 1 км<sup>2</sup> заносят в соответствующую графу таблицы. Эта величина и является окончательным результатом проведенного зимнего маршрутного учета. Для большей наглядности можно рассчитать итоговую величину плотности не на 1, а на 10 км<sup>2</sup>, так как численность некоторых животных при ее выражении на 1 км<sup>2</sup> окажется дробной.

Таблица 5.2

Пересчетные коэффициенты зимнего маршрутного учета животных  
(средние данные по 49 административным регионам  
Российской Федерации)

Виды животных	Северная зона (многоснежная)	Средняя полоса (средняя)	Южная зона (малоснежная)
Белка	4,5	5,2	5,2
Волк	0,11	0,1	0,09
Горноста́й	1,3	1,6	1,7
Заяц-беляк	1,2	1,2	1,2
Заяц-русак	0,6	0,6	0,5
Кабан	0,6	0,55	0,5
Колонок	0,9	0,9	0,9
Корсак	0,24	0,24	0,24
Косуля	0,69	0,64	0,64
Куница	0,6	0,70	0,95
Лисица	0,23	0,21	0,18
Лось	0,85	0,75	0,65
Олень благородный	0,68	0,68	0,68
Олень пятнистый	0,72	0,72	0,72
Росомаха	0,11	0,11	0,11
Рысь	0,22	0,22	0,22
Соболь	0,43	0,43	0,43
Хорек	0,8	0,7	0,6

**Примечание.** Приведенные в таблице пересчетные коэффициенты не могут безоговорочно применяться в научных целях для всех районов лесной зоны и различных по метеоусловиям зим. Они являются приблизительными и могут использоваться только с учебно-исследовательскими целями при работе со школьниками.

На оборотной стороне итоговой таблицы или в отдельном приложении следует привести копию карты района учетов с нанесенными на нее маршрутами и схемой расположения основных обследованных местообитаний.

Ведомости и карточка, заполняемые во время учета  
**ВЕДОМОСТЬ УЧЕТА СЛЕДОВ ЗВЕРЕЙ В ДЕНЬ ЗАТИРКИ**  
 (редкие и занесенные в Красные книги)

Вид	«лес»	«поле»	«болото»
Волк			
Росомаха			
Рысь			

Вид	«лес»	«поле»	«болото»

**ВЕДОМОСТЬ ВСТРЕЧ ПТИЦ** (в день затирки)

Дата	Вид птиц	Число особей птиц в обнаруженной группе (по категориям угодий), особи			Расстояние от учетчика до птиц, м	Характер обнаружения (из-под снега, со снега, с дерева)
		«лес»	«поле»	«болото»		

**Примечание.** При полном отсутствии на маршруте следов зверей или встреч птиц в ведомостях должен быть обязательно проставлен знак «Z».

**ВЕДОМОСТЬ УЧЕТА СЛЕДОВ ЗВЕРЕЙ В ДЕНЬ УЧЕТА**

Вид	Пересечения следов по категориям		
	«лес»	«поле»	«болото»
Белка (Бе)			
Волк (Во)			
Выдра (Вы)			
Горноста́й (Го)			
Заяц-беляк (Зб)			
Заяц-русак (Зр)			
Кабан (Ка)			
Кабарга (Кб)			
Колонок (Ко)			
Корсак (Кр)			
Косуля (Кс)			
Куница (Ку)			
Лисица (Ли)			

Вид	Пересечения следов по категориям		
	«лес»	«поле»	«болото»
Лось (Ло)			
Норка (Но)			
Олень благ. (Об)			
Олень пятн. (Оп)			
Олень сев. (Ос)			
Песец (Пе)			
Росомаха (Ро)			
Рысь (Ры)			
Соболь (Со)			
Хорек (Хо)			
...			



## ВЕДОМОСТЬ ВСТРЕЧ ПТИЦ (в день учета)

Дата	Вид птиц	Число особей птиц в обнаруженной группе (по категориям угодий), особи			Расстояние от учетчика до птиц, м	Характер обнаружения (из-под снега, со снега, с дерева)
		«лес»	«поле»	«болото»		

**Примечание.** При полном отсутствии на маршруте следов зверей или встреч птиц в ведомостях должен быть обязательно проставлен знак «Z».

### Зимнее тропление млекопитающих

Снежный покров, приходящий на смену листве и грязи осенних месяцев, предоставляет возможность зоологам проникнуть в потаенные детали жизни животных, особенно млекопитающих, в том числе самых осторожных и скрытных из них. Любой зверь независимо от своей величины, пробежав по рыхлому снегу, а тем более по свежей пороше, невольно оставляет на снежной поверхности следы, т. е. в некотором роде автограф.

Обладая известными следопытскими навыками, а их со временем можно и нужно приобрести, по этим отпечаткам наблюдатель узнает, кому они принадлежат и при каких обстоятельствах оставлены. Если же пройти по всему маршруту («наследу») зверя, тщательно регистрируя свидетельства событий, запечатленных на снегу, то можно совершенно точно, в количественных показателях, учесть все особенности жизни животного на данном отрезке пути.

Методика предполагает проведение работы по «тропению» животных, оставляющих следы на снегу. В зимнее время это в основном млекопитающие, ведущие активный образ жизни. Из копытных – это лось, олени, кабан, косуля; из зайцеобразных – заяц-беляк и заяц-русак; из грызунов – белка, ондатра, бобр; из хищных – волк, лисица, енотовидная собака, рысь, куницы – куница, норки, хорьки, горностай, ласка, выдра, россомаха.

Предусматривается проведение тропления нескольких (разных) особей одного из видов животных или нескольких видов животных из числа обитающих в данной местности.

Для проведения работы потребуется карта местности, на которой будет проводиться тропление (желательно крупномасштабная), линейки, компасы и полевые дневники.

## Сущность методики тропления

В общих чертах методика тропления сводится к тому, что наблюдатель движется вдоль цепочки следов зверя «в носок» (по ходу животного) или «в пяту» (против хода), ни в коем случае не срезая петель и поворотов, сделанных животным, к чему постоянно прибегают охотники. Пройденное расстояние подсчитывается шагами, а направления поворотов измеряются по компасу. Эти данные отмечаются в полевом дневнике или наносятся на имеющийся план местности. Одновременно фиксируются все существенные особенности поведения животного.

### *Что такое следы. Определение и измерение следов*

Выработке необходимых практических навыков в определении следов помогут предварительные экскурсии и практические занятия по знакомству с основными следами животных своей местности, ознакомление с литературой, фотографиями и рисунками следов. Существенно облегчат выбор объекта данные о численности различных видов животных, а также навыки определения следов.

В данном учебном задании придется иметь дело не только со следами в классическом представлении, т. е. отпечатками лап, но и с другими оставляемыми животными следами своей жизнедеятельности.

Под следами жизнедеятельности обычно понимают:

1) *следы передвижения* – отпечатки лап и других частей тела (хвост, брюхо), сломанные кустарники, набитые тропы, посорка (мусор) от передвижения зверей по ветвям;

2) *следы кормовой деятельности* – остатки и запасы пищи, покопки в снегу, следы поиска пищи, кормовые столики, обкусы и заломы растений, следы преследования и перетаскивания добычи и др.;

3) *следы, связанные с устройством убежища*, – норы, логова, лежки, ходы под снегом и пр.;

4) *следы жизненных отправлений* – экскременты, мочевые точки, следы линьки и ухаживания за волосяным покровом;

5) *информационные следы* – следы передачи информации, указывающие на занятость территории, – царапины и закусы на деревьях или земле, выделения мускусных желез, звуковые сигналы.

Важно помнить, что следы той или иной группы почти никогда не встречаются в чистом виде, например, следы передвижения могут быть связаны с поиском пищи, а мочевыми точками часто метится территория.

Знакомство со следами позволяет прежде всего определить вид животного, которое их оставило. Крупных зверей нетрудно опознать по отдельным отпечаткам лап или копыт. Другое дело – следы мелких зверьков. Часто они бывают настолько неясными и сходными у разных видов, что здесь надежнее руководствоваться оценкой не отдельных отпечатков,

а цепочек следов и учитывать характерные особенности передвижения, добывания пищи, повадок и другие признаки поведения.

Для определения видовой принадлежности имеют значение внешние особенности следов, их очертания, наличие отпечатков когтей и пяточных мозолей, размеры самого следа и промежутка между соседними отпечатками, расстояние от одного до другого следа по ходу движения.

Для определения следов нередко приходится прибегать к разного рода промерам. Их удобнее всего делать при помощи небольшой линейки или складного метра. Мягкие «портновские» сантиметровые ленты значительно менее пригодны. При измерении следов линейку надо держать на весу точно над следом или класть на снег рядом с ним, но только не на сам отпечаток, чтобы не испортить его. У отдельного следа измеряют максимальную ширину и длину, включая отпечаток ногтей. Длину прыжка определяют между одноименными отпечатками, т. е. либо между левыми, либо между правыми, считая от переднего края следа, так как он обычно более четок, чем задний. Иногда (у грызунов) необходимо определять расстояние между всеми четырьмя следами в их группе (рис. 5.1).

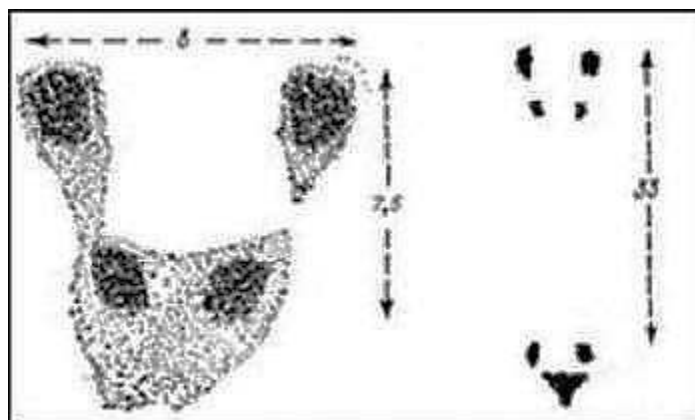


Рис. 5.1. Образец промеров следа белки

Помимо вида зверя, важно определить **свежесть** следа и **направление** его движения. Предпочтительно иметь дело со следами, появившимися только что или минувшей ночью, по пороше. Однако иногда, особенно при работе по крупному зверю, нельзя пренебрегать и более старыми следами. Для установления их возраста надо учитывать многие признаки.

#### *Как определить свежесть следа*

При определении свежести следов учитываются два основных фактора: биология поведения животного (его суточная активность) и особенности погоды. Например, если активность животного ночная, а снегопад кончился вечером и следы не припорошены, значит давность их не позднее ближайшей ночи.

Тропить животных лучше всего по пороше – свежевывавшему снегу.

Пороши бывают разные. Если снегопад прекратился вечером, он называется «*длинной порошей*»: животные успели оставить на снегу следы всей своей ночной деятельности. Именно такая погода наиболее интересна для следопыта-исследователя.

«*Короткой порошей*» называются последствия снегопада, окончившегося во второй половине ночи. В этом случае на снегу остаются следы животных, возвращавшихся после охоты или кормежки к своему логову. Эту порошу очень любят охотники, но для исследователя она не очень хороша.

Если снег шел всю ночь и прекратился только утром – это «*мертвая пороша*» – следов при такой погоде почти нет.

При *многоследице* тропить животных бывает очень трудно – это значит, что снегопада не было несколько дней и на снегу большое число следов разной давности и разных видов.

Для полноценного тропления лучше брать свежий, суточный след после «длинной» пороши. После нее можно проследить весь суточный (ночной) ход зверя, от лежки до лежки, хотя, может быть, и не за один раз.

При определении свежести следов используются также следующие закономерности:

1) при солнечной погоде на глубоком снегу свежий след выглядит нежно. Если видны мельчайшие детали следа, черточки от когтей или кончиков копыт, выброс снега ажурный, похож на снежную пену – зверь только что был здесь;

2) попробуйте следы на ощупь. Свежий след на сухом снегу на морозе мягкий, словно пух. Со временем стенки следа покрываются настом, и чем след старше, тем он тверже;

При морозе в минус 10 °С след слегка затвердевает через 15–20 мин. При морозе в минус 15–20 °С след твердеет через 5 мин. На глубоких следах крупных зверей (лось) корочка наста появляется очень быстро. У легких зверей с поверхностным следом (мыши, горностаи) отпечатки совсем не твердеют – определить их давность на ощупь нельзя. След зайца твердеет уже довольно хорошо;

3) попробуйте пересечь след тонкой веточкой: свежий след (10–15 мин) веточка перережет, почти не отгибаясь; старый след (5–10 ч) перережет, но изогнется; очень старый след (сутки и более) даже не перережет, а вывернется из-под него;

4) в мороз можно поднять след, подсунув под него руку. Свежий след при этом рассыплется, более старый останется в руке в виде комочка снега, толщина которого будет тем больше, чем старше след;

5) при морозе минус 15–20 °С моча животных на снегу сохраняет естественный цвет в течение 1,5–2 ч, затем начинает темнеть. В течение часа снег, смоченный мочой, рассыпается на мелкие кусочки, через 3–4 ч смерзается. Помет остается мягким, покрываясь инеем. Через 1–2 ч замерзает его поверхность, через 3 ч он промерзает насквозь;

б) для контроля скорости изменения следов можно оставлять свои метки и следы на снегу в защищенном месте и наблюдать за их изменениями со временем, а затем сравнивать их со встреченными следами.

### *Как определить направление движения животного*

Если снег неглубокий или влажный, следы отпечатываются четко и определить направление хода животного нетрудно. На рыхлом и глубоком снегу, когда не видны отпечатки когтей, подушечек или копыт, пользуйтесь следующими приемами:

1) сравните длину выволоки (передняя стенка следа, т. е. в направлении движения) и поволоки (задняя стенка). Поволока всегда длиннее выволоки, потому что нога опускается в снег полого, а вынимается гораздо круче;

2) на передней части следа можно увидеть выброс снега – валик выше общего уровня снегового покрова, особенно если след свежий;

3) потрогайте стенки нескольких следов – передняя стенка всегда тверже задней, потому что, вынимая ногу, зверь надавливает на нее, а старея, снег смерзается;

4) понаблюдайте общий почерк следовой дорожки, представьте себе движения зверя. Увидев изменение длины шага перед препятствием, следы залезания или спрыгивания, вы поймете логику его движения и, соответственно, направление.

### *Основные аллюры животных*

При троплении приходится часто отмечать различные аллюры (походки) животных.

Их несколько:

*медленный шаг* – отпечаток задней лапы располагается позади и сбоку от отпечатка передней;

*крупный шаг* – отпечаток задней лапы точно попадает в отпечаток передней;

*рысь* – отпечаток задней лапы может быть впереди отпечатка передней. Это характерные следы копытных и хищных зверей семейства псовых и кошачьих;

*двухчетка, трехчетка и четырехчетка* – это галоп, при котором следовые группы состоят из двух, трех или четырех отпечатков. Это обычный аллюр кунных, и зависит он от скорости бега;

*крупный галоп, или карьер*, – отпечатки задних лап сильно впереди передних – характерный способ передвижения зайцев и белки. Остальные животные используют галоп обычно при вынужденных случаях быстрого ускорения (бегство, погоня).

## *Методика тропления*

Группа наблюдателей, обычно два человека, вначале просто ищет подходящий след нужного вида животного.

Найдя след, они начинают движение против хода животного. Конечно, соблазнительно идти вслед за зверем в надежде его догнать и воочию понаблюдать. Мы не говорим об охоте, когда все помыслы направлены на то, чтобы догнать и добыть преследуемое животное. Иное дело – исследовательские цели. Здесь нередко стоит пожертвовать соблазном понаблюдать за самим животным, а из боязни спугнуть его приходится отдавать предпочтение движению назад – «в пяту». Это позволяет познакомиться с поведением спокойно чувствовавшего себя зверя и проследить его ход вплоть до самого начала – длительной (ночной) или дневной лежки.

Позднее, по завершении этой части пути, можно быстро вернуться к исходному пункту и продолжать выслеживание, но теперь уже вперед – «в носок». При наличии нескольких групп наблюдателей можно тропить животное одновременно в обе стороны следа.

Так в конечном счете возникает точное представление о всем пути, пройденном животным, и появляется много интересных наблюдений, которые очень выиграют, если будут точно зарегистрированы, а затем количественно обработаны.

## *Изучение поведения во время тропления*

В результате тропления выясняются особенности зимнего распределения того или иного вида животного по станциям, характер убежищ, способы передвижения в зависимости от обстоятельств и специфики распределения и структуры снежного покрова. Можно также оценить баланс питания и многие другие стороны поведения животного.

Изучая копытных и зайцев, записывают, какие породы деревьев и кустарников они объедают и обгладывают, всякий раз подсчитывая количество поедей. Далее определяют степень поврежденности и в частности регистрируют сломанные экземпляры, отмечают поедание подснежных растений и величину сделанных при этом пороев, учитывают места мочеотделения и дефекации, а иногда даже подсчитывают количество экскрементов («орешков»), чтобы выяснить степень усвоения съеденного корма.

Специальное внимание уделяется условиям передвижения в зависимости от глубины, плотности и деталей распределения снега. Наконец, фиксируются места и особенности лежек.

Само собою разумеется, что в протокол тропления заносятся все сколько-нибудь интересные наблюдения, сделанные по следам. В зависимости от условий работы (в частности от мороза, свежести, глубины и плотности снега), от протяженности пути зверя, а также от обилия фактов записи во время тропления ведутся с разной степенью подробности.

Опыт показывает, что тропить удобнее вдвоем: один (ведущий) наблюдатель определяет по компасу направление хода животного и все его изменения, регистрирует пересекаемые станции, считает шаги от одной лежки к другой. Очень важно регулярно измерять глубину следов зверя и глубину снежного покрова с помощью лыжной палки, размеченной с верхнего конца на отрезки по десять и пять сантиметров. Большое значение имеют также определение плотности снега, его структуры, наличие наста и погребенных ледяных корок. На долю второго наблюдателя приходится внимательный осмотр объединенных деревьев и кустов и подсчет поедей.

В протоколе тропления отмечается длина разных участков пути животного – в шагах или метрах. Там, где животное кормилось, эта дистанция помечается буквой «к» (кормежка) в отличие от простого свободного хода.

Запись в полевом блокноте выглядит примерно так:

Вырубка

СЗ, 35 к, экскр. (85), 50 к, лежка, экскр. (105).

СВ, 20 к, 50, экскр. (95), 35 к, лежка, мочеотд. Смеш. лес

СВ, 30 к, экскр. (95).

Запись ведется очень кратко, слова заменяются отдельными буквами или даже условными значками. Полезно фиксировать также различные детали поведения животного, не отраженные с основным протоколе.

Второй наблюдатель, как мы указывали, регистрирует поеди. В простейшем случае можно ограничиться подсчетом объединенных кустов и деревьев. Но такие сведения слишком схематичны, поскольку не учитывают степени повреждения, а тем более количество съеденных побегов. Несравненно точнее питание может быть охарактеризовано, если на каждом поврежденном растении подсчитывать все объединенные побеги, отмечать обглоданную кору и сломанные вершины. Конечно, подобная работа весьма трудоемка, но зато приносит отличные результаты.

Надо, однако, иметь в виду, что подсчитывать следует только свежие поеди. Они хорошо выделяются белым цветом и отсутствием изморози на изломе, если тропление производится при ясной солнечной погоде и морозе. При более теплой и пасмурной погоде установление давности повреждения подчас сопряжено с трудностями, особенно при недостаточном опыте и чрезмерной спешке.

Учет поедей, как и пройденного расстояния, ведется от лежки до лежки. Благодаря этому становится известным точное количество побегов и коры, съеденных на данном отрезке пути, что в сопоставлении с числом экскрементов позволяет определить пищевой баланс животного.

Тропление хищных зверей, в частности мелких их видов, с которыми преимущественно и приходится сталкиваться, отличается своими специфическими особенностями. При их троплении наиболее важно отмечать способы добывания пищи: заходы под бурелом, под корневые вывороты и

низко опущенные ветви, нырки в снег; поимку добычи и неудачные попытки охоты; резкие прыжки и повороты, смены аллюров, использование лесных дорог, лыжней, звериных троп, заходы на деревья и прыжки из кроны в крону; «минирование» толщи снега; места лежек, дефекации, мочеотделения.

Некоторые исследователи советуют подсчитывать и записывать следы деятельности хищных зверей после каждой сотни пройденных шагов, а при троплении более крупных хищников – через 500 и даже 1000–1500 шагов. Думается, однако, что протоколировать наблюдения надежнее тотчас же, чтобы не забыть подробности, а еще лучше одновременно картировать пройденный путь.

При нанесении маршрута животного на карту удобно использовать условные обозначения для разных форм активности животного.

Для способов передвижения животных можно также использовать систему условных обозначений.

Аналогичные приемы наблюдений за поведением методом тропления с успехом используются при изучении экологии не только хищников из семейства куньих, но и мелких грызунов и насекомоядных. Обычно изучение следов этих животных захватывает весьма ограниченные пространства, поскольку в большинстве случаев мышевидные грызуны совершают только короткие перебежки от одного дерева или куста к другому. Такие характерные повадки лучше всего могут быть отражены путем детального картирования соответствующих участков в крупном масштабе. Картирование удобно производить на полосах метровой ширины, последовательно размечаемых на участке, предназначенном для съемки. Здесь могут пригодиться лыжные палки, размеченные на дециметры. С их помощью легко прочерчивать на поверхности снега границы картируемых участков и отдельных полос.

Интересным способом непосредственного наблюдения грызунов и насекомоядных в подснежных ходах является устройство траншей длиной 20–25 м, полметра шириной и глубиной на всю снежную толщу вплоть до наземного покрова. Такая траншея рассекает подснежные ходы зверьков. Для их восстановления в стенках траншеи на высоте нарушенного туннеля укрепляются деревянные планки, образующие подобие поперечных мостиков. Грызуны свободно ими пользуются и, перебегая через траншею, появляются в поле зрения наблюдателя, который находится на одном из концов траншеи.

### *Обработка результатов тропления*

Само по себе тропление животного является лишь методом изучения его поведения и экологии. Результаты тропления нуждаются в количественной обработке.



Первый из количественных параметров, вытекающих из результатов тропления, – площадь участка обитания животного или длина его суточного (ночного) хода. Этот параметр вычисляется на основе составленной карты или записей в полевом дневнике.

Если наблюдение велось за животным, ведущим типично оседлый образ жизни (лоси, кабаны, белки), то маршрут тропления рациональнее нанести на карту и определить площадь участка обитания по карте. Если животное обладает очень большой территорией и на протяжении всего отрезка тропления двигалось более или менее прямолинейно, можно ограничиться подсчетом длины его хода.

Второй параметр – подсчет различных форм поведения животного на единицу его маршрута. Здесь следует подсчитать все типичные формы его активности: места кормежки или охоты (удачной и неудачной отдельно), лежки, мочевые метки, экскременты и т. д. в зависимости от вида животного. Расчет можно произвести на любую единицу измерения (на 100 м или 1 км маршрута, на 1 га или 1 км<sup>2</sup>) также в зависимости от вида и активности животного (и, соответственно, длины его хода).

Третья возможная характеристика – баланс кормления. Здесь принято рассчитывать количество съеденного корма на единицу длины маршрута или площадь. Для растительноядных животных подсчитывают примерное число съеденных растений (ветвей, коры стволов, шишек, подснежной растительности), для хищников – число и соотношение удачных и неудачных результатов охоты. К балансу кормления относится также число экскрементов на единицу длины маршрута или площади.

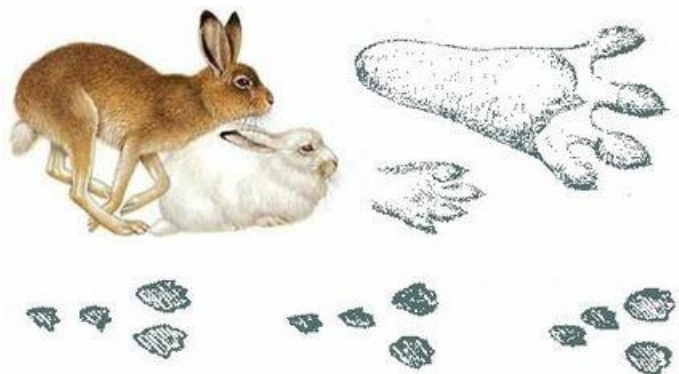
Еще одной важной характеристикой, получаемой в результате тропления, может быть *биотопическая приуроченность* (стаиальная – для мелких животных) животного. Анализируя результаты тропления следует ответить на вопросы: какие биотопы (станции) предпочитает изученный вид, где он предпочитает кормиться, где проводить ночь, а где – день.

При оформлении работы количественные данные желательно изобразить в виде таблицы.

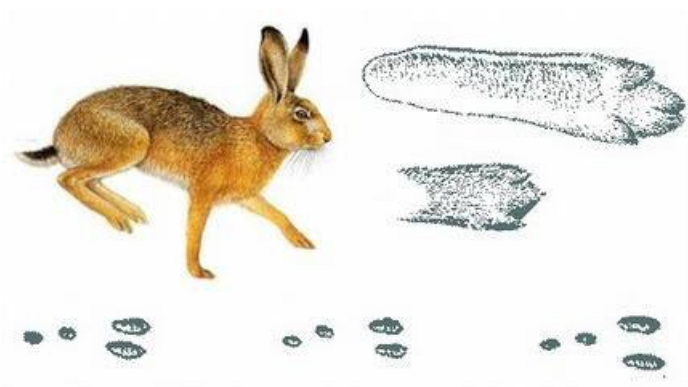
К таблице должны быть приложены: карта местности, на которой проводилось тропление (с маршрутами троплений или без них), словесное описание биотопов (предпочитаемых и «транзитных»), словесные описания нестандартных и не поддающихся количественному учету форм поведения: каким аллюром предпочитает передвигаться животное, когда и почему меняется скорость движения, как животное метит свою территорию, как относится к особям своего вида и к особям других видов, к следам деятельности человека и т. д.

В прил. 5.1 представлены внешний вид и следы основных видов млекопитающих.

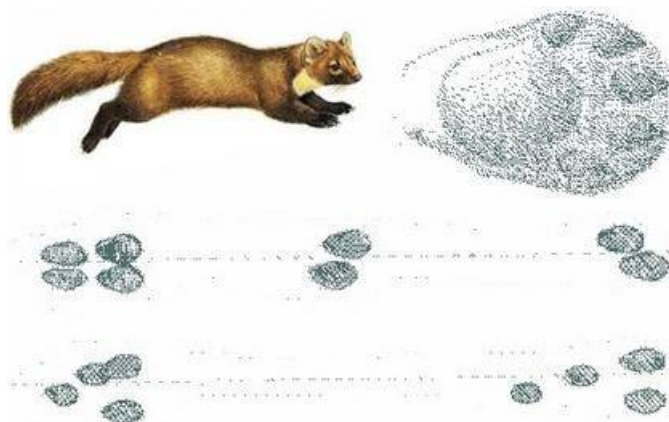
Внешний вид и следы основных видов млекопитающих



Белка обыкновенная



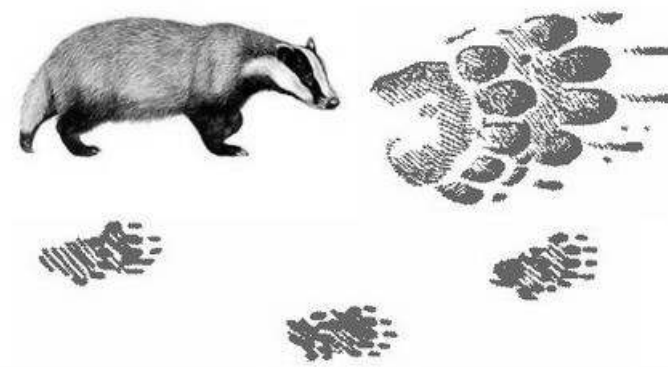
Заяц-русак



Куница лесная



Росомаха



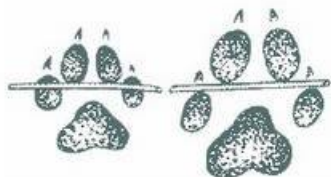
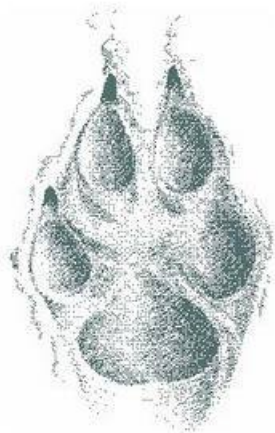
Барсук



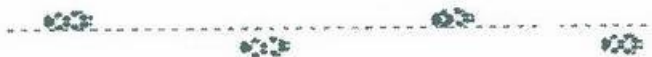
Ласка



Горностай



Волк



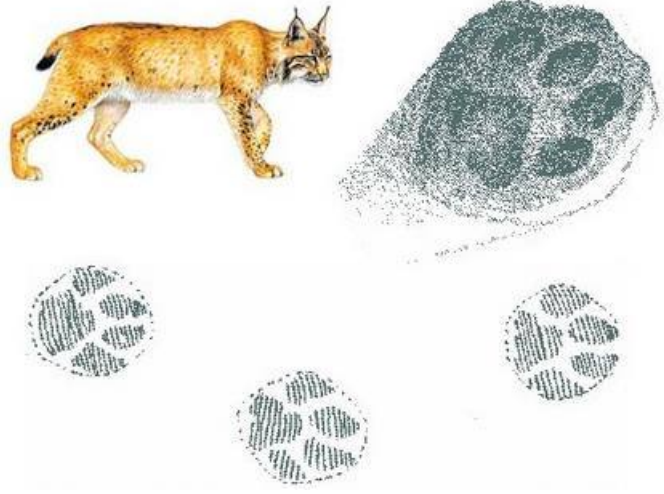
Лисица



Собака енотовидная



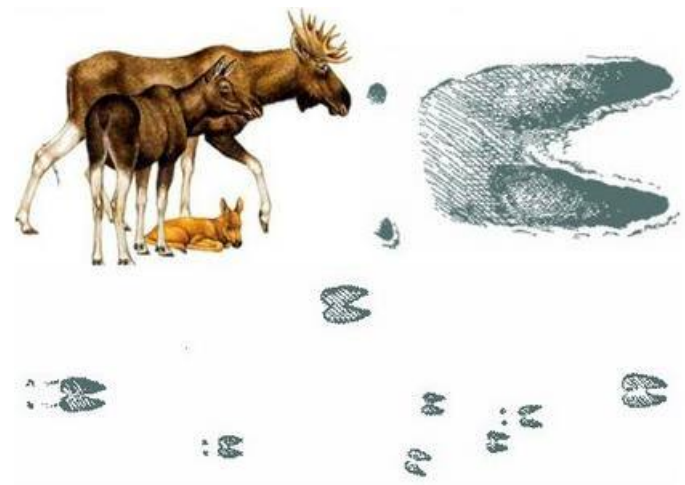
Медведь



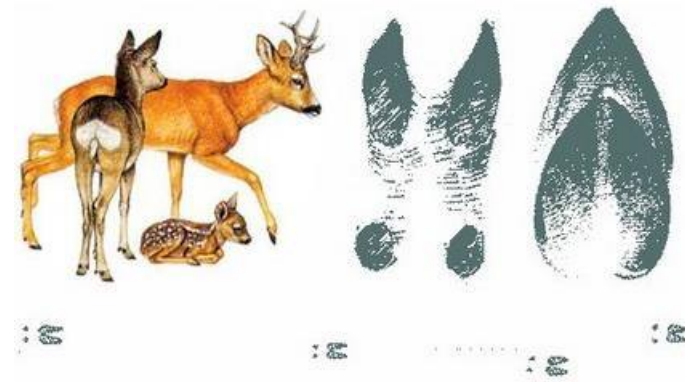
Рысь



Кабан



Лось



Косуля



## Методика проведения учетов и расчета относительной численности населения птиц

### *Общие положения*

Учеты проводятся отдельно в основных типах местообитаний птиц ежегодно в период с 20 декабря по 20 января.

За период учетных работ в каждом из них необходимо провести маршрутные учеты определенной протяженности. Прежде чем приступать к проведению учетов следует наметить **набор местообитаний**, типичных для данной местности, и взвесить свои возможности в их охвате учетами. При проведении учетов их результаты следует заносить в полевой дневник, а по окончании периода работ все записи перенести в «выборку учета», которую выслать координаторам программы.

Ниже приводится информация, позволяющая всем орнитологам, имеющим опыт определения птиц в природе, в короткий срок овладеть навыками проведения учетов и стать постоянными участниками программы.

#### Выделение местообитаний

Учеты проводятся отдельно в каждом из выделяемых типов местообитаний. В соответствии с общими задачами программы Евроазиатских Рождественских учетов, отдельному обследованию подлежат:

- хвойные леса,
- лиственные леса,
- открытые территории,
- населенные пункты,
- акватории.

Конкретные местообитания в тех или иных районах желательно объединять в эти пять основных типов, но можно разделять их и более подробно в зависимости от существенности их различий между собой и наличия «трудовых ресурсов» учетчиков. При невозможности охватить учетами все типы местообитаний района следует отдавать предпочтение одному-двум наиболее распространенным.

Основным критерием для выделения типов лесных местообитаний является состав древесных пород. К типу *хвойных лесов* относятся леса с преобладанием ели и пихты (темнохвойные), сосны, лиственницы и кедра (светлохвойные). К типу *лиственных лесов* относятся леса с преобладанием березы, осины (мелколиственные), дуба, липы, бука, клена, каштана и т.п. (широколиственные). В отдельную категорию выделяются обычно леса с преобладанием ольхи (ольшаники). Леса с наличием в составе древесной и хвойных и лиственных пород желательно относить к той или иной категории в зависимости от преобладающих пород, указывая, однако, из каких древесных пород и в каком их соотношении состоит лес.

К типу *открытых пространств* относятся сельскохозяйственные поля, луга, необлесенные поймы рек, покосы, выпасы, свежие вырубki и гари и т. п. В эту же категорию следует относить беслесные пространства с редкими лесополосами или узкими лиственными перелесками шириной 10–15 м.

*Населенные пункты* подразделяются обычно на малые деревни (хутора, деревни до 10 дворов), большие деревни, поселки городского типа (с каменными многоэтажными и деревянными домами) и города.

*Акватории* следует подразделять на побережья морей, больших озер и широких рек, малые озера и пруды, малые реки и ручьи.

Представляет интерес также проведение учетов и в других местообитаниях, являющихся типичными для той или иной местности, – лесопосадки, широкие лесополосы, сады, свалки, рыбопродуктивные хозяйства и т. п.

### *Выбор маршрутов*

В случае, когда местность хорошо знакома учетчику или имеется карта растительности, планировать учетные маршруты лучше по большим однородным местообитаниям. При невозможности проведения учета без перерыва в одном местообитании (например при большой мозаичности лесных массивов), учет при переходе из одного местообитания в другое следует заканчивать (указывать время окончания учета в данном местообитании и пройденное по нему расстояние) и начинать «новый» учет в другом местообитании (если оно входит в число обследуемых).

Учеты в лесах легче всего проводить по лесным дорогам и просекам не шире 20 м, а в населенных пунктах – по улицам. Нежелательно проведение учетов по границам местообитаний, так как там обычно больше птиц. В случае проведения учета по границе двух местообитаний (за исключением побережий) расстояние, пройденное с учетом, для каждого из них следует уменьшать вдвое.

### *Техника проведения учета*

При проведении учетов используется методика маршрутного учета без ограничения полосы обнаружения. Этот метод отличается относительной простотой как в части техники проведения учета, так и расчета относительной численности птиц. В учетах используются данные всех встреч птиц, поэтому данный метод хорошо подходит для проведения работ в зимнее время, при их редкой встречаемости.

Во время учета наблюдатель идет по маршруту и отмечает в полевом дневнике всех встреченных (увиденных и услышанных) птиц независимо от расстояния до них.

*Скорость движения* во время учета должна быть достаточно низкой, чтобы наблюдатель уверенно регистрировал звуковые сигналы птиц. В то же время следует избегать лишних остановок и целенаправленно прислушиваться в промежутках между регистрациями встреч птиц, так как это

приводит к завышению показателей численности. С учетом этих требований, обычная скорость пешего учета в зимний период должна составлять 2–2,5 км/ч.

Учеты следует проводить в утренние часы в отсутствие сильного ветра, сильного дождя и снегопада.

*Записи в полевом дневнике.* До начала учета в полевом дневнике отмечаются: место проведения учетов, дата, состояние погоды (облачность, температура, наличие ветра, высота снегового покрова, наличие снега на ветвях – кукхты). Кроме того, перед началом учета указывается название местообитания, в котором будет проводиться учет.

При обнаружении птицы в полевом дневнике отмечаются:

1) вид птицы, 2) количество особей, 3) характер перемещения птицы (находится в данном местообитании – «с», т. е. «сидит», или летит через местообитание транзитом – «л», в случае, если не зарегистрированы ни момент взлета птицы, ни момент ее посадки).

*Определение видов.* Учетчик должен определять встреченных птиц до вида всеми возможными способами: по внешнему виду и голосу, с помощью бинокля, определителя, используя весь свой личный опыт и помощь более опытных коллег. Если учетчик не успевает определить вид птицы, он все равно отмечает встречу с ней, стараясь по возможности сузить круг видов, к которым она могла принадлежать. Например, «сойка/кукша – 1 с, чиж/чечетка – 30 л» и т. д. Если малоопытному учетчику не удастся определить видовую принадлежность птицы с линии маршрута, можно подойти к ней, не фиксируя при этом дополнительные встречи с птицами во время схода с маршрута. В случае схода с маршрута в учете регистрируется только то число видов и особей, которое обнаруживается первоначально с линии учетного хода.

*Определение пройденных расстояний и площади акваторий.* Во время учетов в местообитаниях суши оценивается пройденное расстояние в километрах по карте, квартальной сети, столбам линий электропередач, путем подсчета шагов или в крайнем случае на глаз. Оценивается также чистое время учета в часах.

При проведении работ на акваториях учет проводят таким же образом, но вместо простого подсчета длины маршрута определяют примерную площадь обследуемых акваторий.

При проведении учета на побережьях морей, больших озер и широких рек подсчитывают длину обследованной береговой линии в километрах и максимальную дальность обнаружения (определения) птиц – ширину учетной полосы. Она зависит обычно от погодных условий, опытности и зоркости учетчика, наличия оптических средств.

При проведении учета вдоль узких рек и ручьев подсчитывается длина обследованного водотока в километрах и указывается средняя ширина русла.



При проведении учета на небольших озерах, прудах, водохранилищах, т. е. в тех случаях, когда есть возможность пересчитать всех птиц, находящихся на акватории, площадь ее определяют непосредственно на глаз в квадратных километрах, гектарах, метрах.

*Частичный учет.* Если какой-либо редкий и интересный в этом отношении вид птицы во время учета на зарегистрирован, но встречен вне учета (во время возвращения домой, прогулки и т. п.), его заносят в так называемый «частичный учет». В нем фиксируются те же сведения, что и в основном учете: название местообитания, вид птицы, число встреченных особей, расстояние, пройденное в данном местообитании и затраченное на это время *вне (сверх)* основного учета.

### *Объем учетных работ*

За период работы с 20 декабря по 20 января в каждом местообитании следует пройти с учетом в общей сложности не менее 20 км в лесной зоне и не менее 10 км в лесостепной и южных горных районах. Учет при этом можно проводить как однократно, так и многократно на постоянном маршруте, длина которого, однако, должна быть не менее 3 км.

Норма учета побережий и узких рек и ручьев – 10 линейных километров, малых озер и прудов – в общей сложности 1 км<sup>2</sup>.

### *Обработка материала*

По окончании периода работ и при условии набора достаточного объема данных (учетного километража) на основе записей в полевом дневнике составляется **итоговая таблица**. Итоговая таблица представляет собой перечень всех зарегистрированных в данном местообитании птиц с указанием количества встреченных особей за весь период работ. При этом все «сидящие» и «летающие» птицы суммируются по отдельности.

Следующим этапом обработки данных является расчет *относительной численности* населения птиц (N) каждого вида в особях на 1 линейный километр маршрута (для сухопутных местообитаний).

Процедура расчета проста: общее количество встреченных особей (Eп) необходимо поделить на суммарное количество пройденных с учетом километров (L). Для птиц, встреченных летящими, пройденное расстояние заменяется на суммарное время учета в часах (H), умноженное на 30 – среднюю скорость полета птиц в км/ч:  $Eп/(H \times 30)$ .

При расчете относительной численности птиц, внесенных в частичный учет, расстояние и время (L и H) основного и частичного учетов суммируются.

Относительная численность «сидящих» и «летающих» птиц, а также встреченных на основном и частичном учетах также суммируется.

Для расчета относительной численности птиц на акваториях общее число встреченных на учете особей следует соотносить с данными о площади обследованной акватории. Для этого следует произвести расчет численности птиц на 1 км<sup>2</sup> акватории или просто указать ее примерную площадь или размеры над итоговой таблицей.

### Оформление ведомости учета

Ведомость учета составляется отдельно на каждое местообитание, в котором проводился учет и в котором набран достаточный объем данных. Ведомость учета состоит из итоговой таблицы и сопроводительной информации, размещенной выше и ниже нее. Ведомость учета должна быть размещена на отдельном листе бумаги стандартного формата.

В верхней части ведомости должна быть помещена информация о том, где и когда проводились учеты (см. образец). Ниже итоговой таблицы (или на оборотной стороне листа) следует дать краткую характеристику данного местообитания (не более 10–12 строк) с указанием его внешних особенностей (состав, возраст и густота древесного полога, степень мозаичности, характер застройки, растительность и структура водоемов и т.д.). Желательно также указать особенности проведения учетов и погодных условий в период работ. *В конце* каждой ведомости следует указать фамилию, имя, отчество и адрес учетчика.

### Ведомость учета

*Образец*

Зимний сезон 20.../ 20... гг.

Место проведения учета:

Даты и время проведения учетов:

Местообитание:

Пройдено с учетом, км (L):

Суммарное время учета, ч (H):

(или площадь обследованной акватории, га, км<sup>2</sup>):

### Итоговая таблица

№	Виды птиц	Встреченное число особей (Еп)		Относительная численность на 1 км маршрута (N)
		сидящих	летающих	

Описание местообитания:

Ф.И.О. и адрес учетчика:

## Учет водоплавающих птиц

Мониторинг популяций водоплавающих птиц города имеет важное научно-практическое значение: он может стать индикатором экологического состояния водоемов, наличия возбудителей некоторых паразитарных заболеваний, изменений социально-экономической обстановки в городе и др.

### *Общие рекомендации*

Надо заранее позаботиться о выборе маршрута. Независимо от того, куда вы собираетесь, начинать надо с плана города. Чтобы быстро добраться до водоема и не запутаться во время учета, надо уточнить расположение и название объекта, который намечено обследовать, пути подхода или подъезда к нему и прикинуть время на дорогу. По возможности заранее пройдите намеченный маршрут и убедитесь в том, что водоем не замерз и не засыпан, обстановка пригодна для птиц, а путь подъезда выбран правильно. Скопируйте или срисуйте план того участка, который вы собираетесь обследовать. Возьмите копию с собой на маршрут, чтобы отметить размещение птиц.

Предварительно ознакомьтесь с прогнозом погоды. Одежда и обувь должны быть удобными и прочными. Избегайте яркой одежды – белой, синей, красной. Некоторые утки очень осторожны даже в городе. Например, на Москве-реке они взлетают при появлении броско одетых людей быстрее, чем при виде человека в камуфляже.

На учете полезно бывает иметь шести- или восьмикратный полевой бинокль, но в большинстве случаев можно обойтись и без него. Освойте технику обращения с биноклем заранее, не дожидаясь дня учета. Только если вы идете на большой открытый водоем, вам нужен сильный бинокль или подзорная труба. Берегите оптику от осадков!

Если вы любите фотографировать, возьмите с собой фотоаппарат, и у вас будет шанс сделать удачные снимки птиц.

Важная задача – научиться определять водоплавающих птиц, которые могут вам встретиться. Познакомьтесь с внешним видом водоплавающих птиц средней полосы России по определителям, в том числе на сайте Союза охраны птиц. Полезно посетить зоологический музей и/или зоопарк. Попробуйте самостоятельно составить описание нескольких известных вам видов уток.

Часто бывает трудно определить птицу по изображению, и приходится использовать описание в ходе консультации со специалистом.

Очень важный момент – тщательная запись результата учетов. Она должна быть сделана на месте. Полагаться на память нельзя! Чтобы записи сохранились в любую погоду, их надо делать в записной книжке простым мягким карандашом (**не ручкой!**).

В некоторых местах сильно мешают учету бродячие собаки. Для их отпугивания вам пригодится баллончик красного или черного перцового аэрозоля «Шок».

Возьмите с собой немного белого хлеба для уток. По утрам они охотно подплывают за кормом, собираются вместе и этим облегчают учет.

### *Техника учета*

Старайтесь выйти на место учета утром, чтобы добраться до водоема, когда станет совсем светло. В утренних сумерках птиц видно плохо.

Если прийти поздно, птицы могут забиться в укрытие на отдых или покинуть водоем, не дав себя пересчитать.

Обойдите водоем целиком, придерживаясь намеченного заранее маршрута и сверяясь с планом. Даже если участок, занятый птицами (например полынья), невелик, убедитесь в том, что вы обнаружили все места скопления птиц. Возможно, вам просто не видна часть водоема (за плотиной и т. п.). Если пруд на реке не один, надо обязательно пройти весь каскад, утки могут перемещаться вдоль него.

Заметив птиц, не подходите к ним сразу и быстро. Если они не «прикормлены», то могут испугаться и улететь. Только предварительно подсчитав их на расстоянии, начинайте двигаться в их сторону, используя пешеходные дороги общего пользования. Быстрое движение по целине прямо на птиц иногда пугает даже полуручных крякв.

Подойдя как можно ближе к птицам, надо пересчитать их второй раз: если они привыкли к подкормке, то в надежде на подачку, возможно, сплывутся из разных частей водоема. Удобно пересчитать сначала всех птиц, а потом – только ярких самцов. Не забудьте сразу записать результат.

В небольших группах уток обычно нетрудно подсчитать полностью, самцов и самок отдельно.

Очень удобно считать вдвоем: один смотрит в бинокль и диктует, второй записывает результаты отдельно по самцам и самкам.

Запись значительно ускоряется с применением метода записи точками, объединенными в прямоугольники, после которой учтенных птиц можно подсчитывать сразу десятками.

В крупных стаях, особенно на воде, птиц пересчитать значительно сложнее. Для подсчета применяют следующий прием: с одного края стаи отсчитывают группу в 50 птиц, а затем равные ей по размеру намечают на протяжении всей стаи.

Такой подсчет проводят не менее двух раз, начиная с разных концов стаи.

В крупных одновидовых стаях нередко встречаются отдельные особи редких для города видов водоплавающих птиц.

Постарайтесь не пропустить их и определить или подробно описать. Зимой некоторые водоплавающие птицы выглядят не так или не совсем так, как летом. Учтите это при использовании определителей.

Отметьте на схеме места размещения птиц разных видов и их скоплений, запишите результаты учета в дневник.

Постарайтесь пересчитать самцов и самок каждого вида отдельно. Если это невозможно, специально отметьте число птиц, пол которых определить не удалось. Если птиц на водоеме не оказалось, обязательно отметьте этот факт в дневнике и включите в отчет: отрицательный результат – тоже результат.

По возвращении необходимо сразу разборчиво переписать результаты учета со схемой маршрута и примечаниями набело или внести в базу данных компьютера, но при этом ни в коем случае не уничтожать первичные материалы – они могут еще не раз потребоваться для проверки и уточнения учета.

При затруднении с определением можно на время присвоить птице условное запоминающееся название («хохлушка», «чернушка» и т.п.), под которым птицы того же вида во избежание путаницы с другими будут значиться в вашем дневнике до установления их настоящего названия.

«Основные условия успешной работы – пристальное внимание к птицам, тщательная запись наблюдений и серьезное отношение к ним».

Эти слова замечательного орнитолога А. Н. Промптова очень подходят и к задаче учета птиц на городских водоемах.

В городе птицы менее пугливы, чем в дикой природе, и наблюдать за ними легче.

Тем не менее надо иметь в виду, что в любой момент они могут, испугавшись чего-либо, исчезнуть из поля зрения.

Наблюдая за ними, надо быстро подметить бросающиеся в глаза особенности облика, окраски, движений и, возможно, голоса для последующего описания и определения.

Не следует слишком уповать на цветные определительные таблицы, получившие широкое распространение в последние годы. Они практически бесполезны при слабом освещении или если приходится смотреть на птиц против света.

Идентификация птиц по изображениям в книге часто осложняется тем, что не удается достаточно долго наблюдать за птицами, чтобы успеть сравнить их с изображениями.

В прил. 5.2 представлен внешний вид водоплавающих птиц, учет которых можно проводить на водоемах.

Внешний вид основных видов водоплавающих птиц



Большая поганка или чомга



Хохлатая чернеть



Краснозобая гагара



Шилохвость



Широконоска



Красноголовый нырок



Кряква



Гоголь





Луток или белый гоголь



Пеганка



Чирок-свистунок



Серый гусь





Белолобый гусь



Гуменник



Пискулька



Канадская казарка



Краснозобая казарка



Лебедь-шипун



Лебедь-кликун



Малый лебедь

## Наблюдение за фенологией птиц

**Фенология** – наука, изучающая закономерности сезонной динамики живой природы в зависимости от условий среды.

Фенология тесно связана как с биологическими науками – ботаникой, зоологией, экологией, так и с науками о Земле – метеорологией, климатологией, гидрологией.

**Фенологические наблюдения** – одна из наиболее доступных форм массовой краеведческой работы. Эти наблюдения не требуют специальных приборов и оборудования, могут быть легко организованы во многих уголках природы по всему миру. Всюду, где есть люди, интересующиеся изучением природы: и горожане, и жители сельской местности, и юные натуралисты, и пенсионеры, могут проводиться фенологические наблюдения.

В России они даже включены в программы школьного и внешкольного образования. Данные фенологических наблюдений помогают агробиологическим и метеорологическим станциям, научно-исследовательским учреждениям полнее изучать разнообразие и закономерности динамики природы.

В качестве основного объекта проекта избраны птицы – одна из наиболее многочисленных и доступных для наблюдений групп животных. В то же время именно сезонные преобразования в жизни птиц и связанные с ними закономерности динамики численности, миграций, изменений ареалов являются одной из актуальных и интенсивно изучаемых проблем орнитологии.

Попытка реализации проекта по фенологии птиц в масштабах нескольких стран в течение ряда лет сулит возможность выявить закономерности и тенденции как ненаправленных флуктуаций, так и направленных изменений населения птиц под влиянием антропогенного пресса. Одни только данные о межгодовых различиях в начале и окончании основных сезонных явлений в жизни птиц – прилете, волнах пролета, гнездовании и отлете – в сочетании с данными об изменениях глобального климата планеты позволяют сделать выводы по многим фундаментальным аспектам биологии птиц.

Результатов массовых фенологических наблюдений за птицами ждут орнитологи-профессионалы, занимающиеся орнитогеографией, популяционной экологией и демографией птиц.

Для выяснения многих научных проблем в биологии птиц у профессионалов зачастую «не хватает рук». Особенно это сказывается в отраслях орнитологии, занимающихся проблемами географического и локального размещения птиц: в их руках пока только один действенный и массовый способ исследований – кольцевание (при этом весьма трудоемкий и дорогостоящий).

Для проведения работ по предлагаемому проекту необходимы два условия: знание нескольких, как правило, наиболее массовых видов птиц и тщательность проведения работ по регистрации сезонных явлений. Кроме этого, определенный расчет в надежде получить интересный материал делается и на постоянство участников проекта, т. е. длительность проведения работ в одном месте.

В то же время проект составлен так, чтобы каждый его участник в зависимости от своих возможностей сам решал, выбрать один из его разделов или видов птиц либо выполнять программу целиком.

В любом случае основная надежда организаторов проекта и непременное условие успешности его реализации – массовость участия орнитологов-любителей, пусть и не в полном его объеме, но с широким географическим охватом.

Ниже приводится перечень тех аспектов фенологии птиц, в изучении которых вам предлагается принять участие.

### *Общие орнитологические наблюдения*

Работы по данному разделу заключаются в регистрации сроков наступления следующих сезонных явлений в жизни птиц:

- весенний прилет передовых особей;
- массовый весенний пролет;
- массовое пение;
- распределение по гнездовым участкам (гнездостроение);
- вылупление птенцов (начало кормления);
- вылет слетков;
- образование послегнездовых смешанных стай;
- осенний массовый пролет;
- последняя осенняя встреча.

Эти наблюдения предлагается проводить за следующими массовыми видами: зяблик, зарянка, певчий дрозд, дрозд-рябинник, пеночка-весничка, пеночка-теньковка.

На усмотрение каждого из участников программы подобные наблюдения могут проводиться за другими видами птиц вашей местности из числа наиболее массовых (дрозды, славки, вьюрковые, водоплавающие, кулики и др.).

Результаты наблюдений по данному разделу оформляются отдельной таблицей по каждому виду с указанием дат орнитологических экскурсий или (лучше) порядкового номера недели (1–4) календарного месяца (кроме пункта 1, в котором указывается точная дата).

Пример ведомости наблюдений по разделу  
«Общие орнитологические наблюдения»

Весна – осень 20\_\_ г.

Вид: Зяблик

Даты наблюдений											
Наблюдаемые явления:	01.02	10.02	15.02	25.02	02.03	08.03	15.03	22.03	25.03		
1) Весенний прилет		+	+								
2) Массовый пролет			+	+	+				+		
3) ...				+	+	+					
4) ...											
Список биотопов, в которых проводились наблюдения (или описание постоянного маршрута)...											

Первая весенняя встреча

Данные по этому разделу собираются на следующие виды: 1) зяблик, 2) зарянка, 3) певчий дрозд, 4) дрозд-рябинник, 5) пеночка-весничка, 6) пеночка-теньковка, 7) обыкновенная овсянка, 8) белая трясогузка, 9) лесной конек, 10) полевой жаворонок, 11) мухоловка-пеструшка, 12) горихвостка, 13) соловей, 14) деревенская ласточка, 15) иволга, кукушка, 17) черный стриж, а также другие массовые виды вашей местности на усмотрение участников (дрозды, пеночки, славки, камышевки, водоплавающие, кулики и др.).

Пример ведомости наблюдений по разделу  
«Первая весенняя встреча»

Весна 20\_\_ г.

(по результатам ежедневных экскурсий между домом и школой)

Виды птиц	Дата первой встречи	Местообитание (биотоп)	Примечания
1) Зяблик	18 марта	Лиственный лес	На проталинах 12 особей
2) Зарянка	13 марта	Овраг	Самец пел
3) Певчий дрозд	25 марта	Опушка леса	
4) ...			

Кроме даты первой встречи следует отмечать для каждого вида также местообитание, в котором произошла данная встреча. Например, «еловый лес», «опушка лиственного леса», «берег реки» и т. п.

### Динамика численности

По данному разделу наблюдения следует вести за видами птиц, типичными для вашей местности. Дополнительно можно включить сюда и наиболее многочисленных зимующих и оседлых птиц – свиристеля, снегиря, клестов, чижа, чечетку, кукушку, кедровку, пухляка, большую синицу, ополовника, короляка.

Простейшей формой работы по данному разделу может быть приблизительная глазомерная оценка и определение сроков волн прилета и пролета. Для этого достаточно отмечать сроки начала и окончания хорошо заметных повышений численности и местообитания, в которых эти явления наблюдались.

#### Пример заполнения ведомости «Результаты учетов численности птиц»

Весна – осень 20\_\_ г.

В таблице указана относительная численность птиц в особях на 1 линейный км маршрута «Дом – школа»

Протяженность – 2,5 км

Виды птиц	Даты учетов										
	20.04	01.05	10.05	15.05	22.05	29.05	08.06	15.06			
1) Зяблик	18	21	20	29	34	28	20	17			
2) Зарянка	-	8	10	11	5	2	1	1			
3) ...											
4) ...											
Описание маршрута ...											

Выполнение данного раздела весьма ответственно, так как предполагает постоянное слежение за уровнем численности птиц. При проведении научных исследований подобную информацию собирают, проводя регулярные (1–2 раза в неделю) учеты численности. Простейшей формой такого учета при выполнении данного раздела может быть простой подсчет числа встреченных на экскурсии особей данного вида на единицу длины пройденного маршрута, например на 1 км. При проведении таких простейших учетов желательно регулярно совершать экскурсии по одному и тому же маршруту, стараясь подсчитать всех встреченных (увиденных и услышанных) птиц изучаемого вида. При этом следует по возможности точно знать длину пройденного маршрута, чтобы в дальнейшем рассчитать относительную численность птиц на 1 линейный км.

### *Осенне-зимние инвазии*

Инвазиями называются нерегулярные резкие повышения численности животных (наиболее типичные примеры – налеты саранчи, из птиц – клестов, воробьев).

По данному разделу наблюдения следует вести за следующими видами птиц, подверженных инвазиям: 1) пухляк, 2) московка, 3) дрозд-рябинник, 4) свиристель, 5) клесты, 6) чиж, 7) чечетка, 8) снегирь, 9) кукушка, 10) кедровка. Как и в предыдущих разделах, данный список можно сократить или дополнить, в зависимости от наличия в вашей местности видов, подверженных значительным осенне-зимним колебаниям численности.

Для каждого из инвазионных видов следует собирать следующие данные:

- в чем выразалась данная инвазия - дать словесное описание необычности данного явления на фоне предыдущих лет;
- когда появились первые признаки инвазии и в чем они выразались;
- когда птицы появились в массовом количестве;
- в каких местообитаниях (ландшафтах, биотопах, типах леса) наблюдались инвазионные явления. Указать, были ли различия в территориальном распределении птиц в начальной, массовой и завершающей стадиях инвазии;
- оценить примерный уровень относительной численности птиц – в особях на 1 км<sup>2</sup>, гектар, лесной массив, населенный пункт, водоем или любую другую единицу территории. Можно, например, указать количество встреченных особей на единицу длины маршрута 1 км;
- характер поведения особей – уровень стайности, питание, ночевки, агрессивные контакты, если возможно, общее направление движения птиц.

### *Попутные фенологические наблюдения*

При проведении фенологических наблюдений за птицами неотъемлемой частью работы должен быть сбор дополнительной фенологической информации. Эта информация позволит грубо соотнести моменты наступления сходных фенологических периодов и сопоставить во времени наблюдаемые явления из жизни птиц в разных, подчас находящихся друг от друга за тысячи километров, географических районах.

При сборе попутной фенологической информации следует отмечать сроки наступления следующих сезонных явлений:

- опадение (рассеивание) плодов и семян: липы, березы, ольхи, сосны, ели и других массовых растений вашей местности;
- появление первых проталин в поле на ровном открытом месте;
- пыление орешника, ивы, сосны и других массовых растений вашей местности;
- полное исчезновение снега в поле;

- появление первых проталин в лесу на ровном месте;
- полное исчезновение снега в лесу;
- вскрытие водоемов ото льда;
- первый день с температурой воздуха в тени более + 10 °С;
- последний заморозок на поверхности почвы (иней);
- цветение: одуванчика, сирени, яблони, клена, липы и других массовых растений вашей местности;
- созревание плодов: лесной земляники, вишни, сливы, яблонь, шиповника, рябины, боярышника, малины лесной, брусники, клюквы и других массовых растений вашей местности;
- опадение листвы на 90 % у березы, осины, клена, липы и других массовых растений вашей местности;
- первый заморозок на почве;
- первый день с температурой в тени ниже +10 °С;
- первый снегопад;
- образование постоянного снегового покрова;
- замерзание водоемов: со стоячей водой, с текущей водой. Отмечать сезонные явления удобнее всего, занося их в таблицу.

В данном разделе наблюдения за растениями перемежаются наблюдениями за метеоклиматической ситуацией. Это связано с попыткой оптимальным образом охватить сезонные явления всего годового цикла. В весенний и осенний периоды легче ориентироваться на изменения погодных условий, а в периоды относительной стабилизации природы – описывать изменчивость растительности.

В районах с теплым климатом и бесснежной или малоснежной зимой больше внимания следует уделять наблюдениям за растениями: указывать сроки распускания и опадения листвы, цветения, созревания плодов на массовых культурных и диких растениях.

Пример ведомости наблюдений «Сезонные явления в природе»  
(«Попутные фенологические наблюдения»)

Наблюдения в окрестностях школы

Весна 20\_\_ – весна 20\_\_ года

Наблюдаемые явления	Дата регистрации	Местообитание (биотоп)	Примечания
1) Рассеивание семян сосны	18 февраля	Сосновый бор за школой	Теплый солнечный день (+12 на солнце)
2) Первые проталины в поле	1–3 марта	На поле за школой	После интенсивного дождя
3) Цветение орешника	4 марта	На опушке леса	
4) Цветение ивы			
5) ...			



## *Выбор программ наблюдений*

Представленные четыре основных раздела проекта подобраны таким образом, чтобы была возможность проводить работы в течение всего годового цикла.

При этом трудоемкость выполнения одновременно всех разделов программы меньше суммарной трудоемкости их выполнения по отдельности.

Наиболее простым, но требующим постоянного внимания и присутствия в районе проведения работ является первый раздел.

При невозможности охвата наблюдениями всех предложенных видов птиц выбор можно остановить и на меньшем их количестве, спланировав свою работу так, чтобы, взявшись проводить наблюдения за каким-либо видом, уже продолжать их в течение длительного периода времени (минимум один годовой цикл).

Второй раздел менее трудоемок, так как период наблюдений длится 2–3 мес и приходится на самый «приятный» для экскурсий в природу сезон года.

Но перечень предлагаемых для наблюдений видов достаточно широк и предполагает большую квалификацию орнитолога.

Если ваш опыт определения птиц в природе не позволяет провести эту работу в полном объеме, можно ограничить число изучаемых видов теми, в определении которых вы уверены. В то же время, если есть возможность, можно и расширить список наблюдаемых видов.

Работа по данному разделу представляет собой вполне самостоятельное исследование и, конечно же, имеет наибольшую научную ценность.

Прежде чем приступить к подобной работе, следует взвесить все свои возможности в регулярности проведения учетов и охвате достаточно продолжительного отрезка времени.

Подобного рода учеты лучше проводить один раз в неделю в весенний период, два раза в месяц – в летне-осенний и 1 раз – в зимний.

При выполнении работ обязателен сбор попутной фенологической информации в течение всего периода проведения орнитологических наблюдений.

В попутную информацию можно включать и другие показательные, с вашей точки зрения, факты, соблюдая при этом выполнение предложенного обязательного минимума.

В географических районах, где отсутствуют приведенные в списках виды птиц и растений, можно проводить наблюдения за другими типичными и массовыми их представителями.

Анализ полученных результатов покажет, на каких из них следует остановиться при проведении многолетних исследований.

## Оформление отчета

Результаты наблюдений следует оформлять отдельно по каждому из разделов.

В начале отчета следует указать название раздела, а также местоположение района работ: страна, республика (область, край), район, ближайший крупный населенный пункт, отмеченный на общегеографических картах, место сбора материала относительно ближайшего населенного пункта. Если можете, укажите географические координаты места (в градусах и минутах).

К отчету должна быть приложена краткая характеристика местности, в которой проводились наблюдения: преобладающие ландшафты, соотношение площадей основных местообитаний птиц (типов леса, биотопов), уровень антропогенного воздействия, близость крупных лесных массивов, населенных пунктов, водоемов и т. п.

В конце отчета обязательно должны быть указаны фамилия, имя и отчество автора, а также его адрес.

Наблюдения *по первому разделу* должны быть изложены в виде таблицы (по одной на каждый наблюдаемый вид с перечислением наблюдаемых явлений и датами их регистрации). Ниже таблицы должны быть перечислены основные биотопы, в которых проводились наблюдения и в которых регистрировались явления по данному виду.

Наблюдения *по второму разделу* следует оформить в виде списка видов (на одной странице) с проставленными напротив каждого из них датами первой встречи и названиями местообитаний (биотопов), в которых они наблюдались.

При проведении наблюдений (учетов) *по третьему разделу* данные следует изложить в таблице, где напротив каждого вида отмечать число встречаемых на маршруте птиц по датам проведения учетов. Если учетный маршрут постоянен, то в верхней части таблицы следует указать его протяженность, если непостоянен – произвести пересчет числа встреченных птиц на 1 км маршрута. Особое внимание при проведении учетов по этому разделу следует уделить описанию характера местности, в которой проводились учеты, где указать соотношение различных местообитаний на маршруте или описать каждый из маршрутов с указанием дат проведения учетов по нему.

Наблюдения *по четвертому разделу* должны быть оформлены в текстовой форме с изложением всей информации, данной в задании к разделу.

На отдельной странице должны быть приложены данные *попутных фенологических наблюдений*, составленные в виде таблицы с проставленными напротив каждого из явлений природы датами их регистрации.

## Составление календаря

Для составления календаря очень важно, чтобы на протяжении многих лет наблюдения велись в одном и том же месте за одними и теми же объектами (на пришкольном участке, в ближайшем лесном массиве или микрорайоне – за муравейниками, местами гнездования птиц и т. п.).

Лучше заложить маршрут, связывающий нужные объекты.

Причем весной, когда изменения в природе происходят буквально каждый день, наблюдения также следует проводить ежедневно.

Если это по каким-то причинам невозможно, то все равно не реже 1 раза в 2–3 дня.

Наблюдения за птицами. Начало прилета или пролета отмечается датой появления первых единичных особей или первой пролетной стаи данного вида; разгар или массовый (валовый) прилет или пролет – день, когда численность птиц данного вида резко возросла, а для пролетных – когда отмечалось наибольшее количество пролетных стай.

Если вид малочисленный, то нет смысла отмечать его массовое появление.

У большинства птиц осенний отлет постепенный и растянут во времени. Поэтому установить точную дату отлета без проведения специальных количественных учетов практически невозможно.

Единственная точная дата для процесса отлета – исчезновение последних. Этот момент отмечается датой, после которой особи данного вида уже не встречались.

Отлет водоплавающих легко можно наблюдать по заметному увеличению количества птиц на прибрежных отмелях и водоемах, где они останавливаются на отдых и кормежку.

Можно дополнительно предложить для фиксирования следующие события.

У птиц:

- начало кладки яиц (в гнезде одно яйцо);
- появление птенцов; начало летней линьки у водоплавающих;
- последняя встреча стай или особей;
- первая и последняя встреча стай и особей на местах зимовок;
- случай вторичного гнездования.

У млекопитающих:

- начало гона (течки), отмечается по первым встречам парных или групповых следов (лисица, белка, и т.д.);
- конец весенней и осенней линьки (когда встречен первый зверь с полностью измененной окраской).

## Наблюдения весной 20\_\_ г

Место наблюдений \_\_\_\_\_

Почтовый адрес, e-mail, или тел. \_\_\_\_\_

ФИО наблюдателя (руководителя юннатов) \_\_\_\_\_

№	Фенологическое явление	Число	Месяц
1.	Прилет передовых грачей		
2.	Прилет передовых скворцов		
3.	Первая песня жаворонка полевого		
4.	Первый вылет бабочки крапивницы		
5.	Появление кряковых уток		
6.	Начало пролета гусей (вид: _____)		
7.	Оживление муравейника		
8.	Прилет белой трясогузки		
9.	Первый вылет пчел		
10.	Первая песня зяблика		
11.	Первое кукование кукушки обыкновенной		
12.	Прилет первых ласточек деревенских		
13.	Первая песня соловья		
14.	Появление комаров толкунов		
15.	Первый вылет майских жуков		
16.	Прилет первых стрижей		

## Наблюдения летом-осенью 20\_\_ г

Место наблюдений \_\_\_\_\_

Почтовый адрес, e-mail, или тел. \_\_\_\_\_

ФИО наблюдателя (руководителя юннатов) \_\_\_\_\_

№	Фенологическое явление	Число	Месяц
1.	Массовый отлет стрижей		
2.	Массовый отлет ласточек деревенских		
3.	Начало пролета гусей серых		
4.	Начало пролета уток-крякв		
5.	Последняя встреча комаров-толкунов		
6.	Первое появление снегирей		
7.	Первое появление свиристелей		
8.	Первая песня большой синицы		

## **Изучение видового состава и численности птиц методом маршрутного учета**

Перед началом работ следует выбрать местообитание, в котором будут проводиться учеты. Для начала следует выбрать биотоп попроще, например светлый, незахламленный средневозрастной сосновый или смешанный лес. Начинаящим учетчикам в таком лесу будет легче ходить, видеть и слышать птиц. Следует, однако, иметь в виду, что размер участка такого леса, в котором будет проводиться учет, должен быть не менее 1 км<sup>2</sup>.

В качестве основной методики исследования выбран маршрутный учет. В настоящее время в зоогеографических и орнитологических исследованиях применяется несколько десятков методик учета птиц, различных по сложности и точности определения реальной плотности. Подразделяются они на три большие группы: площадочные, точечные и маршрутные. Способы регистраций птиц также различны: либо места обнаружения встреченных птиц наносят на карты и схемы, либо птиц просто подсчитывают и производят расчет плотности по формулам. Площадочные и точечные методы учетов применяются в основном в гнездовой период, а маршрутные – для рекогносцировочного обследования больших территорий и во внегнездовое время.

При проведении учетов с научно-исследовательскими целями от учетчика требуется умение определять птиц по внешнему виду и голосу, оценивать число встреченных особей (в том числе на значительном расстоянии и по голосам), определять ширину учетной полосы и расстояние, пройденное с учетом.

Простейшие количественные исследования населения птиц позволяют сравнивать между собой географически удаленные участки территории, оценивать степень антропогенного воздействия на птиц, выявить особенности временной динамики населения. Овладение простейшей методикой таких учетов позволит в будущем решать более сложные исследовательские задачи, спектр которых зависит прежде всего от специфики региона и конкретного экспериментального участка.

Для проведения данного исследования потребуются минимум оборудования: полевой дневник, бинокль и определители птиц.

### **Методика проведения учета**

#### *Общие положения*

Сущность предлагаемой методики проста: учетчик (или учетчики) двигаются по маршруту и отмечают все встречи с птицами с определением их вида, числа особей и приблизительного расстояния от учетчика до регистрируемых птиц. Кроме этого, оценивается пройденное расстояние – по карте или путем подсчета расстояний на местности (шагами).

Самое сложное в проведении учетов – определение видов, поэтому приступать к практическому обучению учетной работе следует после или одновременно с обучением определению птиц по виду и голосу. Научиться этому может каждый, используя в первую очередь помощь преподавателя, определители, записи голосов птиц. Некоторое время также потребуются для приобретения навыков проведения учета. Значительно облегчают задачу наличие музыкального слуха у обучающегося и его способность хорошо ориентироваться в пространстве.

### *Заложение учетных маршрутов*

Описываемая ниже методика маршрутного учета рассчитана в первую очередь на внегнездовой (осенне-зимний) сезон, когда птицы кочуют и не «привязаны» жестко к постоянной территории, а также на обследование малоизвестных исследователю и больших территорий площадью не менее 1 км<sup>2</sup>.

При обследовании такого участка учетный маршрут следует проложить по возможности по прямой (пользуясь, например, лесоустроительными просеками) или слегка извилистой линии (например по лесной дорожке). Можно при этом закладывать и кольцевые маршруты, но так, чтобы диаметр кругового маршрута или периметр обследуемого квадрата были не меньше 1–1,5 км.

Нежелательно закладывать маршруты по границам биотопов – по опушке леса или по границам типов леса. Результаты учетов на таких маршрутах будут искаженными.

Данным методом нельзя также учитывать птиц в небольших по размеру местообитаниях площадью менее 0,5 км<sup>2</sup>.

### *Техника проведения маршрутного учета*

Техника проведения маршрутного учета аналогична методике проведения учета относительной численности населения птиц.

### *Записи в полевом дневнике*

*До начала учета в полевом дневнике отмечают:* место проведения учета (административное положение, ближайший населенный пункт), дата, состояние погоды (облачность, температура, наличие ветра, высота снежного покрова, наличие снега на ветвях – кучты).

Для занесения результатов учета на развороте полевого дневника готовится небольшая таблица. В верхнем левом ее углу указывается *время начала учета* (здесь же указывается *время его окончания*). В ее правой верхней части указывается *название местообитания* (биотопа), в котором будет проводиться учет (*хвойный лес, фруктовый сад, городские кварталы и т.п.*).

Название дается местообитанию для удобства и в зависимости от целей исследования.

При обнаружении птицы в полевом дневнике отмечаются:

**Место:** г. Москва, парк «Сокольники», главная аллея – 3 квартал.

**Дата:** 10. 12. 1995

**Погода:** t -10°, ветра нет, обл. 6, высота снегового покрова (ВСП) 25 см.

### *Определение видов*

Определение видов птиц осуществляется так же, как при учете относительной численности населения птиц.

### *Определение числа особей во время учета*

Определение числа особей во время учета – довольно сложная задача, успех которой во многом зависит от опытности учетчика. Так, например, точное визуальное определение числа особей в пролетающей стае или числа особей в стайке мелких птиц в кронах деревьев достигается только многократным повторением процедуры определения вместе с более опытными учетчиками или путем независимого подсчета птиц несколькими обучающимися.

При визуальном подсчете птиц в кронах следует учитывать, что в густом, например еловом, лесу одновременно можно видеть не более 10–15 % птиц, кормящихся в кронах. В этом случае не следует спешить с подведением итогов подсчета, а постараться охватить взглядом весь участок леса, где находится стайка, активно используя боковое зрение. Тренироваться лучше в тихую безветренную погоду, когда любое, даже незначительное, движение птиц в ветвях будет хорошо заметно.

Несколько сложнее определение числа особей на слух. Если с поющими самцами в гнездовой сезон проблем обычно не возникает, то, например, учет мелких зимующих птиц в синичьих стайках в хвойном лесу – задача для более опытного орнитолога. Однако и эта проблема решается путем тренировки. Хорошим обучающим приемом является «тропление» кочующих по лесу синичьих стаяк. В течение нескольких часов у обучающихся вырабатывается навык «интуитивного» определения числа особей в стайке по ее «физиономическим» признакам – по голосам птиц в кронах, по мелькающим в ветвях птицам и т.п. Большое значение при этом имеет именно общий звуковой фон, производимый птицами. К сожалению, никаких практических советов, как точно определить число особей в стайке по голосам, не существует, и хорошего результата можно достичь только личным опытом.

### *Определение характера пребывания птицы в местообитании*

Сущностью этой записи в полевом дневнике является информация о том, принадлежит ли встреченная птица данному местообитанию («живет» ли она в нем) или птица летит через данное местообитание «транзитом», и

наблюдатель не видел ни момента ее взлета, ни момента ее посадки (оказалась здесь «случайно»). Для записи этой информации можно применять любые обозначения, но чаще всего используются символы «с» («сидит») и «л» («летит»).

При этом следует учитывать, что некоторые птицы хотя и могут регистрироваться летящими (в полете), но не могут являться «транзитными» в данном местообитании. Так, например, мелкие воробьиные или дятлы, перелетающие с дерева на дерево, должны регистрироваться как «сидящие», так как они действительно «живут» в данном местообитании. Практически «транзитными» можно считать только тех птиц, которые летят высоко над землей или над лесом в определенном направлении, и нельзя считать птиц, чьи взлет или посадка наблюдались учетчиком.

### *Определение расстояний до птиц*

Расстояние до встречаемых на учете птиц устанавливается в момент обнаружения, т. е. в тот момент, когда птица впервые увидена или услышана. Даже если определить птицу в первый момент не удалось, следует записать расстояние до нее, потом подойти ближе, определить и после этого сделать полную запись в полевом дневнике.

Расстояние устанавливается по прямой между учетчиком и птицей (группой птиц). Точность указания расстояния определяется необходимостью: чем точнее определяется расстояние, тем точнее получаемые после обработки данные о плотности населения.

Для целей данной работы рекомендуется выделение четырех групп «дальностей обнаружения»: от 0 до 25 м («близко»), от 25 до 100 м («недалеко»), от 100 до 300 м («далеко») и от 300 м до километра («очень далеко»). (Предполагается, что далее 1 км определить видовую принадлежность птицы затруднительно и не нужно). Если пользоваться этим стандартом и не планировать более тщательных исследований, то во время учета можно ограничиться определением расстояний до птицы по этим четырем группам, а не в метрах, т. е. просто определять, в какой «полосе» встречена птица – близко, недалеко, далеко или очень далеко.

Опыт, однако, показывает, что удобнее определять и записывать расстояния в метрах, например, «сойка 1 с 40», что означает, что одна сойка находилась на расстоянии сорока метров от учетчика.

10.20–12.00	Елово-березовый лес
Пухляк	2 с 15; 4 с 20; 10 с 30; 1 с 30; 1 с 50; 2 с 20
Поползень	5 л 40; 30 л 60
Чиж/чечетка	1 с 20
Большой пестрый дятел	1 с 30
	Пройдено 2,5 км



## *Определение пройденных с учетом расстояний*

Во время учетов оценивается пройденное с учетом расстояние в километрах: по карте, квартальной сети, столбам линий электропередач, путем подсчета шагов или в крайнем случае на глаз. При отсутствии карты или явных ориентиров удобнее всего использовать шагомер, заранее рассчитав среднюю длину шага учетчика (важно знать количество пар шагов в 100 м). Оценивается также чистое время учета в часах.

### *Объем учетных работ*

Для получения достоверных данных при использовании маршрутного метода необходимо набрать достаточный «учетный километраж», т. е. пройти с учетом определенное минимальное расстояние. Это расстояние зависит от численности птиц на исследуемой территории.

В гнездовой период, при высокой плотности населения птиц, это расстояние меньше (около 5 км), во внегнездовой период, при низкой численности (зимой), – больше (около 20 км). В осенний период, при средней численности птиц, достаточно пройти с учетом 10 км. При проведении учета с учебными целями в осенне-зимний период можно ограничиться 4–5 км учета.

При выполнении данной работы желательно провести учет на одностороннем маршруте, набрав необходимый учетный километраж путем обследования одного наиболее распространенного местообитания в районе исследований. Если сделать это невозможно, например в силу отсутствия в районе большого однородного местообитания, можно «набрать» необходимый учетный километраж путем двух-трехкратного прохождения с учетом одного и того же более короткого маршрута (в разные дни). Злоупотреблять этим, однако, не следует, так как при таком учете достоверность полученного материала снижается.

## **Обработка материала**

### *Составление выборки учета*

По окончании учетных работ и при условии набора достаточного объема данных (учетного километража) на основе записей в полевом дневнике составляется итоговая таблица – выборка учета. Выборка представляет собой перечень всех зарегистрированных в данном местообитании птиц с указанием количества встреченных особей, разнесенного по группам дальностей их обнаружения («близко», «недалеко», «далеко», «очень далеко») за весь период работ.

Даты учетов: 10, 12, 15, 21, 25, 28 декабря 20\_\_ г.

Общее пройденное расстояние (L): 15 км (6 × 2,5 км)

Общее время учета (H): 12 ч.

№	Виды птиц	0–25 м	25–100 м	Е n	N
1	Пухляк			1440	96
2	Поползень			540	36
3	Чиж			160+920	13,2
4	Чечетка			240+560	17,6
5	Б.п. дятел			460	30,7
6	Сойка			246+20	16,4
7	Сер. ворона			163	0,45
	... и т.д.				
	Сум. плотн.				210,4

При проведении выборки рекомендуется использовать стандартную накопительную («библиотечную») систему, где одна точка соответствует одной встреченной особи, а черточки, соединяющие точки, – каждой последующей.

При такой системе легко приплюсовывать новые числа к уже имеющимся и быстро подсчитывать полученную в итоге сумму при перенесении данных из полевого дневника в итоговую выборку учета (законченные квадратики, «конверты», соответствуют десяткам).

Такая же система используется на учете грибов и широко применяется на учетах других количественных объектов в природе. «Сидящие» птицы в выборке отмечаются точками и суммируются отдельно от «летающих» птиц, которых вместо точек можно отмечать маленькими крестиками.

#### *Расчет плотности населения*

Следующим этапом обработки данных является расчет плотности населения птиц (N) каждого вида в особях на 1 км<sup>2</sup> территории. Для расчетов требуется только калькулятор.

Расчет ведется для каждого из встреченных видов в отдельности по формуле

$$N \text{ вида} = ((n1 \times 40) + (n2 \times 10) + (n3 \times 3) + n4) / L,$$

где n1–n4 – число особей, зарегистрированных в полосах обнаружения соответственно 0–25 (близко), 25–100 (недалеко), 100–300 (далеко) и 300–1000 м (очень далеко); 40, 10, 3 и 1 – пересчетные коэффициенты, а L – учетный километраж (в км).

Несмотря на кажущуюся сложность формулы, сущность и процедура расчета очень просты: поскольку в итоге мы хотим получить плотность населения птиц на  $1 \text{ км}^2$ , общее количество встреченных особей ( $n$ ) в той или иной градации удаленности от маршрута необходимо умножить на коэффициент, «расширяющий» данную полосу обнаружения до 1 км.

Для полосы 0–25 м этот коэффициент равен 40 (25 м в 40 раз меньше 1 км), для полосы 25–100 м – коэффициент 10 (100 м в 10 раз меньше 1 км), для полосы 100–300 м – коэффициент 3 (точнее, 3,33), для полосы 300–1000 м – коэффициент 1.

При желании получить более точные данные можно разбить обследуемую полосу на более дробные категории, например, отмечая птиц отдельно в полосах до 10 м (для этих птиц коэффициент будет равен 100), 20 м ( $K = 50$ ), 50 м ( $K = 20$ ) и т. д.

Опыт, однако, показывает, что такая дробность существенно затрудняет проведение расчетов, а пересчет по более дробным полосам существенной точности не прибавляет. Тем не менее это все-таки следует иметь в виду для понимания того, что такое пересчетные коэффициенты и что они обозначают.

Полученные для каждой полосы обнаружения произведения суммируются и записываются в графу  $E_n$  выборки.

После этого полученное число делится на количество пройденных с учетом километров.

Для птиц, встреченных летящими, пройденное расстояние заменяется на суммарное время учета в часах ( $H$ ), умноженное на 30 – среднюю скорость полета птиц в км/ч:  $E_n / (H \times 30)$ .

В графе  $N$  данные по плотности «сидящих» и «летящих» птиц суммируются.

Данные о плотности населения вида (в особях на  $1 \text{ км}^2$ ) являются основным первичным материалом и составляют основу для первых научных выводов.

### *Оформление результатов*

При оформлении отчета о проведенном исследовании следует подготовить таблицу под названием «Видовой состав и численность птиц в ... (название обследованного местообитания)», в которой привести в столбик все виды птиц, зарегистрированные во время учета (национальное и латинское названия для каждого вида), с данными о плотности населения каждого из видов (в особях на  $1 \text{ км}^2$ ).

В нижней части таблицы следует указать общее число зарегистрированных видов и их суммарную плотность населения.

В приложении к данной таблице следует привести схему маршрута учета, нанесенную на карту местности, и развернутое описание местообитания с указанием видового состава, возраста и ярусной структуры леса.

В случае достаточного количества «трудовых ресурсов» (более одной группы подготовленных учетчиков) и при наличии нескольких сильно различающихся между собой типов леса (например хвойные и лиственные леса) можно провести учеты в каждом из этих местообитаний в отдельности и сравнить результаты (состав видов, численность отдельных видов, видовое богатство, суммарная плотность).

### **Учет численности речного бобра**

Наиболее простым и приемлемым является метод учета бобровых поселений по погрызам. Наиболее интенсивные поеди наблюдаются в центре поселения бобровой семьи, по периферии они менее заметны.

По этому признаку и определяются границы поселения семьи.

Начало учета – третья декада сентября – начало октября. К 1 ноября учет должен быть завершен.

Абрис маршрута подготавливается заранее. Обнаружив поеди бобра, отмечают поселение и продолжают обход водоема. Следующее поселение отмечается только в том случае, если расстояние между двумя обнаруженными поедями превышает 200–300 м.

Границы поселения, в котором бобры пользуются несколькими соседними водоемами, бывает довольно трудно установить.

Иногда бобры живут на реке, а в соседнем озере только кормятся.

Здесь следует обратить внимание на тропы, проложенные этими животными в траве между водоемами.

При обследовании осматриваются оба берега реки.

Если берега пологие, необходимо идти по урезу воды вдоль берега, высокие берега мешают осмотру прибрежной полосы, и нужно быть внимательным, чтобы не пропустить погрыз. Идти в этом случае следует по берегу.

Если длина водоема достигает 500 м, то на нем обычно предполагается одно поселение.

Днем, обнаружив норы, отмечали их вешками. Вечером затаивались возле норы. На вечерней заре или ночью, при лунном свете, можно было наблюдать за бобрами. У плывущего зверя видна только одна голова, но по ее размерам нетрудно определить, взрослая это особь, перерялок или бобренок. За ночь и за утреннюю зарю можно пересчитать бобров, обитающих в данной норе.

У поврежденных и поваленных деревьев речным бобром измерение диаметра на высоте 1,3 м от шейки корня производится с помощью мерной вилки по двухступенчатой толщине.

Высоту поврежденных деревьев измеряли с помощью высотомера Блюме–Лейсса с точностью до 0,5 м.

Длину поваленных деревьев измеряли мерной лентой.

Для установления дальности выхода бобра от края воды для питания древесной и кустарниковой растительностью замеряли расстояние до поврежденных и поваленных деревьев, а также оставленных пеньков с помощью мерной ленты.

Обработка собранных материалов предельно проста. Путем суммирования числа поселений, умноженных на пересчетный коэффициент (среднее число бобров в одном поселении), получают общую численность вида.

По большинству областей и других территориальных подразделений пересчетный коэффициент колеблется в пределах 3,5–4,4.

Для практических целей, если средний состав семьи для данного района не определен, временно можно использовать коэффициент 3,8.

В заключение составляется ведомость бобровых поселений в хозяйстве (ниже приводится ее форма).

#### Ведомость поселений бобра

Егерский обход	Водоем, группа водоемов, участок реки	Количество семей	Предполагаемая средняя численность зверей в семье	Всего зверей
----------------	---------------------------------------	------------------	---	--------------

#### Рекомендуемая литература

Равкин, Ю. С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах / Ю. С. Равкин. – Новосибирск : Наука, 1967.

Маринченко, А. В. Экология : учебник / А. В. Маринченко. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дашков и К, 2016. – 304 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452859>

Татаринов, К. А. Лесные птицы, звери и охотоведение / К. А. Татаринов, Д. В. Владышевский, И. В. Марисова. – Львов, 1975. – 231 с.

Наумов, Н. П. Экология животных / Н. П. Наумов. – Москва, 1963. – 618 с.

Руковский Н. Н. Охотник- следопыт / Руковский Н. Н. – Москва : Физкультура и спорт, 1984.

Формозов, А. Н. Спутник следопыта / А. Н. Формозов. – Москва : Изд-во МГУ, 1989.

Ласуков, Р. Ю. Звери и их следы: карманный определитель / Р. Ю. Ласуков. – Москва : Рольф, 1999.

Балбышев, И. Н. Времена года. Календарь природы / И. Н. Балбышев. – Ленинград : Лениздат, 1964.

Инструкция по определению явлений, включенных в бланк-программу фенологических наблюдений для лесной зоны европейской территории СССР / составители: Тавровский В. А. и др. – Ленинград, 1978.

Куприянова, М. К. Весенние фенонаблюдения (для учащихся 5–7 классов) / М. К. Куприянова, З. Г. Щенникова // Биология в школе. – 1980. – № 2. – С. 64–69.

Методические рекомендации для организации фенологической работы в школах / Московский филиал ГО СССР. – Москва, 1979.

Папорков, М. А. Школьные походы в природу / М. А. Папорков. – Москва : Просвещение, 1968.

Попов, Н. В. Фенологические наблюдения в школе / Н. В. Попов. Москва ; Ленинград : Учпедгиз, 1963.

Стрижев А. Календарь русской природы / А. Стрижев. – Москва : Московский рабочий, 1972.

Фенология в школе / Московский филиал Географического общества. – Москва, 1977.

Шиголев, А. А. Изучение сезонных явлений / А. А. Шиголев, А. П. Шиманюк. – Москва : Учпедгиз, 1962.

Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000 – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. – Москва, 2010. – URL: <http://e.lanbook.com>

Электронный архив УГЛТУ [Электронный ресурс]: содержит электронные версии научных, учебных и учебно-методических разработок авторов – ученых УГЛТУ. – URL: <http://elar.usfeu.ru>

Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов как отечественных, так и зарубежных авторов, периодических изданий. – URL: <http://www.rbc.ru>

Научная библиотека УГЛТУ. – URL <http://lib.usfeu.ru>







## 6. ЭНТОМОЛОГИЯ

### Рекомендуемая программа

#### **Л**екции и семинары

1. Чемпионы биоразнообразия (фантастическое разнообразие насекомых Земли, широкий спектр экологических ниш). Основные отряды насекомых. Тайны мира насекомых (по научно-популярной литературе).
2. Энтомология у истоков великих открытий (интерес к насекомым в судьбах великих ученых:
  - Ч. Дарвин (интерес к энтомологии и теория эволюции);
  - С. С. Четвериков, Н. В. Тимофеев-Ресовский (мутации в природных популяциях, основоположники СТЭ);
  - К. Фриш (тайны пчелиной семьи, расшифровка «языка» пчел);
  - Ж.-А. Фабр (инстинкт и нравы насекомых).
3. Охрана насекомых. Насекомые в Красной книге РФ и субъектов УрФО.
4. Организация энтомологических экскурсий и наблюдений. Методы сбора насекомых. Общие и специфические методы для лесных, почвенных, водных, ночных насекомых. Основное оборудование и материалы. Ведение полевого дневника.
5. Способы сохранения, монтажа насекомых и оформления энтомологических коллекций. Основные приемы, оборудование и материалы.

#### **Лабораторные занятия**

1. Определение насекомых. Обучение работе с определителями и другой вспомогательной литературой.
2. Монтаж и расправление собранных насекомых разных систематических групп.
3. Основы популяционной биологии. Изучение популяционной структуры массовых видов с помощью методов фенетики.

## **ЧЕМПИОНЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ. ТАЙНЫ МИРА НАСЕКОМЫХ**

Биологическое разнообразие – один из ключевых факторов устойчивости биосферы Земли. Значит, всё существующее разнообразие видов живых организмов необходимо в природе, а различные неблагоприятные воздействия, как местные, так и глобальные, вызывают в первую очередь сокращение числа видов, а через это и деградацию экосистем. Насекомых насчитывается не менее 1,5 млн видов, что в десятки раз превышает разнообразие остальных животных. Поэтому и роль их в природе пропорционально этому велика и разнообразна. Насекомые заселяют практически все возможные экониши суши. Их можно встретить везде: от полярных островов до безводных пустынь, в пещерах, горах до границы вечных снегов, в верхнем слое почвы, в пресных водоемах. Все это делает насекомых первостепенным объектом изучения во время экскурсий на природу, потому что они обязательно вам встретятся.

Для того чтобы экскурсии прошли более интересно и плодотворно, до наступления летнего сезона нужно провести ряд занятий с литературой и семинаров. В первую очередь помогут пробудить интерес книги замечательного популяризатора энтомологии П. И. Мариковского «Тайны мира насекомых», «Юному энтомологу» и др. Не менее интересны книги И. А. Халифмана о муравьях, термитах, шмелях и осах. Очень полезна будет книга Ж.-А. Фабра «Инстинкт и нравы насекомых», где автор увлекательно и подробно описал поведение самых обычных видов, которых он наблюдал вокруг своего дома во французской провинции. Многие из этих видов широко распространены, за ними можно наблюдать и на Урале. А может быть, вы заметите что-то отличное от того, что наблюдал великий Фабр? Наблюдая за пчелами в Австрии, Карл фон Фриш раскрыл многие законы, действующие в их семье, и даже расшифровал «язык пчел», за что в 1973 г. был удостоен Нобелевской премии. Прочитайте его книгу «Из жизни пчел» и узнаете много интересного.

## **У ИСТОКОВ ВЕЛИКИХ ОТКРЫТИЙ**

Энтомология не развивается изолированно от других наук. Насекомые помогли ученым открыть многие законы экологии, генетики и эволюции. Начать с плодовой мушки-дрозофилы – классического объекта генетики. Жуки мучные хрущаки, которые заводятся в муке и крупе, помогли понять законы конкуренции и расхождения экологических ниш. Березовая пяденица, опасный вредитель леса, стала классическим объектом дарвинизма. Можно вспомнить и примеры мимикрии, когда безобидные бабочки-стекляницы и мухи-сирфиды подражают осам.

Основоположники современной синтетической теории эволюции С. С. Четвериков и его ученик Н. В. Тимофеев-Ресовский свои классические исследования природных популяций проводили на божьих коровках, бабочках и др. Эти же объекты и вы сможете изучить методами популяционной фенетики (см. методы изучения полиморфизма).

## ОХРАНА НАСЕКОМЫХ

При наличии хороших полевых справочников-определителей («Бабочки Среднего Урала», «Жуки Среднего Урала»), в которых есть качественные фотографии или рисунки, многих насекомых, особенно бабочек, крупных жуков, можно определить и в природе, не отлавливая их. Но все-таки большинство насекомых требует определения в лабораторных условиях.

Перед выходом на экскурсию в природу необходимо изучить главу «Насекомые» в Красной книге РФ и своего региона (опубликованы Красные книги Свердловской, Челябинской, Курганской, Тюменской обл., Пермского края, ХМАО – Югры, ЯНАО и Республики Башкортостан). Рекомендуем запомнить характерные признаки охраняемых видов и избегать их целенаправленного сбора. Однако многие охраняемые виды насекомых встречаются редко, у них недостаточно изучена экология и известно очень мало точек находок. Поэтому, если вам повезет увидеть какой-то из краснокнижных видов, его обязательно нужно сфотографировать, зафиксировать точное место находки. Об этой находке необходимо обязательно сообщить автору этой главы по электронной почте [yum\\_66@mail.ru](mailto:yum_66@mail.ru) или энтомологам Института экологии растений и животных УрО РАН.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ

### 1. Насекомые вокруг нас

Сбор и оформление коллекции наиболее обычных видов насекомых в своем районе с помощью всего спектра методов коллекционирования.

**2. Основы лесоэнтомологического мониторинга** (вместе со специалистами лесничества или ближайшей станции защиты леса).

Используя атласы вредных лесных насекомых (см. список литературы), установите наличие в районе основных хвоелистогрызущих, стволовых, корневых вредителей.

**3. Фенология вредных и полезных насекомых** (наблюдения и составление календарей развития видов, выявленных на экскурсиях 1 и 2). Наблюдения нужно проводить в течение всего сезона (с мая по октябрь).

### 4. Наблюдения за насекомыми в природе

Для начала можно попробовать повторить наблюдения Ж.-А. Фабра на тех же видах, но у себя в районе.

## 5. Насекомые в биомониторинге

Попробуйте изучить популяционную изменчивость массовых видов с помощью методов фенетики (см. методы изучения полиморфизма). Одновременно хорошо показать и половой диморфизм. Для этого подойдут майский хрущ (красная и черная формы), жуки-листоеды, усачи (изменчивость рисунка покровов), бабочки непарного, сибирского шелкопряда, перламутровки и бархатницы (изменчивость крылового рисунка).

### ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Во время экскурсии понадобится следующее оборудование:

*морилки* (у каждого участника), *пинцеты*, *сачки* для ловли бабочек и энтомологического кошения, *эксгаустер*, *перочинный нож*, *топорик*.

Обязательно иметь с собой полевой дневник (блокнот), ручку и карандаш. Некоторое специальное оборудование можно приобрести в специализированных магазинах или на сайтах, но основное оборудование несложно найти или изготовить самостоятельно.

#### Воздушный сачок

Он может быть двух типов:

1) для ловли насекомых на лету; 2) для «кошения». Лучше всего для этих разных целей иметь два сачка, так как от типа зависит материал сетки и длина ручки. Для ловли бабочек, стрекоз и других быстро и высоко летающих насекомых используют рукоятку длиной не менее полуметра с обручем диаметром не менее 35 см; мешок делается из марли или газа. Для «кошения» сидящих на растительности насекомых нужен другой сачок: с более короткой ручкой, прочным обручем и мешком из капрона, парашютного шелка или москитной сетки. У таких сачков мешки обычно быстрее выходят из строя, так как часто рвутся об ветви кустарников, а край истирается об острую траву.

Обруч сачка крепится к жесткой (деревянной, бамбуковой) рукоятке проволокой, толщина которой должна быть 4–5 мм (рис. 6.1–6.3).

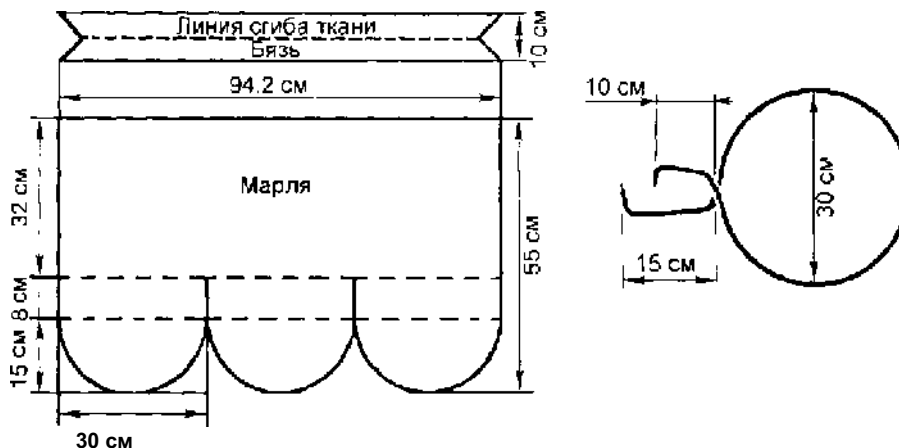


Рис. 6.1. Изготовление воздушного сачка (по Козлову и Нинбургу, 1981)

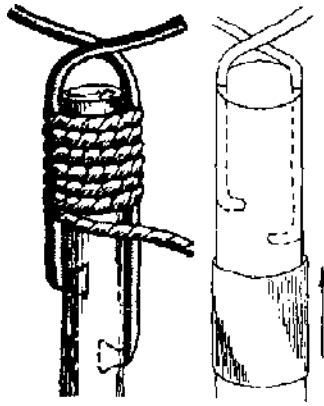


Рис. 6.2. Способы крепления проволочного обруча сачка к его рукоятке (по Козлову и Нинбургу, 1981)

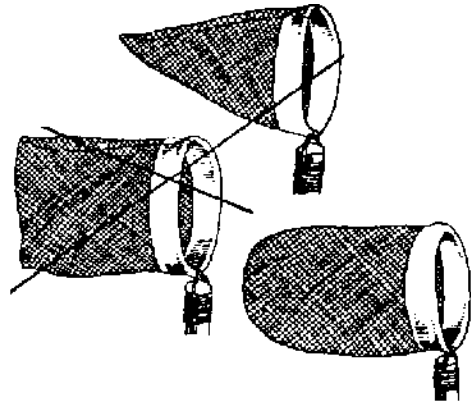


Рис. 6.3. Правильная и неправильные формы ловчего мешка (по Козлову и Нинбургу, 1981)

Иногда применяют многосθενьевую рукоятку (наподобие или даже переделанную из спиннинга), которую при необходимости можно удлинять или укорачивать.

Эксгаустер применяется для сбора мелких насекомых с растений или из сачка (рис. 6.4). Проще всего его изготовить из медицинской системы для капельницы.

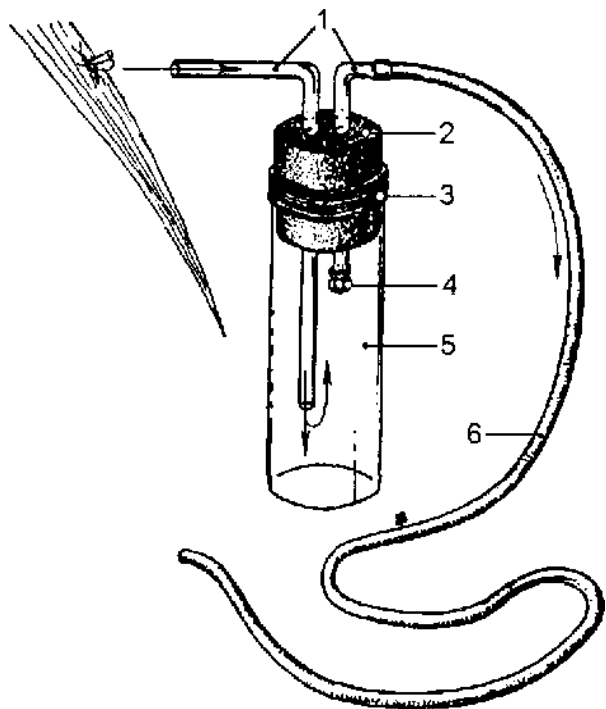


Рис. 6.4. Устройство эксгаустера (по Дунаеву, 1997):

- 1 – стеклянная (или полихлорвиниловая) трубка,
- 2 – пробка,
- 3 – кольцо из изоляционной ленты или лейкопластыря для крепления пробки к цилиндру,
- 4 – колпачок из марли или газа,
- 5 – стеклянный цилиндр (крупная пробирка),
- 6 – резиновая или полихлорвиниловая трубка. Стрелки показывают направление всасываемого воздуха

Для изготовления водного сачка (рис. 6.5) используют мелкочаеистую ткань, более прочную, чем марля (лучше всего – мельничный газ), и проволоку из нержавеющей стали толщиной 4–5 мм.

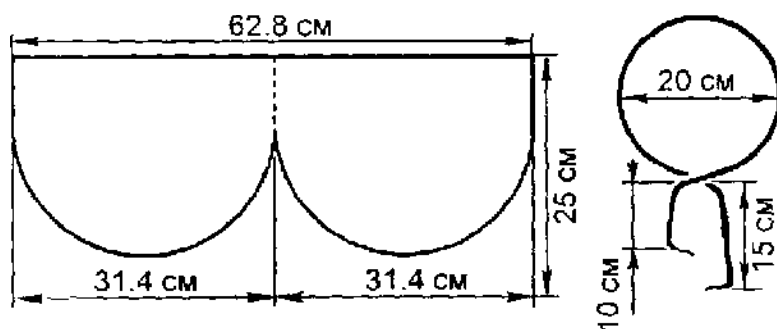


Рис. 6.5. Изготовление водного сачка (по Дунаеву, 1997)

## МЕТОДЫ СБОРА НАСЕКОМЫХ

**1. Ручной сбор** с цветов, листьев кормовых растений, коры деревьев. Этот способ наиболее прост, так как требует из оборудования только пинцет, эксгаустер и морилку. Или даже только морилку, так как многих насекомых (особенно жуков) можно спокойно брать руками, они не могут укусить или ужалить, их также можно просто стряхивать с растений сразу в морилку. Главное – побольше наблюдательности. Много разнообразных насекомых (жуков и перепончатокрылых) можно найти на цветущих растениях, особенно зонтичных, куда они прилетают за нектаром. Многих хвоелистогрызущих насекомых можно без труда найти на их кормовых породах, особенно на молодняках, где их присутствие выдадут объединенные листья или хвоя.

**2. Кошение воздушным сачком.** Множество насекомых, сидящих в траве или в кроне дерева, можно собрать только этим методом. Кошение нужно проводить только по сухой траве или листве, после высыхания росы или дождя, двигаясь против солнца и ветра, так как тень может вспугнуть насекомых, а ветер – вывернуть мешок. Сачком совершают несколько резких взмахов по траве и молодым побегам кустарников и деревьев. При этом обруч сачка должен следовать по восьмеркообразной траектории. После серии взмахов обруч переворачивают на  $180^\circ$ , чтобы мешок переклестнулся через него. Мелких насекомых извлекают из сачка эксгаустером. Дневным бабочкам и другим крупным летающим насекомым сначала складывают крылья, осторожно удерживая за грудь через ткань сачка, а потом, перехватив их свободной рукой, помещают в специальный бумажный пакетик. Рукоятку сачка при этих манипуляциях удобно держать под мышкой.

**3. Обследование коры и древесины усохших деревьев.** У стоящих усыхающих или усохших деревьев, ветровала, валежа и пней можно аккуратно отделить участки коры, осматривая ее внутреннюю поверхность и ствол под ней. Найденных насекомых и их личинки собирают в заранее приготовленные пробирки или в морилку. Кроме самих насекомых, на коре и древесине вы найдете ходы короедов, усачей и златок, которые можно вырезать или выпилить. Образец должен быть небольших размеров.

Если кора и древесина уже сильно трухлявые, то образцы поврежденных с них брать не нужно.

**4. Установка почвенных ловушек** поможет легко отловить большую группу насекомых, бегающих по поверхности почвы и обычно активных ночью. Этот метод прост и малозатратен. Для этой цели используются одноразовые пластиковые стаканчики, которые можно приобрести по 10 и более штук во многих торговых точках. Для установки стаканчика совком выкапывают в почве цилиндрическую ямку так, чтобы верхняя кромка стаканчика оказалась на уровне поверхности почвы или чуть ниже (рис. 6.6).

Между краями ловушки и окружающей почвой не должно быть зазоров. На дно каждого стаканчика наливают *фиксатор* обычно слоем 2–3 см. Лучше всего для этого использовать 3–6 % уксусную кислоту (но не 70 % эссенцию, ее предварительно нужно разбавить до 3–6 %). Без фиксатора ставить почвенную ловушку нельзя, иначе попавшие туда жужелицы, муравьи и другие хищные насекомые очень быстро уничтожат остальную улов. Как правило, в одном биотопе ставят не одну банку, а серию из 5 или 10.



Рис. 6.6. Пример установки пластикового стаканчика в качестве почвенной ловушки

Оставляют ловушки в зависимости от целей исследований и возможностей для проверки на ночь, сутки или несколько суток. Чтобы защитить эти ловушки от дождя (и праздного любопытства людей) их можно накрыть куском коры, плоским камнем или куском дерна, но не полностью, а так, чтобы оставалась широкая щель для свободного проникновения насекомых. Расставляют ловушки или в линию на расстоянии 0,5 или 1 м, или случайным образом в наиболее уловистых местах (у пней, больших камней, поваленных деревьев, в редкой растительности и т.д.). Во втором случае обязательно составить карту-схему установки ловушек с привязкой к хорошо заметным объектам, иначе часть из них вы просто потом не найдете.

При проверке ловушек фиксатор вместе с собранными насекомыми сливают в заранее приготовленные банки или крупных жуков достают пинцетом и складывают в морилку. Ловушки после выборки материала заполняют новым фиксатором. При установке ловушки на старое место надо обязательно удостовериться, что ее края не выступают над поверхностью почвы, так как при извлечении ловушки из ямки туда обязательно попадет хотя бы немного земли.



**5. Стряхивание насекомых на полотно.** Под деревом или кустом раскладывают светлую материю или раскрывают зонт под веткой и трясут ветку рукой или бьют по ней палкой (рис. 6.7). Упавших насекомых собирают с материи с помощью эксгаустера, пинцета или руками.

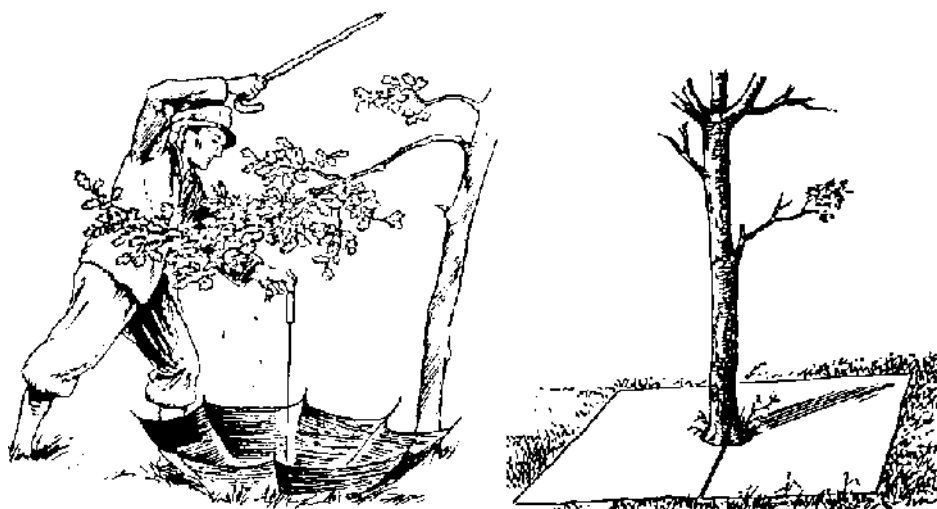


Рис. 6.7. Стряхивание насекомых с ветвей (из Дунаева, 1997)

**6. Выведение насекомых из личинок и куколок в лабораторных условиях.** Если вы нашли гусеницу бабочки, ее можно поместить в садок и выкармливать тем растением, на котором ее собрали до окукливания. Садком может служить любая банка, у которой вместо крышки натянута марля. Куколок держат в садках с мхом или растительным опадом, который постоянно немного увлажняют. Куколок, найденных в августе-сентябре, нужно обязательно подержать неделю-две в холодильнике (но не в морозилке!), а затем поместить в комнатную температуру. Иначе они просто не выйдут из диапаузы.

**7. Световая ловушка** предназначена для сбора ночных насекомых (бабочек, ручейников, жуков и др.). Источником света может быть просто уличный фонарь или любая лампа. Особенно удачно, если они освещают участок стены. Тогда на ней можно прикрепить экран из белой материи площадью 1–1,5 м<sup>2</sup>. Наиболее удачной для лова на свет считается теплая облачная ночь.

**8. Ловля на приманку.** Некоторые насекомые привлекаются различными приманками. Проволочников (личинок жуков-щелкунов) собирают на приманку из ломтей картофеля, проколотых палочками и закопанных в землю на глубину 5 см на расстояние 50 или 100 см друг от друга. Для различных жуков на пустырях и полянах раскладывают пучки сухой травы. Такие приманки называются *притеняющими*, или *концентрирующими*. Проверку проводят рано утром на следующий день после раскладки травы. Аналогичную роль выполняют доски, камни, бревна, которые полезно перевернуть и осмотреть.

## СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ, МОНТАЖА НАСЕКОМЫХ И ОФОРМЛЕНИЯ ЭНТОМОЛОГИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ

### Сохранение собранных насекомых

Насекомых, собранных во время энтомологических экскурсий, (кроме бабочек) сразу помещают в морилку – любой небольшой широкогорлый стеклянный или пластиковый сосуд с плотно закрывающейся крышкой (рис. 6.8).

Это может быть стеклянная баночка из-под детского питания или пластиковый контейнер из-под витаминов. Внутри обязательно помещаются сложенные гармошкой полоски бумаги для предотвращения слипания, загрязнения и намокания насекомых в морилке. На нижнюю часть крышки прикрепляют кусочек марли или ваты, смоченный в этилацетате (этиловый эфир уксусной кислоты).

Если нет возможности достать чистый этилацетат (используется как растворитель), можно применить жидкость для снятия лака. Но нужно использовать лишь самые дешевые варианты и посмотреть, чтобы в состав входил именно этилацетат (ethylacetate), а не ацетон. Использование для замаривания насекомых ацетона или бензина запрещено.

По мере высыхания ваты (особенно быстро это происходит при частом открывании крышки и в жаркую погоду) пропитку регулярно повторяют. Пузырек с действующим веществом должен быть во время экскурсии у руководителя.

Удобно, чтобы под рукой было несколько морилок для насекомых разных размеров и экологических групп, так как в одной морилке более крупные жуки могут сильно повредить нежных насекомых с тонкими крыльями. Для ночных бабочек (бражников, совок, пядениц) лучше всего использовать отдельную морилку.

Дневных бабочек обездвигивают путем простого сжатия груди большим и указательным пальцами до слабого, едва ощутимого щелчка. А затем их со сложенными крыльями укладывают в бумажный пакетик (лучше из кальки), который складывается треугольником (рис. 6.9). Эти пакетики можно некоторое время подержать в морилке, но не давать им намокнуть. Остальных насекомых оставляют в морилке минимум на 12 ч, а лучше на сутки, а затем раскладывают на ватные матрасики. Это прямоугольные конверты из бумаги (неглянцевой) с ровным слоем ваты толщиной не более 5 мм, поверх которого положен бумажный листок с этикетками (дата и место сбора, биотоп, ФИО сборщика).

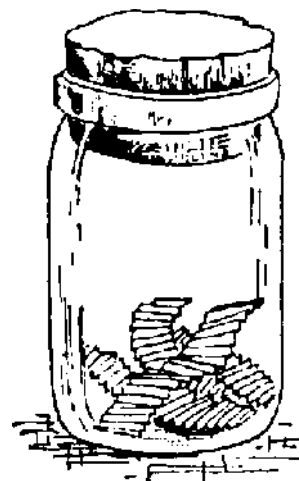


Рис. 6.8. Энтомологическая морилка

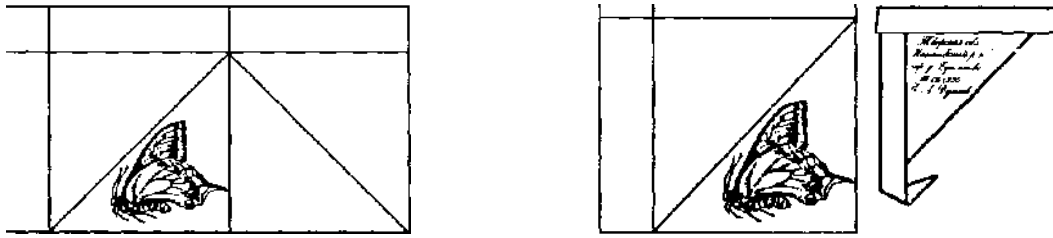


Рис. 6.9. Пакетики для бабочек

Сборы из разных мест или разных дат разделяются на матрасике и на листке разметкой (рис. 6.10).

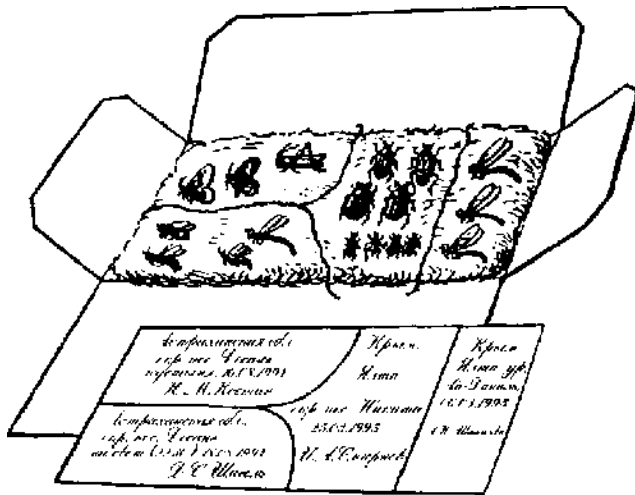


Рис. 10. Схема изготовления и заполнения ватного матрасика (по Козлову и Нинбургу, 1981)

Для хранения матрасиков используются плотные картонные коробки или пластиковые контейнеры. Рекомендуется заранее подготовить такие коробки и матрасики сделать в соответствии с их размерами (но примерно на 1 см меньше по длине и ширине). В таком виде матрасики можно легко хранить и транспортировать.

Для того чтобы сборы не заплесневели, их нужно хранить в сухом месте или регулярно просушивать, а в коробку можно поместить пакетики с силикагелем.

Личинки (гусеницы бабочек, личинки жуков и т. д.) еще во время экскурсии консервируются в этиловом спирте (70 %) или формалине (2–4 %). Для этого с собой должно быть несколько пробирок или бутылочек.

В одном сосуде можно консервировать одновременно разных насекомых. Многие крупные личинки жуков и двукрылых в спирте или формалине темнеют и теряют свою форму. Их предварительно ошпаривают кипятком, а только потом помещают в спирт. Очень крупных личинок (например майских хрущей или жуков-носорогов) можно варить в кипятке в течение 1–2 мин.

## Монтаж насекомых

Для расправления насекомых с ватных матрасиков размачивают в эксикаторе, который можно заменить любой посудой с плотно закрывающейся крышкой, на дно которой помещают кусок поролона. Этот поролон впитает достаточно горячей воды, чтобы за ночь положенные на него и на слой фильтровальной бумаги насекомые размягчились. Зимой можно поставить эксикатор к батарее отопления.

После размягчения насекомых накалывают на энтомологические булавки. Внимание! Накалывание насекомых на любые другие булавки или швейные иглы – не более чем порча материала. Подобные коллекции не являются научными. Энтомологические булавки бывают разных номеров: 000 (0,25 мм толщиной), 00 (0,3 мм), 0 (0,35 мм), 1 (0,4 мм), 2 (0,45 мм), 3 (0,5 мм), 4 (0,55 мм), 5 (0,6 мм) и др. Их выпускают специализированные фирмы в Чехии, Австрии, Германии, а заказать можно через Интернет. Наиболее часто используются номера 1, 2 и 3. Для разных групп насекомых место вкалывания булавки в тело разное (рис. 6.11), причем у жуков следят за тем, чтобы булавка вышла из груди между второй и третьей парой ног.

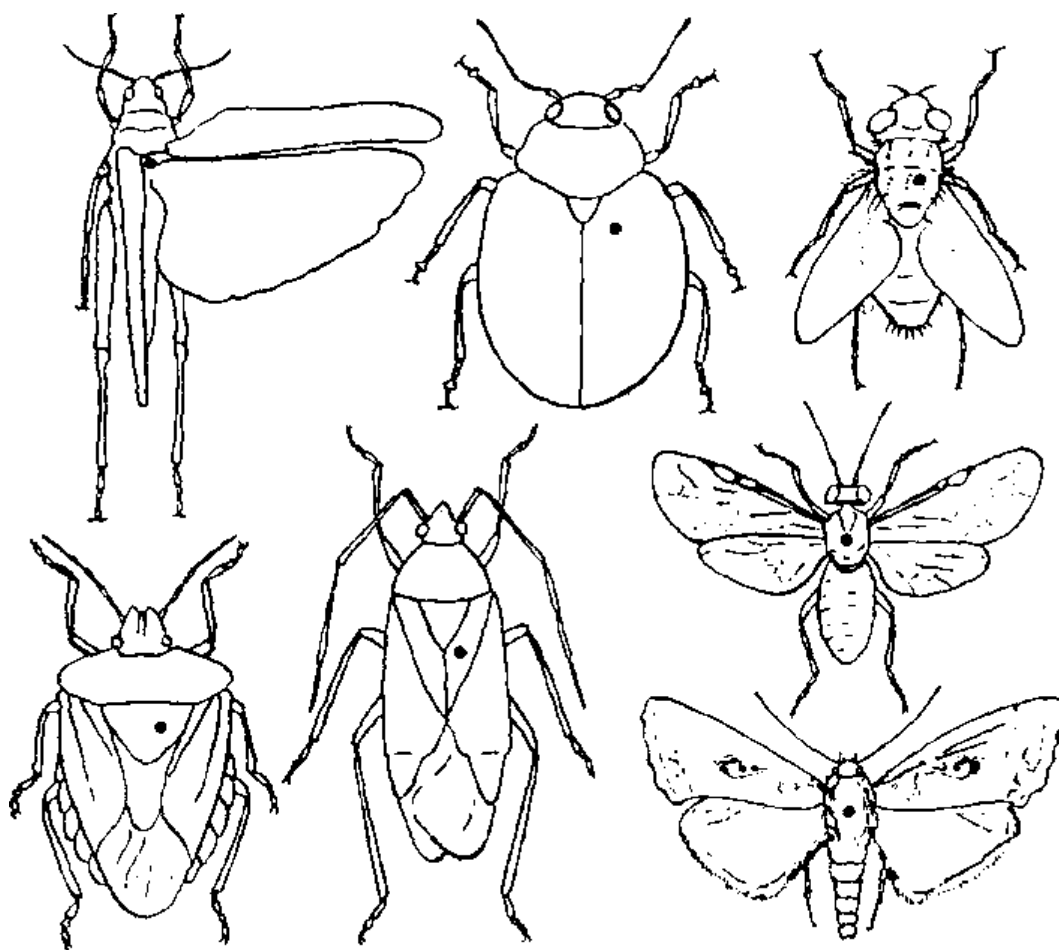


Рис. 6.11. Места накалывания насекомых разных отрядов (из Дунаева, 1997)

При накалывании насекомых следует обращать внимание на то, чтобы от головки булавки до насекомого оставалось не менее 1 см, иначе сложно будет брать булавку пальцам и перекалывать насекомых из одной коробки в другую. Накалывание необходимо проводить перпендикулярно плоскости тела насекомого (рис. 6.12). При расправлении крупных жуков конечности следует подогнуть под тело, у усачей длинные усы направить назад вдоль тела.

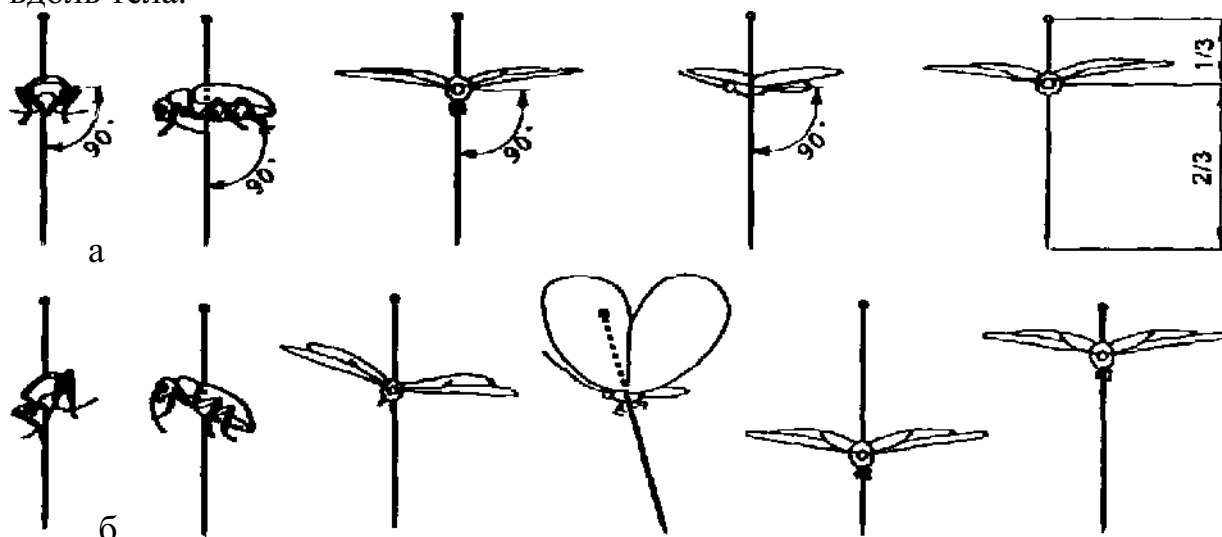


Рис. 6.12. Правильное (а) и неправильное (б) накалывание насекомых на энтомологические булавки (из Дунаева, 1997)

Бабочкам крылья расправляют на деревянных расправилках (рис. 6.13). При их изготовлении нужно помнить, что дощечки должны быть из очень мягкой древесины, чтобы при расправлении лучше втыкались булавки. Желательно иметь несколько расправилок под бабочек разных размеров. Можно также изготовить расправилки из пенопласта, но они не рекомендуются для бабочек, хотя вполне пригодны для прямокрылых, стрекоз, крупных ручейников и ос). Прямокрылым (кузнечикам, саранчевым) в отличие от бабочек расправляют только правые крылья и надкрылья. В качестве накладных лент на расправилку удобно использовать прозрачные полоски, вырезанные из кальки или целлофана.

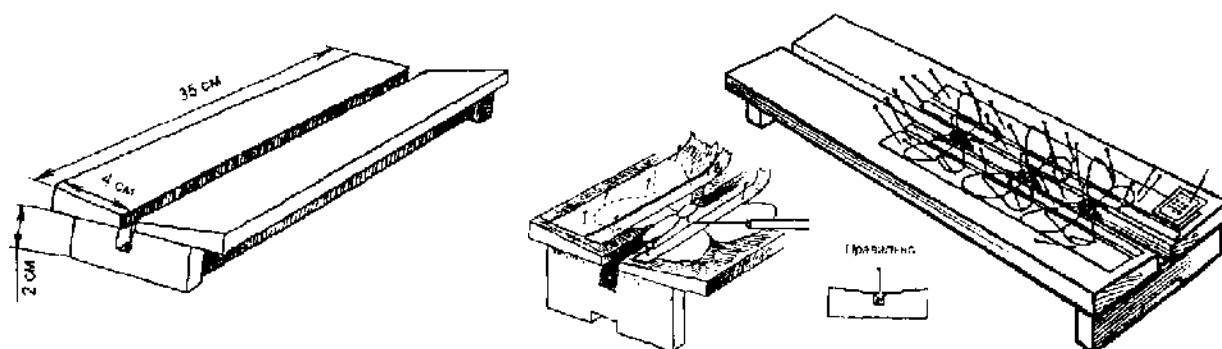


Рис. 6.13. Расправилка для насекомых (из Дунаева, 1997)

Перед расправлением и накалыванием на энтомологические булавки у стрекоз и крупных прямокрылых делают продольный разрез брюшка маникюрными ножницами или бритвой, осторожно извлекают кишечник и помещают вместо него вату, а в брюшко стрекоз – лучше всего тонкую соломинку.

Мелких насекомых обычно не накалывают, а приклеивают к пластинкам (плашкам), которые вырезают в виде остроугольных треугольников или прямоугольников и накалывают на энтомологические булавки. Пластинки изготавливают из плотного ватмана или полукартона. Насекомых желателно приклеивать нижней стороной, осторожно нанося маленькую каплю клея на кончик уголка, но так, чтобы при рассмотрении снизу были видны их конечности, голова и последние сегменты тела (рис. 6.14).

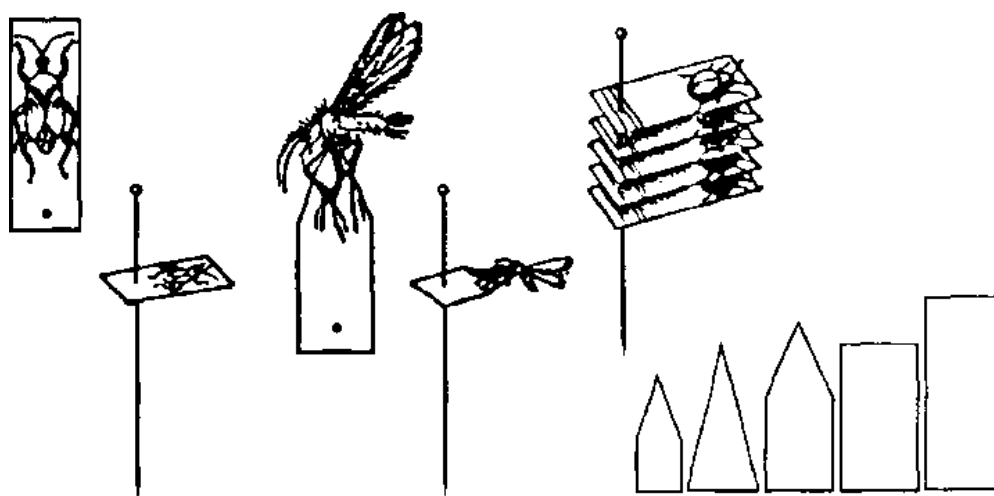


Рис. 6.14. Варианты энтомологических уголков и пластинок (плашек) и правила приклеивания к ним насекомых (из Дунаева, 1997)

Приклеивать удобнее на прозрачный водорастворимый канцелярский клей. С помощью клея можно также реставрировать сломанных насекомых. Если возникает необходимость снять насекомых с клея, то это можно сделать, поместив плашку с наклеенным насекомым в теплую воду. Через некоторое время клей растворится, насекомое всплывет, а плашка опустится на дно.

Расправленных насекомых (кроме мелких, наклеенных на пластинки) обычно сушат примерно в течение недели (бабочек средней величины – до месяца) в сухом, хорошо прогреваемом и защищенном от солнечных лучей месте.

Перед постановкой в коллекцию их этикетируют. На каждую булавку накалывается географическая этикетка, где должно быть указано: дата сбора, место сбора (область, район или расстояние и направление до ближайшего райцентра), условия ловли (на свет, кошением и т. д.), ФИО сборщика. Размеры этикеток могут быть различны, чаще всего это 8×18 мм. Делают их из плотной ватманской бумаги и заполняют черной тушью или печатают на

принтере. Экологическую характеристику места сбора можно дать на отдельной этикетке и подколоть ее ниже географической.

Когда насекомое достоверно определено, на булавку под географическую и экологическую этикетку накалывают видовую этикетку с латинским названием вида (русские названия на этикетках никогда не пишутся) и фамилией того, кто этот материал определил с обозначением «det.» (например det. I. Ivanov). Необходимо помнить, что неэтикетированный материал не имеет научного значения.

## ПРИМЕР ИЗУЧЕНИЯ РАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ЖУЖЕЛИЦ

Жужелиц легко отлавливать почвенными ловушками. Если вы установите линию ловушек в любом месте, то в первую очередь соберете именно жужелиц. Определить их будет довольно легко по справочнику-определителю «Жуки Среднего Урала».

Соотношение размеров в сообществе жужелиц зависит от условий среды обитания. Было показано, что при воздействии разнообразных нарушающих факторов (урбанизация, сенокос, выпас скота, внесение удобрений и пестицидов) размер особи в сообществе жужелиц уменьшается. Размер тела – важная функциональная характеристика организма, определяющая интенсивность его метаболизма, способность жить в определенных условиях, особенности передвижения и миграций. Кроме того, размерная структура сообщества отражает распределение ресурсов между видами.

Для характеристики размера особи можно использовать сумму длины надкрылий и переднеспинки ( $A + \Gamma$ ) или то же + длина головы ( $A + \Gamma + E$ ) (рис. 6.15). Средние размеры для каждого вида, как правило, определяются по 10 особям, а для редких и единичных видов – по всем собранным особям.

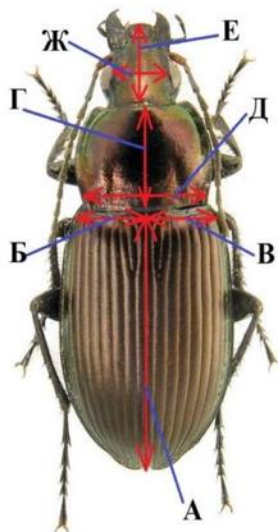


Рис. 6.15. Схема снятия размеров жужелиц: длина надкрылий (А), ширина левого надкрылья (Б), ширина правого надкрылья (В), длина переднеспинки (Г), ширина переднеспинки (Д), длина головы (Е), расстояние между глаз (Ж). Общую длину тела вычисляют путем суммирования мерных признаков А, Г и Е

При описании размерной структуры локальных сообществ выделяют-ся 4 группы:

I – от 2 до 3,9 мм (очень мелкие особи);

II – от 4 до 7,9 мм (мелкие);

III – от 8 до 10 мм (особи среднего размера);

IV – более 10 мм (крупные и очень крупные особи).

Далее определяем долю особей каждого размерного интервала от общего количества особей.

Результаты исследования Бельской и Золотарева (2017) показали, что с увеличением токсической нагрузки от выбросов предприятия разнородность сообщества по размерам уменьшается: снижаются количество видов крупных размеров и их обилие.

## МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ

Изменчивость присуща всему живому. Но когда на уроках биологии в школе приводят одни и те же стандартные примеры, учащиеся не осознают этого.

Достаточно сделать в природе выборку хотя бы в 50–100 экз. из популяций массовых видов насекомых: колорадского жука, восковика перевязанного, усача изменчивого, божьих коровок и др., чтобы увидеть, как изменчив их рисунок.

Изменчивость в популяциях удобно изучать методами *фенетики* с помощью дискретных признаков-маркеров – фенов.

Фенетика эффективно работает там, где генетическое исследование затруднено. Для развития фенетики много сделал А. В. Яблоков, книги которого и сборники «Фенетика популяций» помогут лучше разобраться в этом вопросе.

Фен – это любая альтернативная вариация признака (наличие-отсутствие пятна, перемычки, количество пятен, полос и т.д.).

Пример выделения фенов у колорадского жука показан на рис 6.16, которым вы вполне можете воспользоваться на практике.

У каждой особи фены образуют характерные композиции – морфы. Наличие в популяции нескольких морф приводит к полиморфизму.

Пример полиморфизма у двуточечной божьей коровки показан на рис. 6.17.

Встречаемость и процентное соотношение морф в популяции – ее характерный признак.



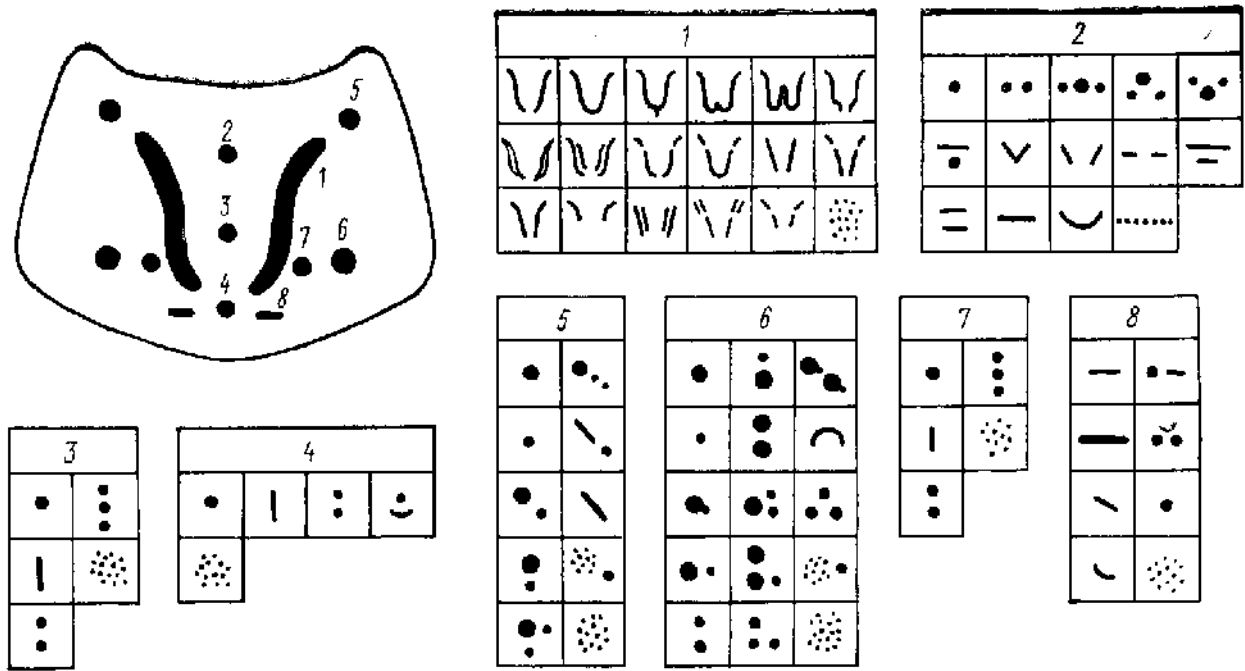


Рис. 6.16. Изменчивость рисунка на переднеспинке колорадского жука (из Яблокова, 1987). Слева вверху схема рисунка, в котором все элементы отмечены цифрами (1–8), а фены каждого элемента даны в колонках под соответствующей цифрой

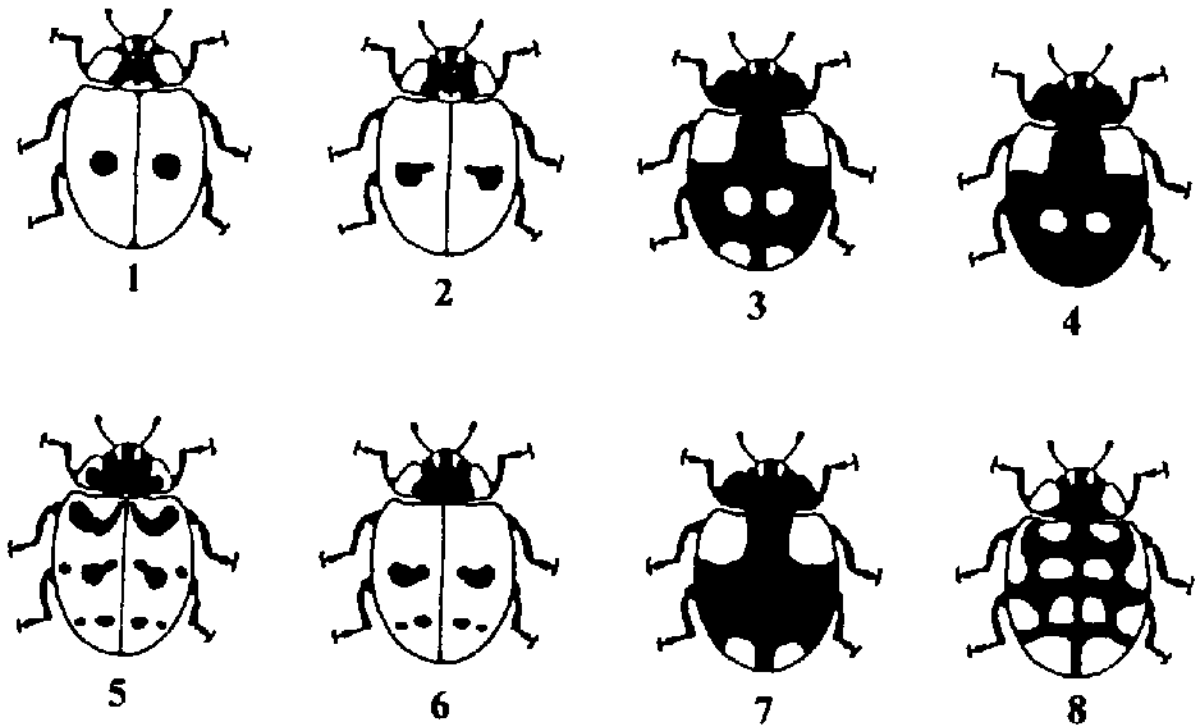


Рис. 6.17. Полиморфизм в популяциях двуточечной божьей коровки *Adalia bipunctata*

## ПИЩЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ЛЕСНЫХ НАСЕКОМЫХ И ТИПЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ

По пищевой специализации (т.е. по виду используемой пищи) насекомых разделяют на несколько экологических или трофических групп (рис. 6.18).

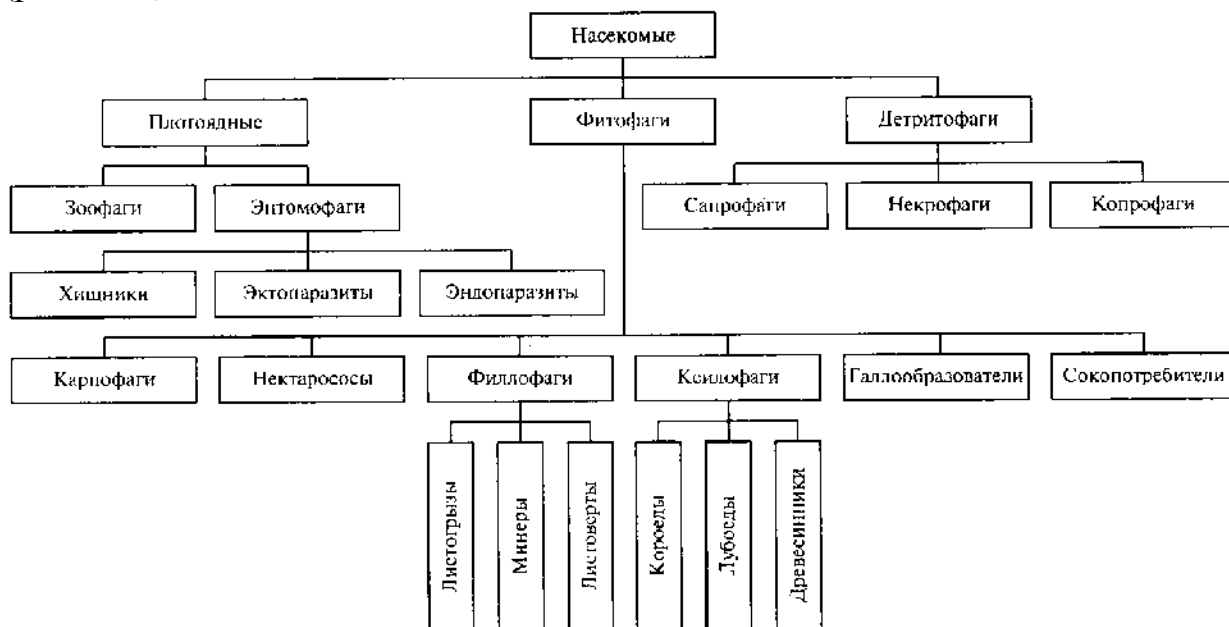


Рис. 6.18. Схема деления лесных насекомых на трофические группы

Это прежде всего *фитофаги*, или растительноядные насекомые. Среди них выделяют *дендрофагов* – насекомых, питающихся тканями и органами древесных растений, которые, в свою очередь, подразделяются на *филлофагов* – потребителей листвы и хвои, например хвое- и листогрызущие насекомые, *ксилофагов*, питающихся древесиной, например короеды, усачи, златки, *ризофагов*, питающихся корнями, *карпофагов*, питающихся плодами и семенами. Многие из них наносят значительный ущерб лесному хозяйству.

Насекомым-фитофагам противостоят хищные и паразитические насекомые – энтомофаги, насекомоядные птицы, млекопитающие, которые регулируют численность фитофагов.

Значительная часть насекомых относится к *сапрофагам*. Среди них *некрофаги*, питающиеся трупами животных (например жуки и личинки мертвеедов); *копрофаги*, питающиеся экскрементами животных (например жуки и личинки навозников); *детритофаги*, потребляющие разлагающийся мертвый органический материал – детрит (например жуки и личинки рогачей, муравьи-древоточцы и др.). Большой запас растительного детрита в лесу (листовой и древесный опад) определяет особо важную роль детри-

тофагов. На 1 м<sup>2</sup> лесной почвы встречаются десятки тысяч беспозвоночных животных (простейшие, черви, членистоногие), жизнедеятельность которых ускоряет минерализацию органических остатков. Таким образом, многие насекомые, относимые к категории «вредителей леса», если часть их жизненного цикла проходит в почве (хрущи, бронзовки, щелкуны, медведки и др.), компенсируют свою вредоносность, участвуя в почвообразовании, удобрении и рыхлении почвы.

### Типы повреждений растений

Тип повреждения растения связан с особенностями строения ротовых органов насекомых, которые очень разнообразны, но у фитофагов могут быть грызущие или колюще-сосущие. Грызущие фитофаги наносят механические повреждения растениям, выгрызают отдельные участки ткани или съедают части растения целиком. К этой группе относятся различные растительноядные жуки и их личинки, гусеницы бабочек, личинки пилильщиков.

Насекомые и клещи с колюще-сосущим ротовым аппаратом питаются растительными соками и вызывают изменение окраски растительных тканей, скручивание и увядание листьев и других органов, а иногда и полное усыхание растений. В результате действия слюны, вводимой в ткани сосущими насекомыми, в месте укола может происходить разрастание растительных тканей и образование наростов, утолщений (опухолей) и так называемых галлов. К фитофагам с колюще-сосущим ротовым аппаратом можно отнести клопов, равнокрылых (тлей, кокцид, цикад) и растительноядных клещей.

Выделяют следующие типы повреждений.

**1. Грубое объедание.** На листьях выедены большие участки либо остается только черешок. Так питаются саранчовые, гусеницы непарного шелкопряда, совки-гаммы и других бабочек. Повреждение обычно начинается с краев листа, толстые жилки могут быть частично не повреждены (например объедание капусты гусеницами капустной белянки).

**2. Скелетирование.** Выедается мягкая ткань с одной или с обеих сторон листа с оставлением всех, даже очень тонких, жилок. Образуется как бы скелет листа. Такие повреждения наносят личинки многих листоедов, гусеницы некоторых бабочек (особенно в младших возрастах), личинки некоторых пилильщиков и др.

**3. Свертывание, или скручивание, листьев.** С помощью паутины или без нее одиночные листья скручиваются в трубки или несколько листьев с подгрызенными черешками свертываются в виде сигары. Такие повреждения наносят жуки-трубоверты или гусеницы бабочек-листоверток. Некоторые насекомые свертывают не весь лист, а его край, и сами находятся в этом завернутом участке (гусеницы некоторых молей и др.).

**4. Минирование.** Ткань листа выедена изнутри между нетронутым с обеих сторон эпидермисом. Образовавшиеся при этом внутренние полости (мины) имеют характерную форму для каждого вида. Мины бывают пузырьревидные, в виде широких полостей, или узкие, лентовидные, более или менее извилистые, постепенно расширяющиеся, иногда спиралевидные. По окраске мины обычно отличаются от остальной неповрежденной поверхности листа, чаще всего они бывают обесцвеченные. В некоторых случаях мины заметны с обеих сторон, но чаще сверху или снизу листа. Такие повреждения характерны для гусениц некоторых бабочек (например минирующих молей), личинок пилильщиков и др.

**5. Образование галлов.** Под влиянием питания некоторых насекомых и клещей и вызванного им раздражения растительной ткани на листьях образуются различного вида вздутия, галлы, шаровидной, овальной, мешковидной, лепешковидной или иной формы. Нередко по окраске галлы отличаются от цвета листовой пластинки. Галлы могут образовываться на жилках, черешках или на листовой пластинке. Вызывают образование галлов некоторые орехотворки, галлицы, тли, галловые клещики. Клещики могут вызывать на листьях образование так называемых войлочных галлов.

**6. Деформация.** Проявляется в виде сморщивания, скручивания или гофрированности листьев. Наиболее часто такие повреждения наносят тли, кокциды, растительные клещи.

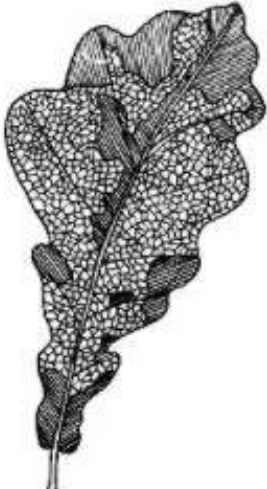

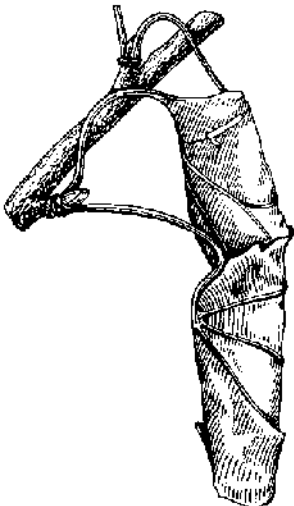
Примеры типов повреждения приведены в табл. 6.1. На основе этой таблицы можно дать практическое задание по определению типов повреждений и насекомых, их вызывающих (табл. 6.2).



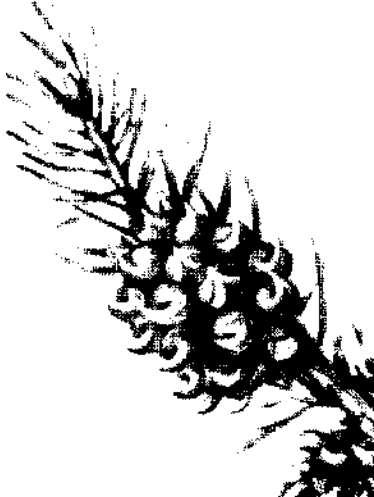
Таблица 6.1

Определение насекомых по типам повреждения растений

Повреждение (рисунок можно заменить образцом, собранным в природе)	Тип повреждения (подсказка)	Для кого характерны (подсказка)
1	2	3
	Грубое объедание	Гусеницы бабочек, крупные жуки-листоеды

Продолжение табл. 6.1

1	2	3
	<p>Скелетирование</p>	<p>Мелкие жуки-листоеды и их личинки</p>
	<p>Скручивание одного листа</p>	<p>Жуки-трубковерты</p>
	<p>Скручивание нескольких листьев</p>	<p>Жуки-трубковерты и бабочки-листовертки</p>

1	2	3
	<p>Образование галлов на листьях</p>	<p>Галлицы, орехотворки</p>
	<p>Образование галлов на побегах</p>	<p>Галловые клещики</p>
	<p>Образование галлов на хвойных</p>	<p>Хвойные тли (хермесы)</p>

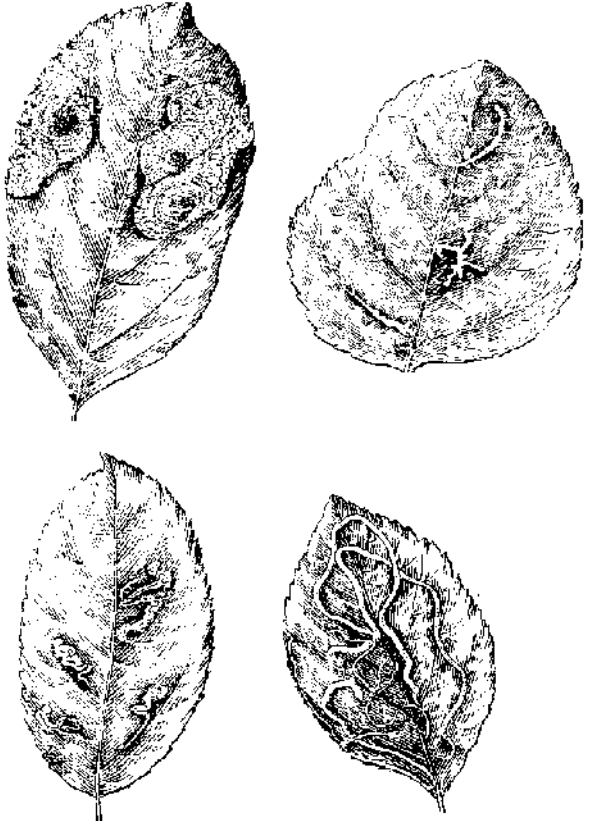

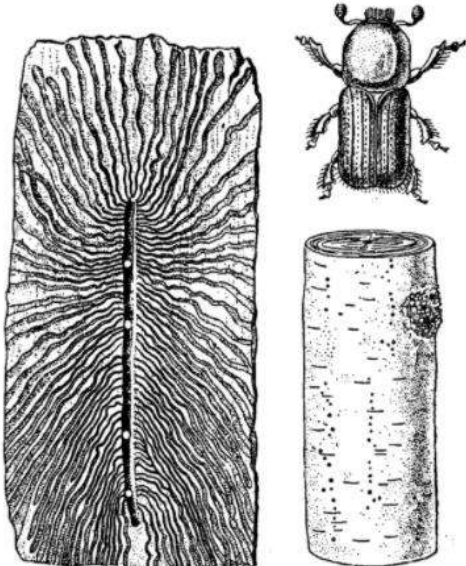
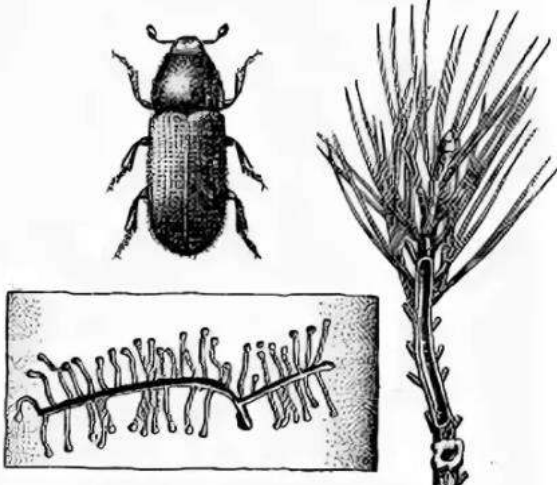
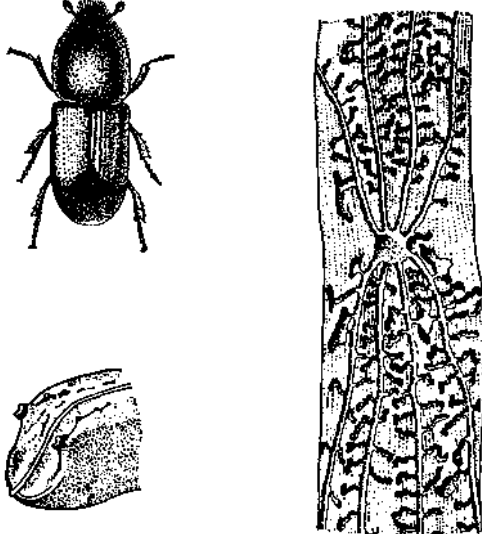

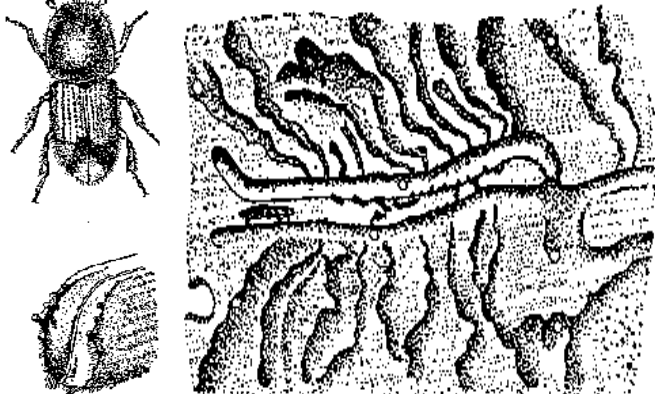
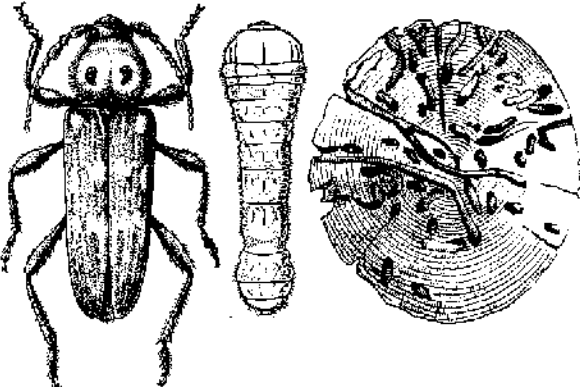
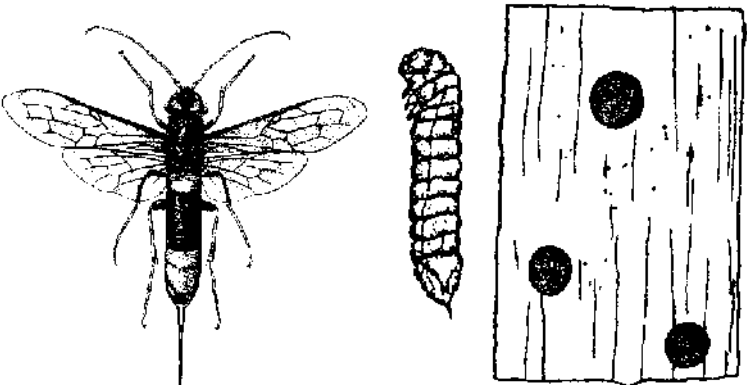
1	2	3
	<p>Минирование</p>	<p>Минирующие моли, златки, пилильщики</p>
	<p>Деформация</p>	<p>Тли</p>

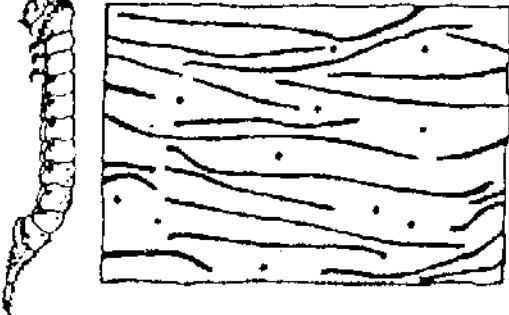
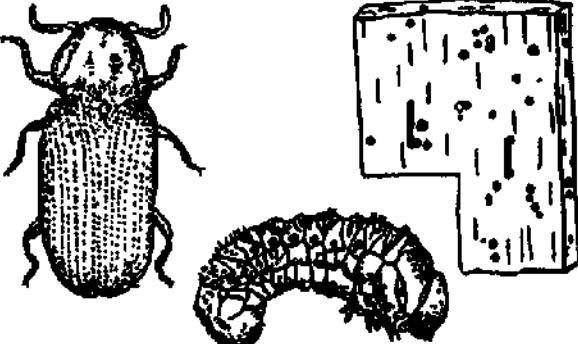
Таблица 6.2

Определение стволовых вредителей по характерным повреждениям

Повреждение древесины	Вид насекомого
	<p>Берёзовый заболонник</p>
	<p>Малый сосновый лубоед</p>
	<p>Вершинный короед</p>



Повреждение древесины	Вид насекомого
	<p>Короед-типограф</p>
	<p>Стенограф или шестизубый короед</p>
	<p>Усач (до вида по ходам не определить)</p>
	<p>Большой хвойный рогохвост</p>

Повреждение древесины	Вид насекомого
	Жуки-сверлильщики
	Точильщик мебельный

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### *Научно-популярная*

Мариковский, П. И. Тайны мира насекомых / П. И. Мариковский. – Алма-Ата : Кайнар, 1966.

Фабр, Ж.-А. Инстинкт и нравы насекомых / Ж.-А. Фабр; пер. с франц. – В 2 т. – Москва : Терра, 1993.

Фриш К. Из жизни пчел / К. Фриш; пер. с нем. – Москва : Мир, 1980.

#### *Практические руководства и справочники*

Дунаев, Е. А. Методы эколого-энтомологических исследований / Е. А. Дунаев. – Москва : МосгорСЮН, 1997.

Козлов, М. А. Юным зоологам: Наземные и пресноводные беспозвоночные. Для кружковой работы / М. А. Козлов, Е. М. Нинбург. – Москва : Просвещение, 1981.

Словарь-справочник энтомолога / С. П. Белошапкин и др. – Москва : Нива России, 1992.

#### *Определители и атласы*

Аверкиев, И. С. Атлас вреднейших насекомых леса / И. С. Аверкиев. – Москва : Лесная промышленность, 1984.

Горбунов, П. Ю. Бабочки Среднего Урала : справочник-определитель / П. Ю. Горбунов, В. Н. Ольшванг. – Екатеринбург : Сократ, 2007.

Горбунов, П. Ю. Бабочки Среднего Урала : справочник-определитель / П. Ю. Горбунов, В. Н. Ольшванг. – Екатеринбург : Сократ, 2008.

Горбунов, П. Ю. Жуки Среднего Урала : справочник-определитель / П. Ю. Горбунов, В. Н. Ольшванг. – Екатеринбург : Сократ, 2009.

Гусев, В. И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников / В. И. Гусев. – Москва : Лесная промышленность, 1984.

Корнелио, М. П. Школьный атлас-определитель бабочек : книга для учащихся / М. П. Корнелио. – Москва : Просвещение, 1986.

Мамаев, Б. М. Определитель насекомых по личинкам / Б. М. Мамаев. – Москва : Просвещение, 1972.

Мамаев, Б. М. Определитель насекомых европейской части СССР / Б. М. Мамаев, Л. Н. Медведев, Ф. Н. Правдин. – Москва : Просвещение, 1976.

Насекомые сибирских лесов. Первый атлас цветных фотографий для специалистов лесного хозяйства. – Красноярск : Центр защиты леса, 1999.

Новак, В. Атлас насекомых вредителей древесных пород / В. Новак, Ф. Грозинка, Б. Стары. – Прага : Гос. сельхоз. изд-во, 1974.

Соколов, Г. И. Пособие по определению чешуекрылых вредителей березы для специалистов лесного хозяйства / Г. И. Соколов. – Екатеринбург : Лесная служба ДПР, 2002.

#### *Лесная энтомология*

Болезни и вредители в лесах России : справочник. – Т. 3 : Методы мониторинга вредителей и болезней леса / под общ. ред. В. К. Тузова. – Москва : ВНИИЛМ, 2004.

Воронцов, А. И. Насекомые – разрушители древесины / А. И. Воронцов. – Москва : Лесная промышленность, 1981.

Лесная энциклопедия. В 2 т. / гл. ред. Г. И. Воробьев. – Москва : Советская энциклопедия. – I том – 1985, II том – 1986.

Мозолевская, Е. Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е. Г. Мозолевская, О. А. Катаев, Э. С. Соколова. – Москва : Лесная промышленность, 1984.

Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР / под ред. А. И. Ильинского и И. В. Тропина. – Москва : Лесная промышленность, 1965.

Тропин, И. В. Справочник по защите леса от вредителей и болезней / И. В. Тропин, Н. М. Ведерников, Р. А. Крангауз. – Москва : Лесная промышленность, 1980.

#### *Популяционная биология*

Популяционная фенетика. – Москва : Наука, 1997.

Яблоков, А. В. Популяционная биология: учебное пособие / А. В. Яблоков. – Москва : Высшая школа, 1987.

Бельская, Е. А. Изменение размерной структуры сообществ жуужелиц при техногенной трансформации лесных экосистем / Е. А. Бельская, М. П. Золотарев // Экология. – 2017. – № 2. – С. 107–115.





## 7. ЛЕСНАЯ ФИТОПАТОЛОГИЯ

**Ф**итопатология – наука о болезнях растений (греч. *phyton* – растение, *pathos* – болезнь, *logos* – учение). Лесная фитопатология рассматривает болезни древесных растений и процессы биологического разрушения древесины.

### Понятие о болезни растения. Типы болезней

Болезнь растения – сложный патологический процесс, возникающий под действием внешних факторов, протекающий во взаимодействии с окружающей средой и проявляющийся в нарушениях физиологических функций и анатомо-морфологических изменениях всего растения или отдельных органов. Болезнь приводит к отмиранию пораженных тканей, ослаблению, снижению продуктивности или гибели растения.

Инфекционные болезни вызываются грибами, бактериями, вирусами, микоплазмами, нематодами, цветковыми растениями-паразитами. Неинфекционные возникают без участия фитопатогенных организмов и не способны передаваться от больного растения к здоровому (недостаток, избыток влаги, питательных веществ; действие низких или высоких температур, вредных примесей в воздухе; механические воздействия и др.).

Тип болезни – группа заболеваний с комплексом общих симптомов (признаков).

#### *Наиболее распространенные типы болезней древесных пород*

Ведьмины метлы – множество тесно расположенных побегов на небольшом участке ствола или ветви.

Гниль – разложение, размягчение отдельных участков тканей растений, вызываемое грибами или бактериями. Чаще загнивают сочные, богатые питательными веществами и водой плоды, семена, клубни. Гниение древесины вызывается дереворазрушающими грибами (гнили: коррозионная, деструктивная; трещиноватая, призматическая, ямчатая; белая, бурая,



пестрая; корневая, комлевая, стволовая, вершинная; заболонная, ядровая, смешанная).

Деформация – изменение формы органов растения.

Мозаика – неравномерная пестрая окраска листьев.

Мучнистая роса – появление на поверхности растений белого налета, образованного мицелием и органами спороношения паразитических грибов.

Некроз – отмирание отдельных органов или участков тканей. Сухие участки листьев резко отграничены от здоровой ткани. При некрозах ветвей или стволиков на поверхности отмирающей коры видны грибные образования.

Плесень – образования грибами на поверхности органов растений паутинистых или порошащих налетов различного цвета.

Пятнистость – образование на листьях, плодах, молодых побегах пятен, разнообразных по цвету, форме, величине, структуре.

Рак – развитие опухолей, язв с наплывами, смолоточащих ран на стволах, корнях и других органах растений.

Ржавчина – образование оранжевых, желтых, ржавых, бурых, темно-бурых скоплений спор грибов, выступающих на поверхность органов растения через разрывы покровных тканей.

Чернь – черный налет на зеленых органах растений, образуемый мицелием и спороношениями сапротрофных грибов, питающихся на счет выделений насекомых и т.п.

Шютте – изменение цвета, отмирание и опадение хвои с образованием грибами органов спороношений.

## **Основы морфологии и систематики грибов**

Грибы – самостоятельное царство живой природы. Грибы, имеющие вегетативное тело, представленное амебоидом, плазмодием или одноклеточным мицелием, относят к низшим; грибы с многоклеточным мицелием – к высшим. Большинство болезней древесных растений вызывается грибами из отделов аскомикота (сумчатые), базидиомикота и группы с неопределенным таксономическим статусом – дейтеромикота (несовершенные грибы).

Гифы – разветвленные нити толщиной 1,5–10 мкм, образуемые грибами.

Мицелий – вегетативное тело гриба, составляемое гифами.

Мицелиальные пленки – плотные, ватообразные, плоские сплетения гиф.

Шнуры – сросшиеся мицелиальные тяжи (нитевые гифы).

Ризоморфы – мицелиальные тяжи, имеющие плотную темную оболочку.

Склеротии – затвердевающие сплетения гиф обычно овальной формы, служащие для сохранения гриба в неблагоприятных условиях.

Стромы – плотные или мясистые сплетения гиф пронизывающих ткани растения. На поверхности или внутри стром образуются органы спороношений или плодовые тела гриба.

### **Болезни плодов, семян, всходов, сеянцев, молодняков**

*Болезни плодов и семян.* Болезни, связанные с весенним заражением завязей паразитными грибами, развиваются в летний период, вызывая характерные изменения формы, цвета, размеров или структуры семян, и легко обнаруживаются во время заготовки – мумификация, ржавчина, деформация, пятнистость. При заболеваниях, связанных с более поздним заражением семян (особенно после их созревания и опадения), симптомы поражения проявляются не сразу, поэтому зараженные семена могут попасть в хранилище и явиться источником заражения – гнили, плесени.

*Болезни сеянцев и молодняков.* В питомниках и молодняках чаще встречаются полегание, шютте (обыкновенное, снежное (фацидиоз), листовницы (мериоз), ели), выпревание, ржавчина, мучнистая роса, пятнистость листьев, которые значительно снижают выход стандартного посадочного материала. Поражая самосев, болезни отрицательно влияют на естественное возобновление, приводят к ухудшению состояния и гибели растений.

*Негнилевые болезни древесных пород* (некрозы, раковые и сосудистые заболевания) поражают стволы и ветви. Некрозные болезни характеризуются поражением и быстрым отмиранием коры, камбия и наружных слоев древесины, раковые отличаются развитием опухолей, наплывов, ступенчатых ран, смолоточащих узлов и т. п. Сосудистые болезни проявляются в увядании листьев, побегов, усыхании ветвей или всего дерева. Многие болезни поражают насаждения различного возраста (например рак листовницы), некоторые встречаются только в молодняках (целангиевый некроз) или только в насаждениях более старшего возраста (смоляной рак).

### **Фитопатологическое обследование питомника**

На плане питомника отмечают удаленность от стен леса, размещение посевов и посадок разных лет и пород, наличие площадей под черным паром.

Рекогносцировочное обследование проводят путем осмотра посевов школьного и других отделений. Пораженность растений выявляется по характерным признакам. При наличии очага поражения определяется его площадь, вид заболевания, степень поражения растений в процентах (глазомерная), указывается поражаемая порода, возраст растений. Если по данным рекогносцировочного обследования пораженность посевов болезнями выше 10 %, назначается детальное обследование.



Детальное обследование проводится ежегодно 3–4 раза за сезон:

1 – сразу после таяния снега и в течение трех недель;

2 – через 1–1,5 мес. после появления всходов;

3 – в июле-августе;

4 – в конце сентября – в октябре.

В каждый период определяют распространенность и интенсивность развития болезней, степень угрозы посевам, собирают образцы пораженных сеянцев.

При обнаружении очага инфекционного заболевания на каждом участке (поле) закладывают 6 пробных площадок длиной по 1 м. На площадках проводят сплошной пересчет сеянцев на одной средней строчке, при 6-строчной схеме – на третьей, ближе к центру участка. Размещение площадок – по двум диагоналям участка (рис. 7.1, табл. 7.1).

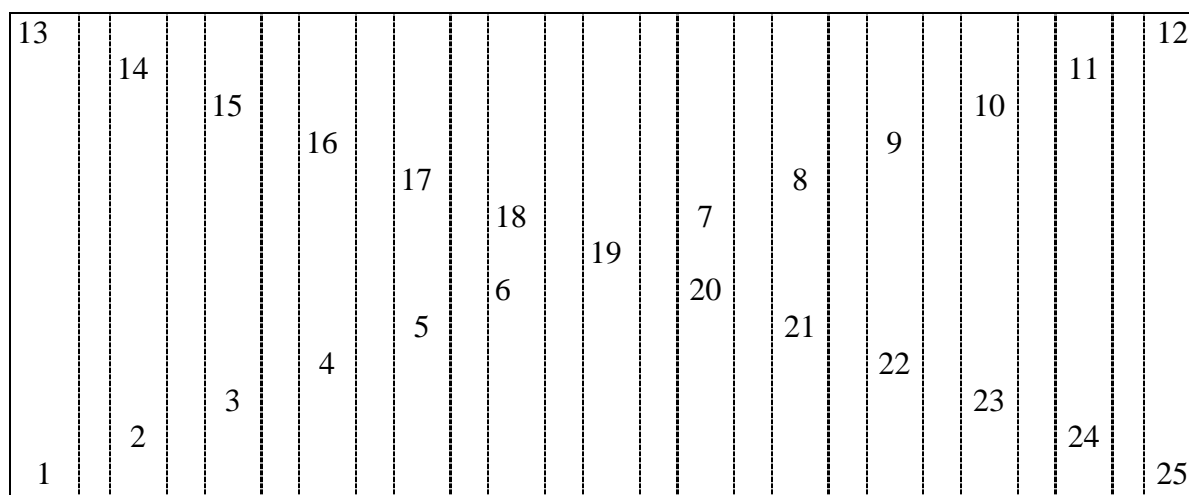


Рис. 7.1. Схема размещения учетных площадок по двум диагоналям участка

Таблица 7.1

#### Расположение учетных площадок на участке

Количество учетных площадок, шт.	Номера учетных площадок (по схеме)
6	3, 10, 15, 17, 21, 23
7	3, 5, 10, 15, 17, 21, 23
8	3, 5, 8, 10, 15, 17, 21, 23
9	1, 3, 5, 8, 10, 15, 17, 21, 23
10	1, 3, 5, 8, 10, 12, 15, 17, 21, 23
11	1, 3, 5, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 21, 23
12	1, 3, 5, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 21, 23, 25
13	1-3, 5, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 21, 23, 25
14	1-3, 5, 8, 10-13, 15, 17, 21, 23, 25
15	1-3, 5, 8, 10-15, 17, 21, 23, 25
16	1-3, 5, 8, 10-15, 17, 21, 23-25
17	1-3, 5, 6, 8, 10-15, 17, 21, 23-25

Количество учетных площадок, шт.	Номера учетных площадок (по схеме)
18	1-3, 5-8, 10-15, 17, 21, 23-25
19	1-3, 5-8, 10-15, 17, 18, 21, 23-25
20	1-3, 5-8, 10-15, 17, 18, 20, 21, 23-25
21	1-8, 10-15, 17, 18, 20, 21, 23-25
22	1-15, 17, 18, 20, 21, 23-25
23	1-18, 20, 21, 23-25
24	1-18, 20-15
25	1-25

Следует закладывать площадки с таким расчетом, чтобы в пересчет вошло не менее 100 растений. При сплошном пересчете сеянцы подразделяются на здоровые и пораженные (в том числе погибшие). Показатели, полученные при обследовании растений на шести площадках, суммируют, затем определяют ориентировочное значение распространенности болезни в питомнике по формуле:

$$P = \frac{n \cdot 100}{N},$$

где  $P$  – распространенность болезни;

$n$  – количество пораженных сеянцев, шт.;

$N$  – количество всех учтенных сеянцев, шт.

По табл. 7.2 находят количество учетных площадок, которые необходимо заложить при полученной величине распространенности болезни.

Учеты повторяют на тех же 6 площадках и проводят на добавочных, расположение которых определяют по схеме (см. рис. 7.1 и табл. 7.1). Например, на пробных площадях 3, 10, 15, 17, 21, 23 ориентировочная распространенность болезни составила 20 % при площади участка 0,6 га.

Из табл. 7.2 видно, что необходимо заложить 12 площадок – 1, 3, 5, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 21, 23, 25, т.е. к шести уже заложенным добавить еще шесть и разместить их в соответствии со схемой.

Участок площадью более 1 га делят на части так, чтобы каждая не превышала 1 га. После завершения учетных работ окончательно определяют распространенность болезни. Одновременно на этих же участках определяют показатель развития болезни. Для этого при пересчете сеянцев оценивают степень их поражения по шкале в баллах:

0 – здоровые растения;

1 – поражено до 25 % хвои или листвы;

2 – до 50 %;

3 – до 75 %;

4 – до 100 %.

Таблица 7.2

## Необходимое количество учетных площадок

Распространенность болезни, %	Количество учетных проб, шт., для участка площадью, га			
	1,0	0,8	0,6	0,4
1	5	5	5	5
2	8	8	8	8
3	9	9	9	9
4	10	10	10	10
5	11	10	10	10
6	12	10	10	10
7	13	10	10	10
8–9	14	11	10	10
10	15	12	10	10
11–12	16	13	10	10
13–14	17	14	11	10
15–17	18	14	11	10
18–19	19	15	11	10
20–23	20	16	12	10
24–26	21	17	13	10
27–31	22	18	13	10
32–37	23	18	14	10
38–46	24	19	14	10
47–69	25	20	15	10
70–78	24	19	14	10
79–83	23	18	14	10
84–86	22	18	13	10
87–89	21	17	13	10
90–92	20	16	12	10
93	19	15	11	10
94–95	18	14	11	10
96	17	14	11	10
97	16	13	10	10
98	15	12	10	10
99	13	10	10	10
100	9	9	9	9

Расчеты проводят по формулам

$$СПБ = \frac{\sum ab}{N}, \quad РБ = \frac{\sum ab}{nv} 100,$$

где *СПБ* – средний балл поражения;

*РБ* – развитие болезни, %;

$\sum ab$  – сумма произведений количества больных семян, шт. (*a*), на соответствующий балл поражения (*b*);

*N* – количество всех учтенных семян, шт.

*n* – количество пораженных семян, шт.;

*v* – высший балл принятой шкалы.

На основании полученных данных можно сделать вывод о степени распространенности и интенсивности болезней.

Степень распространенности болезни (например шютте обыкновенного и снежного в посевах второго года выращивания) оценивают по шкале в баллах:

- 0 – растения практически здоровые;
- 1 – до 5 % пораженных семян – очень слабая распространенность;
- 2 – до 25 % – слабая;
- 3 – до 45 % – средняя;
- 4 – до 70 % – сильная;
- 5 – более 70 % – очень сильная.

При наличии ржавчины на побегах сосны получают представление о проявлении болезни по степени отклонения от нормы. Для этой болезни считают нормой распространенность от 30 до 50 % и средний балл поражения 0,8–1,5; выше нормы – более 50 % и свыше 1,5 балла; ниже нормы – до 30 % и 0,8 балла соответственно.

Для каждой болезни существуют свои особенности учета поражения.

Данные о развитии и распространенности болезней можно использовать для составления прогнозов болезней семян в питомниках.

#### *Основные диагностические признаки наиболее распространенных болезней семян [1, 7, 8]*

#### **Инфекционное полегание всходов и семян**

Возбудители – грибы из родов: 1 – *Fusarium*, 2 – *Alternaria*, 3 – *Botrytis*, 4 – *Verticillium* (дейтеромицота, класс гифомицеты); 5 – *Rizoctonia* (дейтеромицота, класс агномицеты); 6 – *Pythium* (отдел оомицота) и др. Чаще всего возбудителями болезни являются грибы из рода фузариум, при этом болезнь называется «фузариоз».

Возбудители полегания – факультативные паразиты, которые питаются сапротрофно в почве, на растительных остатках и других органических субстратах. Поражают и древесные и травянистые растения. Растения старше двух месяцев поражаются редко.

В посевах хвойных пород выделяют 4 основных типа поражения.

1. Загнивание семян и проростков – довсходовая фаза поражения, наблюдается по время прорастания семян. В посевных строчках – пустые места, всходы редкие. При раскопках в пустотах обнаруживаются семена с загнившими и почерневшими проростками.

2. Полегание всходов – наблюдается со 2–14 (в среднем с 6-го) дня и до 4-недельного возраста, пока стебелек не одревеснел. Нижняя часть стебелька водянистая, на ней – бурая кольцевая перетяжка. Стебелек теряет упругость, растение полегает (падает). У всходов загнивает корешок, начиная от корневой шейки. Растения засыхают куртинами и легко выдер-

гиваются из почвы с обнаженным осевым цилиндром корня в виде белой ниточки. При повышенной влажности на загнивших семенах и проростках у основания стебельков сеянцев появляется налет грибницы и органы спороношения со спорами (рис. 7.2).

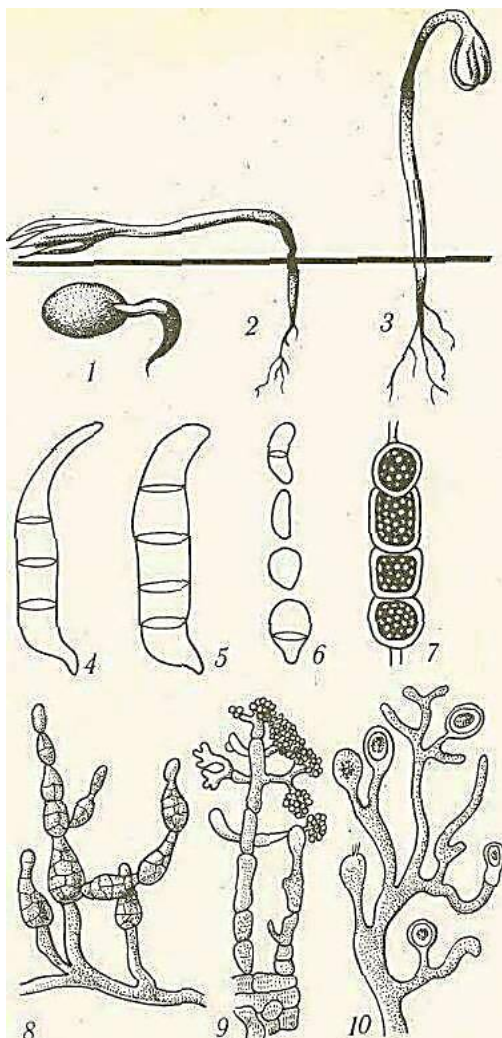


Рис. 7.2. Полегание сеянцев и спороношение его возбудителей (по С. В. Шевченко):

- 1 – пораженный проросток;
- 2 – пораженная корневая шейка сеянца хвойного растения;
- 3 – пораженный сеянец листовенного растения;
- 4–7 – споры гриба рода *Fusarium* (4–5 – макроконидии);
- 6 – микроконидии;
- 7 – хламидоспоры;
- 8 – споры гриба рода *Alternaria*;
- 9 – конидиеносец и споры гриба рода *Botrytis*;
- 10 – споры гриба рода *Rythium*

3. Загнивание корней сеянцев. Поражаются растения старше 4-недельного возраста. Корешки загнивают, перетяжка не образуется. Сеянцы засыхают стоя и также легко выдергиваются из почвы с голым осевым цилиндром корешка.

4. Увядание верхушек сеянцев. Частично загнивает корневая система, хвоя бледнеет, размягчается, становится «растрепанной». Сеянцы часто падают на почву. При благоприятных для роста условиях сеянцы выживают за счет образования дополнительных корешков.

Достоверно определить причину полегания возможно только при микроскопировании. Грибы рода *Fusarium* у корневой шейки пораженных растений образуют розовую пушистую грибницу. На ней видны: макроконидии – серповидные, с поперечными перегородками, 4–5-клеточные; микроконидии – 1–2-клеточные, овальные, формируются единично или цепоч-

ками, по количеству значительно превышают макроконидии; хламидоспоры – округлые, красно-коричневые, с толстой оболочкой, образуются при наступлении неблагоприятных условий. Грибы рода *Alternaria* образуют оливково-черный или темно-бурый налет, конидии оливковые, веретеновидные, с продольными и поперечными перегородками, собраны в цепочки. Грибы рода *Botrytis* формируют серые порошащие скопления мицелия с разветвленными конидиеносцами и одноклеточными округлыми конидиями; иногда образуют черные склероции. Гибель семян от инфекционного полегания может достигать 80–100 %. Признаки полегания, вызванные абиотическими факторами (неинфекционное полегание), – корешки семян не темнеют, не загнивают, осевой цилиндр корня не обнажается, налет грибницы и спороношение на погибших экземплярах не появляются.

### Серая плесень семян

Возбудитель – гриб *Botrytis cinerea* Pers. (дейтеромикота, класс гиомицеты). Гриб поражает хвою и молодые побеги семян сосны, ели, лиственницы, пихты. Заражение происходит в апреле-мае. На стебельках и хвое появляется серый пушистый налет – мицелий, на котором затем формируется конидиальное спороношение (рис. 7.3). Конидии располагаются на коротких разветвленных конидиеносцах; сохраняют жизнеспособность до двух лет. При массовом образовании конидий налет становится светлосерым, порошащим. Поражение в открытом грунте начинается с низа охвоенной части, в теплицах – с верха. Хвоя темнеет, сереет. Растения загнивают или засыхают. Осенью на пораженных семенах образуются серые, позднее чернеющие склероции диаметром 2–7 мм. Весной следующего года они прорастают, образуя мицелий и органы спороношения. Благоприятные условия для развития гриба – места скоплений влаги, загущенность посевов в сочетании с высокой относительной влажностью воздуха весной. Источник инфекции – растительные остатки и зараженные растения (сеянцы, многие сельскохозяйственные и цветочные культуры и сорняки), на которых находятся склероции.

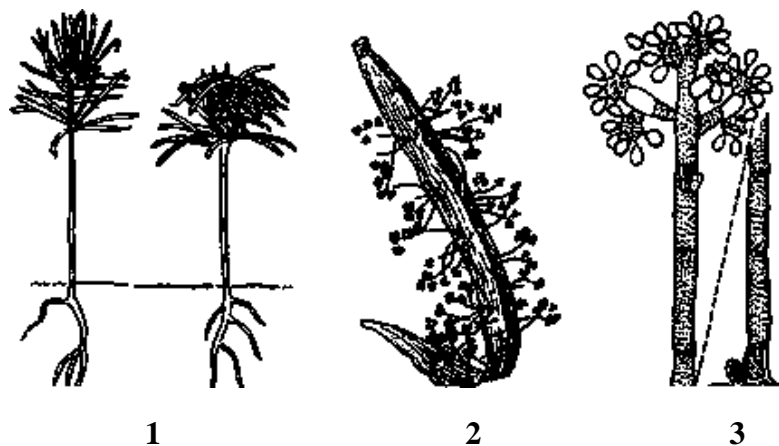


Рис. 7.3. Серая плесень семян (по Н. И. Федорову):

- 1 – пораженные сеянцы;
- 2 – конидиальное спороношение на хвоинке;
- 3 – конидиеносец с конидиями

## Удушье сеянцев



Рис. 7.4. Удушье сеянцев

Возбудитель – гриб *Thelephora terrestris* Fr. (отдел базидиомицота, класс базидиомицеты, группа афиллофороидные гименомицеты).

Источники инфекции – мицелий в подстилке и базидиоспоры, образованные плодовыми телами в течение вегетационного периода. Гриб – сапротроф, использует растения в качестве опоры. Поражаются сосна, реже ель, лиственница, можжевельник, береза в возрасте 1–5 лет. Зачатки плодовых тел в виде бурого налета появляются с начала лета на поверхности почвы, после – на стволиках у корневой шейки, разрастаются на растении. Во второй половине лета плодовые тела воронкообразные или распростертые (рис. 7.4), темно-коричневые со светлым краем; гименофор бугорчатый или гладкий, сероватый. Многолетние кожистые плодовые тела достигают высоты 10–15 см и создают механические препятствия для дальнейшего роста и развития растений, которые погибают от удушья

## Обыкновенное шютте сосны

Хвою разных сосен могут поражать более десяти видов грибов из рода *Lophodermium*, сосну обыкновенную – 4 вида, отличающиеся морфологией, биологией, экологией и степенью агрессивности по отношению к хозяину – хвое сосны.

Чаще встречаются *Lophodermium seeditiosum* Mint. et Stahl. и *Lophodermium pinastri* Chev. (отдел сумчатые грибы, класс плодосумчатые, группа порядков дискомицеты). Сосну в возрасте приблизительно до 5 лет в 95–100 % случаев поражает *L.seeditiosum*; с 6 до 14 лет – оба гриба; после 8 лет – в основном *L.pinastri*; с 15 лет – *L.pinastri*.

При поражении *L.seeditiosum* первые признаки болезни появляются осенью в виде желтых пятен на хвое. Весной следующего года через 3–10 дней после схода снега хвоя краснеет и отмирает. С середины апреля на ней образуются пикниды (вместилища бесполок спор) – черные, эллиптические, часто сливающиеся в цепочку. Летом образуются плодовые тела – апотеции – серовато-черные, удлиненно-эллиптические, на концах заостренные, соединяющиеся вершинами друг с другом. При созревании раскрываются продольной щелью. Поперечные линии на хвое отсутствуют или встречаются очень редко (рис. 7.5).

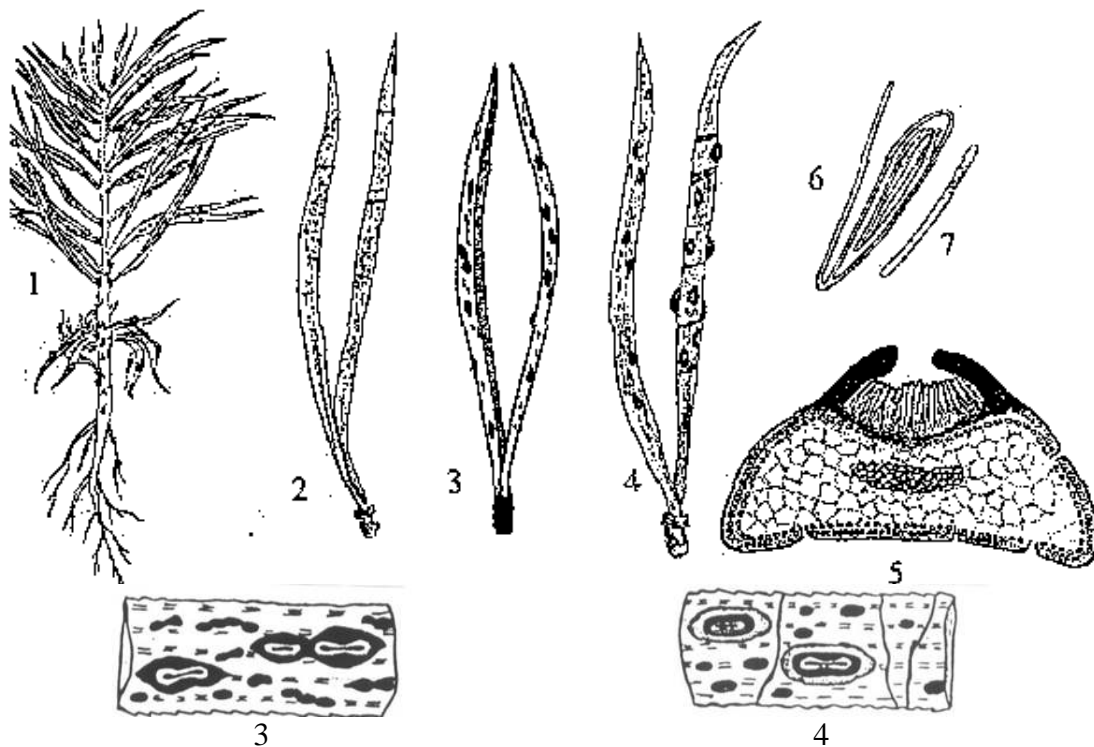


Рис. 7.5. Обыкновенное шютте сосны:

- 1 – пораженный сеянец;
- 2 – хвоя с пикнидами возбудителя;
- 3 – хвоя, пораженная грибом *Lophodermium seditiosum*;
- 4 – хвоя, пораженная грибом *L. pinastri*;
- 5 – разрез через хвоинку с апотецием *L. pinastri*;
- 6 – сумка с сумкоспорами и парафиза;
- 7 – сумкоспора

При поражении сосны грибом *Lophodermium pinastri* первые признаки появляются в мае. Отмершая хвоя краснеет обычно в нижней части сеянцев. Пикниды образуются в июне-июле – черные, округлые, но могут и отсутствовать. Апотеции формируются на отмершей, в основном на опавшей хвое; они черные, овально-эллиптические, при созревании открываются продольной щелью с красноватыми краями. На хвое четкие черные поперечные линии.

### Снежное шютте сосны (фацидиоз)

Возбудитель – *Phacidium infestans* Karst. (отдел сумчатые грибы, класс плодосумчатые, группа порядков дискомицеты).

Заболевание встречается на сеянцах, саженцах, подросте и в молодых культурах сосны, ели, можжевельника и приводит к отмиранию хвои или всего растения. Гриб первоначально поражает хвою, находящуюся под снегом, поэтому наиболее опасен для растений, полностью закрытых снежным покровом (для сосен в возрасте до 5–6 лет).



Время заражения сумкоспорами зависит от климатических условий: осуществляется по европейскому типу (осенью), сибирскому (весной) или по промежуточному (либо весной, либо осенью).

При европейском типе течения болезни рассеивание спор начинается обычно в первой декаде октября и продолжается до установления снежного покрова. Первые признаки можно обнаружить в январе-феврале под снегом на хвое в виде бледно-зеленых пятен. Затем начинает развиваться серовато-белый паутинистый мицелий. Во второй половине марта – начале апреля хвоя оливково-зеленая, пятна на ней – коричневые. Мицелий растет под снегом и распространяется на здоровые растения (отсюда название «снежное шютте»).

Во время таяния снега мицелий уплотняется и образует светло-серые пленки; их наличие – важный диагностический признак болезни. Поражение куртинное.

Через 2–3 дня после схода снега пленки под действием солнечных лучей разрушаются. Пораженная хвоя становится красновато-бурой, засыхает, но не опадает. На ней формируются зачатки плодовых тел (апотециев) в виде черных точек, относительно равномерно располагающихся вдоль хвоинок.

К осени хвоя становится серой или пепельно-серой, ломкой. Апотеции по мере созревания в августе-сентябре приподнимают эпидермис хвои в виде округлых бугорков, затем прорывают его и выступают наружу.

Зрелые плодовые тела размером 0,6–1,3 мм, темно-серые (рис. 7.6). На однолетних сеянцах апотеции встречаются единично, на 2–4-летних – по 60–80 шт. на одной хвоинке. Созревшие апотеции раскрываются, при этом эпидермис хвои разрывается звездообразными лопастями.

Гриб может развиваться на одном растении в течение нескольких лет, растения снижают прирост, слабеют или отмирают.

### **Серое шютте сосны**

Возбудитель – *Nurodermella sulcigena* Tub. (отдел аскомицеты, класс плодосумчатые, группа порядков – дискомицеты).

Хвоя заражается летом сумкоспорами.

Кончики хвоинок меняют окраску на желтовато-бурую, фиолетово-бурую, затем серую, основания хвоинок остаются зелеными. Между пораженной и здоровой частями – бурая полоса шириной до 2 мм. На пораженных участках образуются пикниды в виде черных точек.

На опавшей хвое в конце весны – начале лета следующего года появляются апотеции – черные, кожистые, выпуклые, удлиненные (рис. 7.7).

Сумкоспоры созревают во второй половине июня.

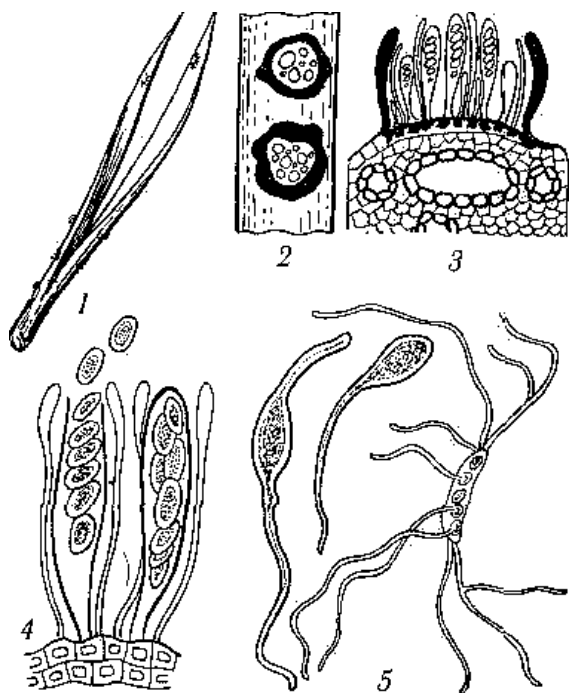


Рис. 7.6. *Phacidium infestans* на сосне  
(по И. Г. Семенковой):

- 1 – пораженные хвоинки с апотециями;
- 2 – увеличенные апотеции на участке хвоинки;
- 3 – разрез через хвоинку с апотецием;
- 4 – сумки с сумкоспорами и парафизами;
- 5 – проросшие сумкоспоры в капле воды

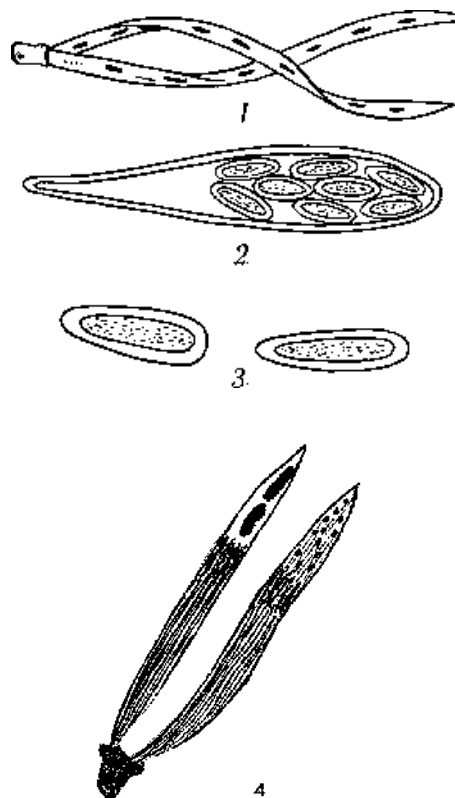


Рис. 7.7. *Hypodermella sulcigena*  
на сосне:

- 1 – хвоя с апотециями гриба;
- 2 – сумка;
- 3 – сумкоспоры;
- 4 – хвоинки с пикнидами (справа) и апотециями (слева)

Гриб поражает сосну в возрасте 3–10, иногда до 30 лет, у дорог, на опушках, в культурах, на самосеве и подросте.

### Шютте ели

Возбудители: 1 – *Lophodermium macrosporum* (Hart.) Rehm., 2 – *Lophodermium abietis* Rostr. (отдел сумчатые грибы, класс плодосумчатые, группа порядков дискомицеты).

1. Заболевание, вызванное грибом *L. macrosporum*, называют «обыкновенным шютте ели». Поражается хвоя в культурах, молодняках, на подросте, реже – в питомниках.

Заражение весной сумкоспорами. В мае-июне хвоя на прошлогодних побегах желтеет, буреет, отмирает. В июле на нижней стороне хвоинок образуются апотеции – черные, блестящие, вытянутые до половины длины хвои и больше (рис. 7.8). Отмершая хвоя зимой держится на побегах, опадает весной следующего года после созревания спор.

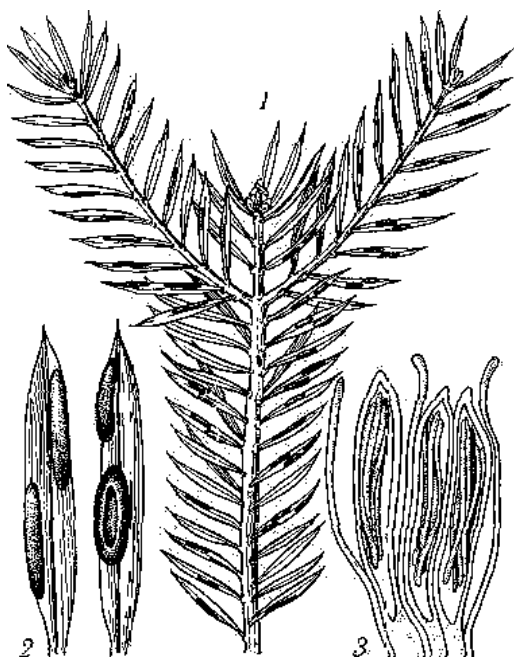


Рис. 7.8. *Lophodermium macrosporum*  
на ели (по С. В. Шевченко):

- 1 – ветка с пораженной хвоей;
- 2 – хвоинки с апотециями;
- 3 – сумки со спорами и парафизами

2. *L. abietis* вызывает «низинное шютте ели». Первые признаки болезни – красно-бурые пятна и полосы на зеленых или несколько пожелтевших хвоинках. Затем хвоя желтеет или буреет, отмирает. Черные, овальные апотеции образуются на опавших хвоинках со всех сторон.

На хвое имеются тонкие черные поперечные линии (как у гриба *Lophodermium pinastri*, вызывающего обыкновенное шютте сосны).

Пораженные растения снижают прирост, слабеют, плохо переносят неблагоприятные условия, часть молодых елей погибает.

### Шютте лиственницы (мериоз)

Возбудитель – гриб *Meria laricis* Vuill. (дейтеромицота, класс гифомицеты).

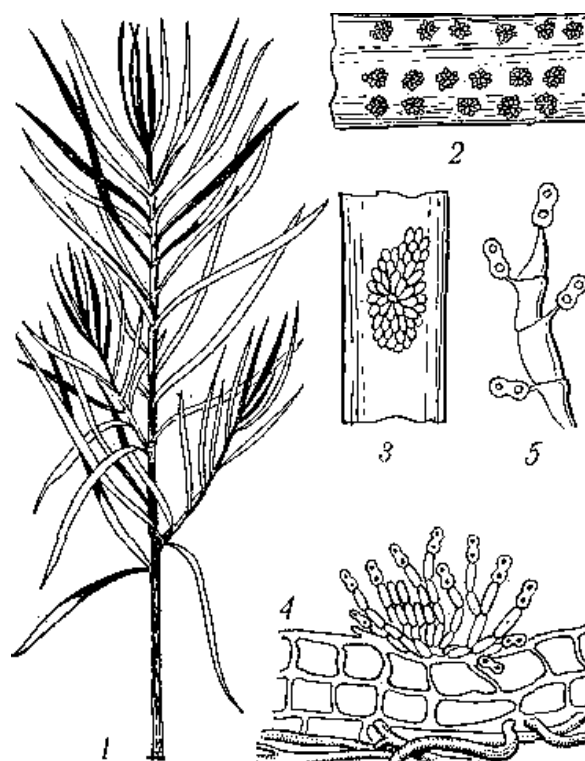
Поражается лиственница в возрасте до 30 лет, но наиболее опасно заболевание для 2-летних растений.

Заражение весной конидиями, образующимися на перезимовавшей больной хвое. Первые признаки появляются через 10–14 дней после охвоения сеянцев. В конце весны – начале лета на концах хвоинок возникают бледно-желтые, затем красновато-бурые быстро разрастающиеся пятна. Пораженная хвоя – красно-бурая и слегка закручивается. Чаше с нижней ее стороны при увеличении видны матовые, затем блестящие точки – пучки конидиеносцев с конидиями (рис. 7.9).

За период вегетации гриб образует несколько генераций конидий; происходят вторичные заражения хвои.

Рис. 7.9. *Meria laricis* на лиственнице  
(по С. В. Шевченко):

- 1 – пораженная хвоя;
- 2 – участок хвоинки со спороношением после окраски перманганатом калия;
- 3 – увеличенный участок хвоинки с конидиальным спороношением;
- 4 – разрез через пораженную ткань хвоинки со спороношением;
- 5 – конидии на конидиеносце



Заболевание распространяется по растению сверху вниз, на побегах – от основания к вершине. Через 2–4 недели больная хвоя засыхает и осыпается. Иногда сеянцы теряют хвою уже к середине лета. Растения снижают прирост, вырастают нестандартными либо ослабляются и гибнут в зимний период. Переболевшие сеянцы плохо приживаются в культурах.

#### **Ржавчина хвой ели (золотистая ржавчина)**

Возбудители: 1 – *Chrysomyxa ledi* DB.; 2 – *Chrysomyxa abietis* Wallr. Und. (отдел базидиальные грибы, класс телиомицеты, порядок ржавчинные).

Поражается ель в молодняках, взрослых насаждениях, реже в питомниках. При сильном распространении болезни хвоя желтеет и отмирает. Сеянцы в питомниках ослабляются или гибнут.

Гриб 1 – разнохозяйный, с полным циклом развития. Весной или в начале лета образуются эции – многочисленные золотистые, желтые цилиндрические пузыри диаметром 2–3 мм, иногда покрывающие всю поверхность хвоинок. В эциях созревают оранжевые эциоспоры, которые рассеиваются воздушными потоками и в виде порошка попадают на растущие рядом растения. После разрыва эциев на хвое остаются их белесые оболочки. Урединио- и телиостадия спороношений гриба проходят на багульнике. В середине лета на нижней стороне листьев видны оранжево-красные скопления урединиоспор, затем там же появляются оранжево-красные плоские подушечки – скопления телиоспор.

После перезимовки телиоспоры прорастают базидиями, базидиоспоры (споры полового размножения) заражают хвою.

Гриб 2 – однохозяйный, с неполным циклом; развивается только на ели в телиостадии. Заражение происходит после распускания почек спорами от больной хвои прошлого года. Хвоя покрывается мелкими желтоватыми точками, которые увеличиваются, образуя пятна или поперечные зоны. Может пожелтеть вся хвоя. Летом развивается телиостадия. Телиоспоры образуются под эпидермисом хвоинок. Следующей весной эпидермис продольно разрывается, обнажая скопления телиоспор в виде ярко-рыжих, желтовато-бурых выпуклых бархатистых подушечек длиной 1–6 мм, шириной 0,3–0,5 мм (рис. 7.10). Телиоспоры прорастают базидиями, базидиоспоры вновь заражают хвою. После разлета спор хвоя опадает.

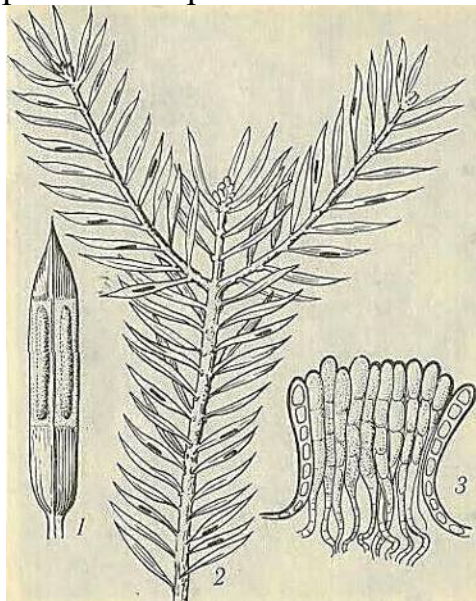


Рис. 7.10. *Chrysomyxa abietis*  
на хвое ели  
(по С.В. Шевченко):

- 1 – пораженная хвоинка;
- 2 – побег с пораженной хвоей;
- 3 – скопление телиоспор

### **Ржавчина хвои сосны (пузырчатая ржавчина)**

Возбудители – грибы рода *Coleosporium*. Чаще встречаются *C. tussockinis* (Pers.) Kleb. (растение-хозяин – мать-и-мачеха), *C. senecionis* (Pers.) Lev. (крестовник), *C. conchi-arvensis* (Pers.) Lev. (осот), *C. campanulae* (Pers.) Lev. (колокольчик) и др. Систематическое положение грибов: отдел базидиомицота, класс телиомицеты, порядок ржавчинные. Все грибы – разнохозяйные с полным циклом развития.

Весной – в начале лета под эпидермисом хвои образуются светлые плоскоконические пикниды в виде точек размером (0,5–1)×(0,4–0,5) мм.

В июне на хвое в беспорядке появляются эции - желтые пузырьки размером (1–3)×(0,2–0,4) мм, высотой до 3 мм. На сеянцах эции покрывают всю хвою, на всходах располагаются реже (рис. 7.11). Эциоспоры заражают травянистые растения из семейств сложноцветных и лютиковых, на которых образуются урединио- и телиоспоры. Перезимовавшие на остатках пораженных растений телиоспоры прорастают базидиями, базидиоспоры заражают хвою сосны.

Заболевание наиболее распространено в питомниках и молодняках. Хвоя частично желтеет, растения отстают в росте.

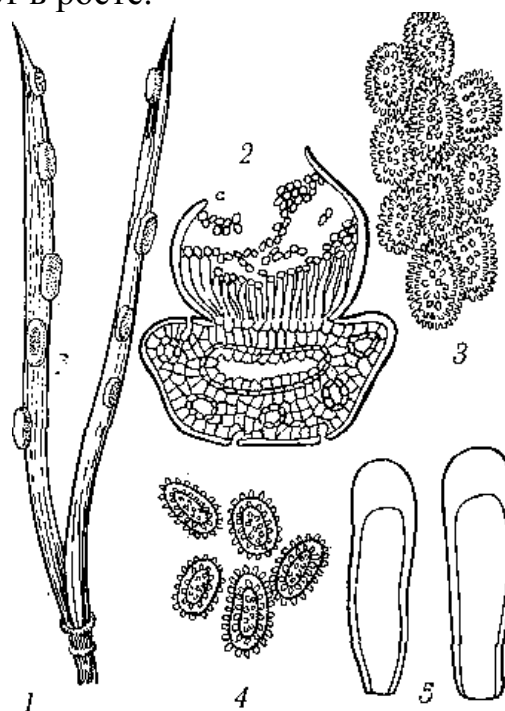


Рис. 7.11. *Coleosporium senecionis* на хвое сосны (по С. В. Шевченко):  
 1 – пораженная хвоя с эциальным спороношением;  
 2 – разрез через хвоинку с эцием;  
 3 – эциоспоры;  
 4 – урединиоспоры;  
 5 – телиоспоры

### Сосновый вертун

Возбудитель – *Melampsora pinitorqua* Rostr. (отдел базидиальные грибы, класс телиомицеты, порядок ржавчинные). Гриб разнохозяйный с полным циклом развития. Поражаются стволы всходов и сеянцев, верхушечные и боковые побеги сосны обыкновенной в возрасте до 12 лет, а также некоторых видов тополей (белого, серого, их гибридов, дрожащего).

В конце мая – июне на верхушечном побеге появляются беловатые точки, которые через несколько дней желтеют. Позже на хвое, молодых побегах, стволиках образуются эции в виде плоских золотисто-желтых подушечек размером (10–20)×(2–3) мм. Побег изъязвляется, под тяжестью верхней части сгибается. Если верхушка побега продолжает расти, то он искривляется в виде буквы S. Трещины, раны на побеге постепенно засмолются. Хвоя становится бледно-желтой, затем бурой. Эциоспоры в июне-июле разносятся воздушными потоками и заражают листья осины или других тополей. Через 8–10 дней на нижней стороне листьев возникают урединиопустулы в виде желто-бурых подушечек размером до 0,5 мм (рис. 7.12). Урединиоспоры разносятся ветром и вновь заражают тополя, способствуя массовому развитию болезни. Гриб дает несколько генераций урединиоспор. Листья преждевременно засыхают и опадают. В августе – начале сентября на листьях образуются темно-коричневые коростинки – телиопустулы. Телиоспоры зимуют на опавших листьях, прорастая базидиями во второй половине мая. Рыхлый золотистый налет на листьях – признак формирования базидиоспор, которые затем разносятся ветром и заражают сосну.

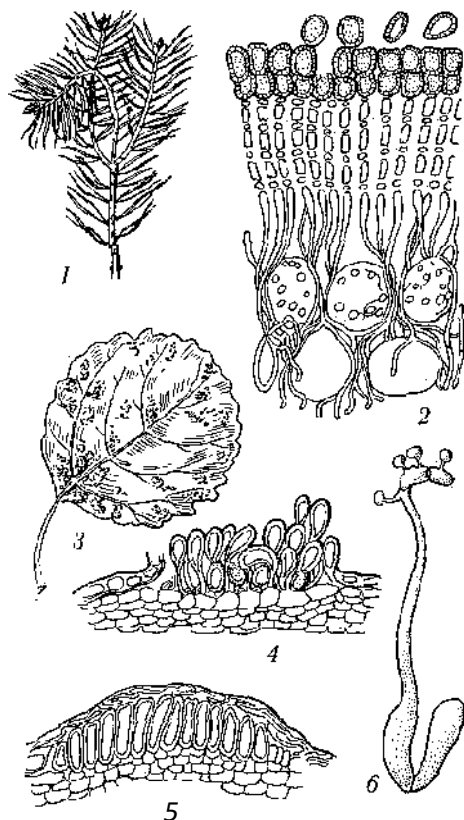


Рис. 7.12. *Melampsora pinitorqua* на сосне и осине (по С. В. Шевченко):

- 1 – пораженная ветвь сосны;
- 2 – эциальное спороношение;
- 3 – лист осины с летней и осенней стадиями гриба;
- 4 – урединиопустула с урединиоспорами;
- 5 – телиопустула с телиоспорами;
- 6 – базидия с базидиоспорами

Чаще всего погибают всходы и сеянцы первого года жизни. У 2–5-летних сосен искривляются и засыхают вершинные и боковые побеги, растения многовершинят, иногда гибнут. У 6–12-летних сосен искривляются боковые побеги, снижается прирост. Деформация стволов приводит к ухудшению технических качеств древесины.

### **Гнилевые болезни древесных растений. Определение дереворазрушающих грибов**

Гниение древесины вызывают грибы, которые принято называть дереворазрушающими. Большая их часть способна питаться живой или мертвой тканью, переходить с растущих деревьев на мертвые древесные остатки и наоборот. Заражению деревьев гниевыми болезнями способствуют любые факторы, ведущие к общему ослаблению древостоя (засуха, неправильное ведение хозяйства, повышенные рекреационные нагрузки, повреждения насекомыми, наличие механических повреждений и т. д.). Плодовые тела появляются на стволах или корнях уже при значительном развитии гнили.

Главные диагностические признаки, которые учитываются при определении видов дереворазрушающих грибов:

- возраст плодового тела (однолетнее, многолетнее);
- форма плодового тела, основные формы: копытообразные, черепацеобразные группы сидячих (боковых) шляпок, одиночные боковые шляпки, шляпки с ножкой (центральной или боковой), желвакообразные, распростерты и др.;

– тип гименофора, гименофор – часть плодового тела, в которой развивается плодоносящий слой, основные типы: трубчатый, пластинчатый, гладкий, игольчатый, лабиринтообразный;

– цвет и характер поверхности плодового тела гриба;

– цвет ткани и гименофора;

– консистенция ткани (деревянистая, пробковидная, мясистая, кожистая, войлочная, паутинистая и др.).

Определение грибов по плодовым телам осуществляется с использованием определителей [2].

Для анализа распространенности грибов в природной обстановке приняты шкалы их встречаемости и обилия [3].

Они характеризуют пространственное расположение плодовых тел и дают количественную и качественную оценку участия видов в формировании сообществ грибов различных эколого-трофических групп.

*Шкала встречаемости:*

– очень редко: 1–2 плодоношения;

– редко: 3–10 плодоношений;

– часто, многократно: более 11 плодоношений;

– очень часто, везде: более или менее равномерно по всей площади.

*Шкала обилия:*

– 1: плодовые тела встречаются одиночно;

– 2: плодовые тела встречаются небольшими скоплениями, группами, кольцами; количество плодовых тел в скоплениях – от 10 до 50;

– 3: плодовые тела встречаются крупными скоплениями – от 50 до 100 и более штук – или распределены по всей площади.

#### *Характеристика наиболее распространенных дереворазрушающих грибов*

**Корневая губка, гетеробазидион многолетний – *Heterobasium annosum* (Fr.) Bref (рис. 7.13).**

Базидиомы (плодовые тела) распростертые распростерто-отогнутые, широко прикрепленные, с краями в виде зачаточных шляпок, иногда раковиннообразные; кожисто-пробковые или деревянистые; длиной до 20 см и более, толщиной у основания до 3,5 см; на горизонтальном субстрате часто срастаются, на вертикальном – черепитчатые.



Рис. 7.13. Корневая губка: плодовые тела и пораженная древесина



Поверхность отогнутой части бугорчато-морщинистая, концентрически бороздчатая, вначале опушенная, затем с тонкой матовой, светло-бурой, коричневой темнеющей коркой; край острый. Ткань белая, желтоватая. Поверхность гименофора белая, позднее желтоватая, у старых базидиом буроватая; трубочки слоистые с ежегодно нарастающими по 2–7 мм слоями одного цвета с тканью; поры от округлых до угловатых, иногда неправильные, 2–3 (4) на 1 мм.

На пнях и корнях живых и мертвых стволов хвойных, реже лиственных пород. Гниль коррозионная.

**Окаймленный трутовик** – *Fomitopsis pinicola* (Sw: Fr.) P. Karst. (рис. 7.14).

Верхняя поверхность базидиомы покрыта коркой; твердая, смолистая, слегка блестящая, неровная, голая, от светло-желтой, светло-оранжевой, рыжеватой, буровато-красной до красновато-каштановой, сероватой, почти черной. Базидиомы одиночные, сидячие, копытообразные, иногда плоские, подушковидные, распростерто-отогнутые; размером (2–15)×(2–30)×(1–8) см. Край острый или в виде валика, всегда с более светлой или более яркой окраской, желтоватый, ярко-желтый или разных оттенков красного цвета. Ткань пробково-деревянистая, при разрыве хлопьевидная, желтоватая до кремово-рыжевато-бурой. Трубочки длиной 3–6 мм; поры округлые, 3–4 мм на 1 мм. На сухостое, пнях, валеже, ослабленных живых хвойных и лиственных деревьях. Гниль бурая.



Рис. 7.14. Окаймленный трутовик

**Настоящий трутовик** – *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr. (рис. 7.15).

Верхняя поверхность базидиомы беловатая, серая, черно-серая, бледно-кофейная, буровато-желтоватая; покрыта твердой коркой, концентрически бороздчатая, часто с трещинами. Базидиомы сидячие, копытообразные, деревянистые; шириной до 20–40 см, высотой до 5–20 см. Край

тупой, часто светло-рыжеватый, слегка опушенный. Ткань пробковая, грубоволокнистая, хлопьевидная, упругая, буро-ржавая. Поверхность гименофора светло-серая, бледно-бурая, прямая или слегка вогнутая; трубочки слоями по 2–6 мм, светло-бурые или одноцветные с тканью, со временем заполнены белым мицелием; поры округлые, 3–4 на 1 мм. На сухостое, валеже, пнях, на растущих лиственных деревьях; иногда на одном стволе – более 40 базидиом. Гниль белая с черными линиями.



Рис. 7.15. Настоящий трутовик

**Плоский трутовик** – *Ganoderma lipsiense* (Bats.) G.F.Atk. (синоним *G. applanatum* (Pers.) Pat.) (рис. 7.16).

Базидиомы в виде деревянисто-пробковых плоских шляпок, широко прикрепленные, иногда языковидно вытянутые, редко копытообразные или желвакообразные; одиночные, изредка одна над другой; 5–40 (до 60) см в диаметре, 1,5–12 см толщиной у основания. Верхняя поверхность шляпки волнистая, концентрически-бороздчатая, с тонкой (0,5–1 мм) коркой, беловато-сероватая, позже коричневая. Край прямой, тонкий, притупленный или закругленный, вначале отличается по цвету. Ткань твердая, пробковая, неясно-зональная, на разрыве войлочно-волоконнистая, красновато-бурая, шоколадно-коричневая, часто с белыми точками.



Рис. 7.16. Плоский трутовик

Гименофор трубчатый с тонкими стенками, с овально-угловатыми порами. Поверхность гименофора белая, желтоватая, буреющая, с возрастом более темная; трубочки одного цвета с тканью, с возрастом с белым мицелием; поры округлые, 4–6 на 1 мм. На усыхающих деревьях, пнях, мертвой древесине лиственных деревьев, изредка на хвойных. Гниль сначала ядровая, светло-желтая, затем ядрово-заболонная, белая.

**Сосновая губка** – *Phellinus pini* (Thore: Fr.) A. Ames (рис. 7.17).

Базидиомы деревянистые, одиночные изредка срастающиеся по 2–3, полукруглые, копытообразные, часто плоские или с приподнятым основанием шляпки, иногда распростерты, резупинатные; размером (5–20)×(3–10)×(2–10) см. Поверхность шляпки концентрически-бороздчатая, от грубошероховатой до щетинистой, бурая, с возрастом чернеющая, голая или зарастающая лишайниками. Край острый, ровный, слегка волнистый. Ткань пробково-деревянистая, ржаво-коричневая. Поверхность гименофора желтоватая, ржаво- или серо-коричневая; трубочки по 0,3–1 см в каждом слое, одного цвета с тканью, с возрастом зарастают белым мицелием; поры неравные, округлые, угловатые, в среднем 1–2 шт. на 1 мм. На живых стволах сосен, часто высоко. Гниль белая, коррозионная

**Ложный трутовик** – *Phellinus igniarius* (L.: Fr.) Quel (рис. 7.18).

Базидиомы одиночные или срастаются по 2–3, сидячие, вначале желвакообразные, позднее копытообразные, иногда плоские до распростертых; размером (3–25)×(2–16)×(1,5–12) см. Поверхность шляпки матовая или слабоблестящая, гладкая, концентрически-бороздчатая, с плотной коркой, с возрастом часто растрескивается; вначале рыжеватая, коричневая, затем серовато-черная, черно-бурая. Край округлый, изредка заостренный, коричневый, сероватый. Ткань очень твердая, деревянистая, от ржаво- до коричнево-бурой.



Рис. 7.17. Сосновая губка



Рис. 7.18. Ложный трутовик

Поверхность гименофора от ржавой до бурой или сероватой. Трубочки ржаво-бурые, до 3–5 мм в каждом слое, с возрастом зарастают белым мицелием; поры округлые, (2–3) 4–6 на 1 мм. На живых, сухостойных и упавших стволах и пнях многих лиственных пород, особенно на березе, иве, клене, ольхе, тополе и др. Гниль белая с черными линиями.

## Сбор коллекционного материала

Этапы составления коллекции:

- сбор и первичная обработка образцов;
- определение видового состава;
- подготовка к хранению;
- монтировка коллекции, обработка образцов.

Каждый образец снабжается этикеткой, на которой указаны дата, место сбора, место обитания, субстрат.

Листья с признаками болезней (пятнистость, чернь, ржавчина, мучнистая роса, парша и др.) сохраняются теми же способами, как при составлении ботанических гербариев. Листья, побеги должны быть тщательно расправлены, высушены под прессом.

Больные сеянцы фиксируются с корневой системой в период появления мицелия и спороношений грибов (болезни – фузариоз, серая плесень, выпревание, шютте и др.).

Грибы, имеющие студенистые, мясистые плодовые тела или объемные органы спороношения (болезни – ржавчина хвои, пузырчатая ржавчина и др.), высушивают или фиксируют в указанных и прочих жидкостях:

- спирт (от 60 % и выше);
- жидкость Флемминга (смешивание растворов 1 %-ной хромовой, уксусной и 2 %-ной осмиевой кислот в соотношениях 2,5:1:1 объемных частей);
- спирт с формалином (94–98 частей 70 %-го спирта и 2–6 частей 40 %-го формалина);
- спирт (2 части) с уксусной кислотой (1 часть);
- фиксатор Аллена (1 г хромовой кислоты, 1 мл уксусной кислоты, 0,5 г мочевины, 100 мл воды).

Плодовые тела трутовых, домовых грибов и других дереворазрушающих грибов собирают с участками пораженной древесины. Деревянистые, пробковые плодовые тела, поврежденные части стволов и ветвей высушивают открыто или с помощью нагревательных приборов (оптимальная температура +40 °С). Образцы фумигируют; периодически проверяют их сохранность.

## Основы проведения лесопатологического мониторинга

Проведение лесопатологических обследований наряду с государственным лесопатологическим мониторингом включено в состав мер санитарной безопасности в лесах [4, 5, 6].

*Лесопатологический мониторинг (ЛПМ)* – система оперативного и постоянного слежения за состоянием лесов, нарушением их устойчивости, повреждением вредными организмами, другими природными и антропо-



генными факторами и за динамикой этих процессов, обеспечивающая своевременное выявление неблагополучного состояния насаждений, оценку и прогноз развития лесопатологической ситуации для заблаговременного принятия решений по планированию и осуществлению эффективных лесозащитных мероприятий. Цель ЛПМ – обнаружение участков леса с нарушенной устойчивостью, поврежденных и усыхающих под влиянием природных и антропогенных факторов и получение информации о характере и степени воздействия на леса этих факторов для принятия решений по применению защитных мероприятий.

Основные задачи ЛПМ:

- постоянное слежение за динамикой состояния и устойчивости лесных насаждений, за развитием болезней, появлением иных повреждений;
- систематическое обобщение и анализ результатов ЛПМ, составление обзоров лесопатологического состояния;
- составление прогнозов развития лесопатологической ситуации, определение ожидаемой угрозы повреждения насаждений, оценка потенциального экологического и экономического ущерба;
- обоснование и принятие решений по защите лесов от повреждений и т. п.

Объекты ЛПМ: лесные насаждения естественного и искусственного происхождения, находящиеся на землях лесного фонда Российской Федерации; участки земель лесного фонда, не занятые лесными насаждениями; популяции опасных для леса вредных организмов, в том числе инвазивных видов и видов, отнесённых к карантинным объектам; факторы, негативно влияющие на состояние лесных насаждений. Первоочередные объекты: участки лесных насаждений, поврежденные огнем, вредными организмами и другими факторами неблагоприятного воздействия; лесные участки, расположенные в районах техногенного загрязнения; участки лесных насаждений, подвергающихся интенсивному хозяйственному воздействию и (или) рекреационной нагрузке; очаги вредных организмов.

Параметрами ЛПМ, характеризующими количественные или качественные показатели объектов ЛПМ, являются [6]:

- классы биологической устойчивости лесных участков;
- категории санитарного состояния деревьев;
- средневзвешенная категория санитарного состояния насаждений;
- площади погибших насаждений: от лесных пожаров, от погодных условий и почвенно-климатических факторов, от повреждений насекомыми, от болезней леса.

Первыми этапами организации ЛПМ являются подготовительные работы и предварительное лесопатологическое обследование.

Подготовительные работы заключаются в выборе объектов мониторинга при анализе ведомственных и литературных материалов о повреждении лесов данного района.

Предварительное лесопатологическое обследование проводится для уточнения объектов ЛПМ и определения конкретных мест пунктов постоянных наблюдений (закладки пробных площадей).

Наличие болезней определяется по характерным внешним признакам поражения деревьев и насаждения (плодовые тела грибов, характерные типы гнилей, опухолей, некрозов, раковые и другие раны). Отмечается характер поврежденных деревьев: единично, группами – до 10 деревьев, куртинами – на площади до 0,25 га, сплошное усыхание – более 0,25 га.

Целесообразно уточнять глазомерную оценку путем перечета 50–100 деревьев поперек или вдоль оси поражения участка.

По результатам перечета дается оценка степени поражения:

- слабая – имеется до 10 % деревьев, пораженных вредителями и болезнями;
- средняя – от 11 до 30 %;
- сильная – более 30 %;

Результаты предварительного обследования вносят в форму 1.

*Форма 1*

#### Предварительное лесопатологическое обследование

Дата обследования	Местоположение участка	Краткое описание участка	Площадь участка, га		Лесопатологическая характеристика
			всего	из них заражено	

*Лесопатологические обследования (ЛПО)* проводятся с использованием наземных и дистанционных методов, визуальным (рекогносцировочным) или инструментальным (детальным) способами во время вегетационного периода с момента полного распускания листвы (хвои) и до начала массовой сезонной дехромации (подготовки листопадных деревьев к зимнему периоду). В хвойных насаждениях, за исключением лиственничных, а также в лесных насаждениях, поврежденных в результате ветровала, бурелома или верховыми пожарами, лесопатологические обследования проводятся в течение года.

*Визуальное обследование* проводят глазомерно с целью определения текущего санитарного и лесопатологического состояния лесов, предварительного определения границ, площади и расположения поврежденных и погибших лесных насаждений.

Фиксируются с распределением деревьев по категориям состояния:

- повреждения пожарами; характер усыхания лесного насаждения; огневые повреждения крон, стволов и корней, а также доля деревьев с наличием признаков повреждения;

- повреждения ветрами; механические повреждения деревьев и доля деревьев с наличием признаков повреждения;
- повреждения стволовыми вредителями; заселение стволовыми вредителями и доля заселенных (или отработанных) деревьев;
- поражения болезнями леса; наличие плодовых тел, язв и трещин с указанием доли стволов с наличием этих признаков;
- повреждения почвенно-климатическими и антропогенными факторами, повреждения дикими животными.

На участках, поврежденных хвое- и листогрызущими насекомыми проводят распределение деревьев по степени объедания кроны.

Шкала категорий состояния деревьев приведена в табл. 7.3 [6].

Таблица 7.3

### Шкала категорий санитарного состояния деревьев

Категории санитарного состояния деревьев	Диагностические признаки по категориям санитарного состояния деревьев	
	Хвойные	Лиственные
1	2	3
1 – здоровые (без признаков ослабления)	Деревья нормального развития, крона густая, нормальной формы (для этой породы, возраста, условий местопроизрастания и сезонного периода), окраска и величина хвои (листвы) нормальные, прирост текущего года нормального размера, повреждения вредителями и поражение болезнями отсутствуют, без механических повреждений ствола, скелетных ветвей, ран и дупел	
2 – ослабленные	Деревья с начальными признаками ослабления, крона разреженная, хвоя светло-зеленая, прирост уменьшен, но не более чем наполовину, отдельные ветви засохли, в кроне менее 25 % сухих ветвей, возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей, допустимо наличие механических повреждений и небольших дупел, не угрожающих их жизни	Деревья с начальными признаками ослабления, недостаточно облиственные, крона разреженная, листва светло-зеленая, прирост уменьшен, но не более чем наполовину, отдельные ветви засохли, в кроне менее 25 % сухих ветвей, единичные водяные побеги, возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей, допустимо наличие механических повреждений и небольших дупел, не угрожающих их жизни

Продолжение табл. 7.3

1	2	3
3 – сильно ослабленные	Деревья в активной стадии повреждения неблагоприятными факторами с явно выраженными признаками ухудшения состояния, крона ажурная, слабо развита, хвоя светло-зеленая, матовая, прирост слабый, менее половины обычного, наличие усыхающих или усохших ветвей, усыхание ветвей до 2/3 кроны, сухих ветвей от 25 до 50 %, плодовые тела трутовых грибов или характерные для них дупла, возможны значительные механические повреждения ствола, суховершинность, часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, хвои, в том числе попытки или местные поселения стволовых вредителей	Деревья в активной стадии повреждения неблагоприятными факторами с явно выраженными признаками ухудшения состояния, крона ажурная слабо развита, листва мелкая, светло-зеленая, светлее или желтее обычной, прирост слабый, менее половины обычного, наличие усыхающих или усохших ветвей, усыхание ветвей до 2/3 кроны, сухих ветвей от 25 до 50 %, обильные водяные побеги на стволе и ветвях, плодовые тела трутовых грибов или характерные для них дупла, возможны значительные механические повреждения ствола, суховершинность, часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, листвы, в том числе попытки или местные поселения стволовых вредителей
4 – усыхающие	Деревья, поврежденные в сильной степени с максимальной вероятностью их усыхания в текущем вегетационном периоде, крона сильно ажурная, изреженная, хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, прирост очень слабый или отсутствует, хвоя на побеге текущего года неразвита, усыхание более 2/3 ветвей, сухих ветвей более 50 %, на стволе и ветвях выражены явные признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, смолотечение, смоляные воронки, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине)	Деревья, поврежденные в сильной степени с высокой вероятностью их усыхания в текущем или следующем вегетационном периоде, крона сильно ажурная, листва мелкая, редкая, светло-зеленая или желтоватая, прирост очень слабый или отсутствует, усыхание более 2/3 ветвей, сухих ветвей более 50 %, на стволе и ветвях возможны признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, сокотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине), обильные водяные побеги, частично усохшие или усыхающие
5 – погибшие	Деревья, полностью утратившие жизнеспособность, в том числе:	
5(a) – свежий сухостой	Деревья, усохшие в течение текущего вегетационного периода, хвоя серая, желтая или красно-бурая, кора частично опала, на стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия	Деревья, усохшие в течение текущего вегетационного периода, листва увяла или отсутствует, ветви низших порядков сохранились, кора частично опала, на стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия



1	2	3
5(б) – свежий ветровал	Деревья, вываленные ветром в текущем году с полностью или частично оборванными корнями, хвоя зеленая, серая, желтая или красно-бурая, кора обычно живая, ствол повален или наклонен с обрывом более 1/3 корней	Деревья, вываленные ветром в текущем году с полностью или частично оборванными корнями, листва зеленая, увяла либо не сформировалась, кора обычно живая, ствол повален или наклонен с обрывом более 1/3 корней
5(в) – свежий бурелом	Деревья со сломанными ветром стволами в текущем году, хвоя зеленая, серая, желтая или красно-бурая, кора ниже слома обычно живая, ствол сломлен ниже 1/3 протяженности кроны	Деревья со сломанными ветром стволами в текущем году, листва зеленая, увяла либо не сформировалась, кора ниже слома обычно живая, ствол сломлен ниже 1/3 протяженности кроны
5(г) – старый сухостой	Деревья, погибшие в предшествующие годы, живая хвоя (листва) отсутствует или сохранилась частично, мелкие веточки и часть ветвей опали, кора разрушена или осыпалась частично или полностью, на стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, стволовые вредители вылетели, в стволе возможно наличие мицелия дереворазрушающих грибов, снаружи – плодовых тел трутовиков	
5(д) – старый ветровал	Деревья, вываленные ветром в предшествующие годы, с полностью оборванными корнями, живая хвоя (листва) отсутствует, кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью, ствол повален или наклонен с обрывом более 1/3 корней, стволовые вредители вылетели	
5(е) – старый бурелом	Деревья со сломанными ветром стволами в предшествующие годы, живая хвоя (листва) отсутствует, кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью, ствол сломлен ниже 1/3 протяженности кроны, стволовые вредители выше места слома вылетели, ниже места слома могут присутствовать: живая кора, водяные побеги, вторичная крона, свежие поселения стволовых вредителей	

ЛПО в поврежденных лесных насаждениях размером более 1000 га проводятся по ходовым линиям с использованием визиров, просек, лесных дорог.

Расстояние между ходовыми линиями колеблется от 500 до 1000 м.

Полученные данные распространяются на всю площадь участка леса, на котором проводится ЛПО.

В производственных условиях санитарное состояние лесных насаждений определяется на основании соотношения запасов произрастающих в них деревьев различных категорий состояния и оценивается исходя из определенной средневзвешенной категории санитарного состояния насаждений на выделе или его части (табл. 7.4).

## Шкала определения санитарного состояния лесных насаждений

Состояние насаждения	Средневзвешенная категория состояния	Характеристика насаждения
Устойчивое (здоровые)	Менее 1,50	Без признаков ослабления
С нарушенной устойчивостью	1,51–2,5	Ослабленные
	2,51–3,5	Сильно ослабленные
	3,51–4,5	Усыхающие
С утраченной устойчивостью	Более 4,5	Погибшие

Вычисляется средневзвешенная категория состояния и каждой древесной породы и обследуемого лесного насаждения. Определяется доля деревьев с наличием признаков повреждения в процентах от запаса для каждой породы и насаждения в целом.

Для оценки состояния в учебных целях допускается определение средневзвешенной категории ( $K_{срв.}$ ) без вычисления запаса по формуле

$$K_{ср} = \sum N_i K_i / 100,$$

где  $N_i$  – количество деревьев каждой категории состояния ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ );

$K_i$  – категория состояния дерева ( $K_1$  – без признаков ослабления,  $K_2$  – ослабленное,  $K_3$  – сильно ослабленное,  $K_4$  – усыхающее,  $K_5$  – погибшее).

*Инструментальное (детальное) обследование* проводится по результатам рекогносцировочного для определения и установления границ участков леса с поврежденными и погибшими лесными насаждениями; определения площади и расположения таких насаждений; перечета деревьев; установления причин повреждения или гибели насаждений; назначения мероприятий по предупреждению распространения вредных организмов; выявления аварийных деревьев.

Учащиеся выбирают участки для проведения обследования, закладки пробных площадей и определяют категории состояния деревьев при переците. Для каждого вида хронического или эпизодического ослабления насаждений или объектов ЛПМ закладывается до 3–5 постоянных или временных пробных площадей (пунктов наблюдения). В здоровых лесах на объектах ЛПМ достаточно 1–2 контрольных пробных площадей.

Перечет деревьев проводится следующими методами:

- сплошной (подеревный) перецит (перецит всех имеющихся деревьев);
- ленточный перецит (сплошной перецит деревьев на узких полосах (лентах);
- перецит на круговых реласкопических площадках (на пробной площади с помощью реласкопа, полнотомера);
- перецит на круговых площадках постоянного радиуса (на пробной площади в виде круга постоянного радиуса).

В выделах площадью до 1 га проводится перечет всех имеющихся деревьев. Параметры круговых площадок постоянного радиуса и реласкопических площадок регламентируются Приложением к Порядку проведения лесопатологических обследований [5].

*Постоянные пункты наблюдений (ППН). Перечет деревьев*

Наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов на ППН организуются на периодической основе. Периодичность зависит от зоны лесопатологической угрозы (от 1 до 5 лет).

Постоянный пункт наблюдений – это часть предварительно выбранного, типичного для типологической группы лесотаксационного выдела площадью не менее 1 га. ППН – размерная круговая пробную площадь с индивидуальным описанием и маркировкой модельных деревьев 1-го, 2-го и 3-го ярусов (при их наличии) [4]. Центром ППН выбирается любое живое дерево первого яруса на расстоянии не ближе 50 м от края выдела или границы с участками, не покрытыми лесной растительностью. Вокруг центрального дерева располагается размерная круговая пробная площадь. Размеры пробной площади определяются параметрами древостоя исходя из минимально необходимого количества деревьев. Минимальное количество живых деревьев главной породы первого яруса на ППН, при котором она может функционировать, – 30 экз. В производственных условиях для проведения длительных наблюдений на ППН при его закладке в 15 «чистых» насаждениях или с преобладанием главной породы набирают 50 деревьев главной породы первого яруса, в смешанных – 40 шт.

Порядковые номера деревьев на каждом ППН начинаются с 1, центральное дерево не нумеруется. Первым номером обозначается дерево, ближайшее к центральному дереву ППН в северо-восточном румбе. При достижении необходимого количества деревьев главной породы измеряется расстояние от последнего учтенного дерева до центрального (радиус ППН). При закладке ППН инструментально измеряются диаметры всех деревьев и высоты 3–5 модельных деревьев. Измерение диаметров производится на высоте 1,3 м от шейки корня ствола в целых сантиметрах. При деформации ствола, потере коры и заболони в месте точки измерения дерева диаметр измеряют на неповрежденном месте не более 10 см над или под точкой измерения. В случае обширных деформаций ствола места измерений выбирают над и под деформированным участком; диаметром такого дерева указывается среднее значение для двух измерений.

Школьникам рекомендуется при выборе меньшего количества участков учитывать до 150 деревьев при величине отпада до 10 %, при большем – 100 деревьев главной породы, в смешанных насаждениях – 120 и 80 соответственно.

При перечете указывают заселенность деревьев стволовыми вредителями и пораженность болезнями. Данные заносят в ведомость (табл. 7.5).

Таблица 7.5

## Ведомость перечета деревьев \_\_\_\_\_

Ступени толщины (диаметр ствола на высоте 1,3 м), см	Количество деревьев по категориям состояния, шт.									Всего деревьев по ступеням толщины	
	1	2	3	4	5а	5б	5в	5г	5е	шт.	%
8											
12											
и далее; шаг – 4 см											
Итого: шт. /%											

К очагу болезни относятся лесные участки площадью более 0,1 га, в которых суммарный запас древесины зараженных деревьев – 10 % и более от общего запаса насаждения; текущий отпад от заболевания – более 5 % от запаса насаждения (кроме корневой губки в сосновых насаждениях); болезнь находится в активной фазе развития. При суммарном запасе древесины пораженных деревьев от 10 до 20 % общего запаса насаждения степень повреждения слабая, от 21 до 30 % – средняя, более 30 % – сильная. Для корневой губки очагом болезни считается участок с наличием деревьев с признаками заражения: до 10 % больных деревьев включительно – очаг слабой степени, от 11 до 30 % – средней, более 30 % – сильной.

Размер усыхания (РУ) и размер текущего отпада (ТО), %, вычисляются по формулам

$$РУ = ((N_4 + N_5) / N) 100;$$

$$ТО = ((N_4 + N_{5a} + N_{5b} + N_{5e}) / N) 100,$$

где  $N_4, N_5, N_{5a}, N_{5b}, N_{5e}$  – количество деревьев данной категории, шт.;

$N$  – общее число учтенных деревьев, шт.

Так же можно вычислить и количество погибших деревьев, % ( $N_{5a-e}$ ).

Класс биологической устойчивости насаждения определяется по табл. 7.6.

Таблица 7.6

## Шкала оценки биологической устойчивости насаждений

Классы устойчивости насаждений	Размер и характеристика текущего отпада	Общий размер усыхания	Наличие вредителей и болезней	Состояние лесной среды
1	2	3	4	5
1 – устойчивые	До 20 % (за счет деревьев с диаметром на высоте 1,3 м менее среднего)	До 5 %	Отсутствуют или единичные повреждения	Не нарушено

1	2	3	4	5
2 – устойчивость нарушена	Отпад в 2 и более раз превышает размер естествен- ного отпада (за счет деревьев с диаметром на вы- соте 1,3 м, близ- ким к среднему)	6–40 %	Могут иметь массовое распространение и высокую численность	Нарушено, полнота неравномерная или низкая
3 – устойчивость утрачена		40 % и более (для осин- ников 50 % и более, полнота ме- нее 0,7)		

Данные, полученные в ходе обследований, целесообразно сохранять, а через определенное время (1–5 лет) для получения выводов о динамике лесопатологического состояния насаждения проводить работы на тех же площадях со следующими группами учащихся.

#### Список источников

1. Защита растений: фитопатология и энтомология : учебник / О. О. Белошапкина, В. В. Гриценко, И. В. Митюшев, С. И. Чебаненко. – Ростов-н/Д : Феникс, 2017. – 477 с.
2. Воробьева М. В. Определитель дереворазрушающих грибов по плодовым телам : методические указания по получению первичных профессиональных умений и навыков для прохождения практики для обучающихся очной и заочной форм по направлениям 35.03.01 «Лесное дело», 05.03.06 «Экология и природопользование». – Екатеринбург, 2020. – 39 с. : ил. – Текст : электронный.
3. Кутафьева Н.П. Морфология грибов : учебное пособие. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2003. – 215 с.
4. Методические указания по осуществлению государственного лесопатологического мониторинга. Приложение к приказу ФБУ «Рослесозащита» от 23.05.2018 г. № 94-р. – URL:<http://docs.cntd.ru>
5. Порядок проведения лесопатологических обследований. Утвержден приказом Минприроды РФ от 09.11.2020 г. № 910. – URL:<http://docs.cntd.ru>
6. Правила санитарной безопасности в лесах. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 г. № 2047. – URL:<http://docs.cntd.ru>
7. Семенкова И. Г., Соколова Э. С. Фитопатология : учебник для студ. вузов. – М. : Академия, 2003. – 470 с.
8. Шевченко С. В., Цилюрик А. В. Лесная фитопатология : учебник для вузов. – Львов, 1986. – 384 с.







## 8. ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

### Исследования почв в природе

**П**очва выполняет *глобальную* экологическую *функцию*, заключающуюся в обеспечении существования жизни на Земле. Почва представляет собой поверхностный слой земной коры, обладающий *плодородием*. Плодородие почв – это её способность удовлетворять растения в воде, воздухе и питательных веществах. В то же время почву можно рассматривать, как *важнейший экологический фактор*, который поддается регулированию.

В свою очередь, основоположник учения о лесе Г. Ф. Морозов (1949) указывал, что почва является одним из основных факторов, определяющих *продуктивность лесов*. Например, типологическая классификация леса Б. П. Колесникова (1973) включает оценку почв. Однако при лесоустройстве эту оценку ограничивают установлением *типа леса*, т. е. описывают общие лесорастительные свойства почв, проявляющиеся через тип леса и бонитет. В связи с этим почвенные специфические особенности конкретных лесных участков остаются нерассмотренными. В настоящее время существуют тенденции к *систематической деградации лесов* как в РФ, так и Уральском федеральном округе. Деградация лесов приводит к снижению лесистости, сокращению видового разнообразия, уменьшению их продуктивности и т.д. Следовательно, существует острая необходимость в обосновании и реализации систем хозяйственных мероприятий по снижению этих негативных процессов. Основополагающим вопросом в решении этой проблемы выступает повышение продуктивности лесов будущего, что невозможно без углубленного изучения и учета взаимосвязей между особенностями различных почв с составом, устойчивостью, продуктивностью и другими свойствами лесных биогеоценозов (насаждений).

Лесной биогеоценоз (насаждение) отличается от других типов биогеоценозов рядом особенностей, которые придают *специфичность* как самому биогеоценозу, так и соответствующим ему *лесным почвам*.



Поэтому при выполнении картографирования участков ЛФ необходимо учитывать следующее.

1. Растительный покров в лесу отличается высокой пространственной изменчивостью (пестротой). Аналогичную пестроту проявляет и почвенный покров, который варьирует в зависимости от состава древесных пород в древостое, его возраста, полноты, развития нижних ярусов растительности, специфики микрорельефа и прочих факторов почвообразования. Соответственно, и процессы гумусонакопления, оподзоливания, буроземообразования и т.д. будут иметь различную направленность и интенсивность.

2. В лесу идёт активное формирование выраженного микрорельефа, обусловленного динамикой естественных процессов изреживания, ветровалами, пожарами и т. д.

3. Особенностью лесных почв является образование на поверхности специфического генетического горизонта  $A_0$  *лесной подстилки*, которая оказывает значимое воздействие на формирование нижележащих горизонтов (слоёв) почвы.

4. Прослеживается высокое влияние лесных пожаров, а также массовых сплошнолесосечных и иных видов рубок на генезис лесных почв в различных регионах.

### Техника заложения почвенных разрезов

**Для изучения (исследования) почв необходимы:** лопата, стамеска, сантиметровая лента, шпагат, бумага для почвенных образцов, тетрадь (полевой дневник с бланками описания почвенных разрезов), ватман, рюкзак, компас, план лесного участка, аптечка, нож.

С целью описания и определения почв, а также отбора почвенных образцов для последующих исследований закладываются *почвенные разрезы*. Они представляют собой прямоугольные углубления, вскрывающее генетические горизонты почвенного профиля. Почвенные разрезы бывают трех типов: *основные (полные)*, *контрольные (полуразрезы)* и *прикопки*.

**Основные** почвенные разрезы предназначены для определения почвенной разности (типа, подтипа, вида, разновидности почвы), а также для взятия почвенных образцов для химических анализов и монолитов.

Количество основных разрезов, закладываемых при картографировании, определяется масштабом почвенной съемки, сложностью рельефа, пестротой почвенного покрова, растительности, а также целью картографирования. Для производственных целей лесного хозяйства ориентировочное число разрезов приведено в табл. 8.1.

Размеры почвенных основных разрезов также не являются постоянными и зависят от мощности почвенного профиля. В условиях таежной зоны их ширина ориентировочно равна 60–80 см, длина 1,2–2,0 м, а глубина колеблется от 0,5 до 2,0 м и ограничивается материнской породой или грунтовыми водами. На мелких почвах, сформированных на плотных по-

родах, а также при близком залегании грунтовых вод размеры разреза уменьшаются.

Таблица 8.1

Примерное число основных разрезов в зависимости от масштаба почвенной съемки

Масштаб почвенной съемки	Площадь на 1 разрез, га	Число разрезов на 100 га	Объект исследований
1:50000	40	3–4	Лесхоз
1:25000	20	4–6	Лесничество
1:10000	7	12–15	Урочище
1:5000	2–4	25–50	Питомник
1:1000	1	100	Плантация

Примечание. При наличии плана с горизонталями количество разрезов уменьшается в два раза.

*Контрольные почвенные разрезы (полуразрезы)* предназначены для уточнения *изменений морфологических признаков* почвенной разности, степени оподзоленности, гумусированности и др., т.е. для установки подтипов, видов и разновидностей почв, а также для вскрытия верхней границы материнской породы или грунтовых вод. Их размеры в среднем в *два раза меньше*, чем размеры *основных* разрезов.

*Почвенные прикопки* имеют глубину 50–75 см, т. е. вскрывают 2–3 верхних горизонта. Прикопки служат для *установления контуров (границ)* распространения различных почв, определения однородности почвенного покрова. Их обычно закладывают в местах предположительной смены одной почвы другой. При картографировании лесных участков рекомендуется следующее соотношение между основными разрезами, полуразрезами и прикопками: 1:3:5 или 1:4:5.

Основные разрезы для конкретного участка закладывают *в типичном* по рельефу, условиям увлажнения и растительности месте, расположенном на границе крон деревьев и не ближе 25–30 м от дорог, просек, визиров и т. д. Выбрав место, на поверхности намечают контуры будущего разреза. Его обычно располагают с таким расчетом, чтобы к моменту наблюдения *лицевая (короткая) сторона освещалась солнцем*. На склонах *лицевую сторону ориентируют вверх*.

При копке разреза почву выбрасывают только на боковые (длинные) стороны: дернину и гумусовый горизонт в одну, а нижележащие горизонты в другую. Напротив *лицевой стенки сохраняют в нетронутом виде* напочвенный покров, не загрязняют его и не уплотняют. Несоблюдение последнего требования приводит к разрушению верхних горизонтов, изменению их мощности и искажению результатов исследований.

Лицевую и боковые стенки разреза выполняют *ровными отвесными*, а со стороны, противоположной *лицевой*, делают ступеньки, ширина кото-

рых зависит от механического (гранулометрического) состава почв: для песчаных она больше (25–40 см), чем для глинистых (рис. 8.1). Количество ступенек определяется глубиной разреза. Сразу же после выкопки разреза отбирают образец материнской породы для ее диагностики.

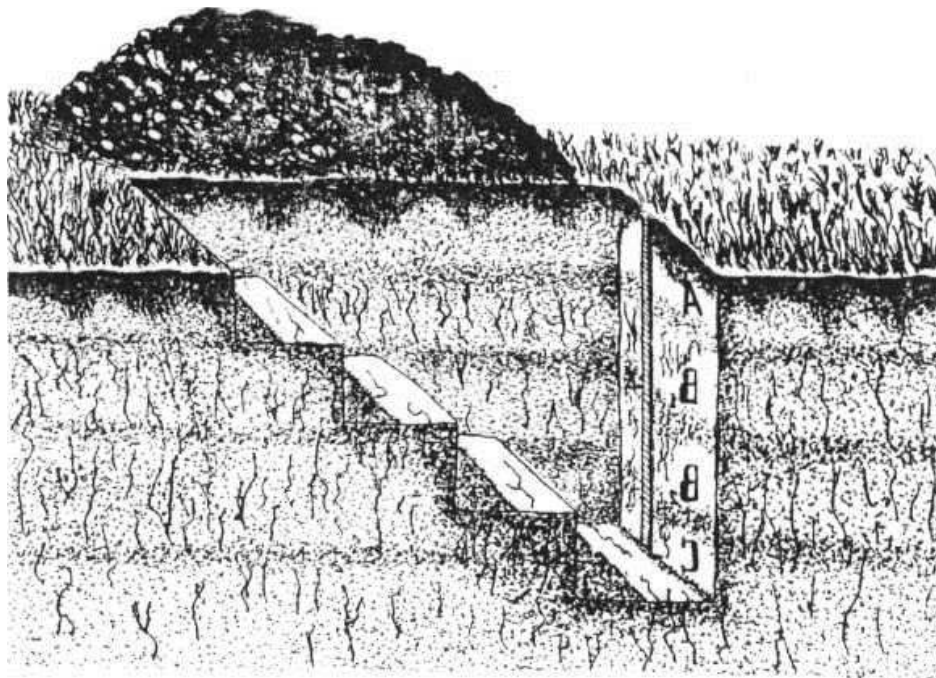


Рис. 8.1. Общий вид почвенного разреза

### Описание почвенного разреза

Места закладки почвенных разрезов определяются целями исследования на основании лесотаксационных материалов (прил. 1).

Выкопанный почвенный разрез подготавливают к описанию. Для этого зачищают лицевую стенку, срезая ровно ножом или лопатой почву сверху вниз, затем стенку подчищают (препарируют) ножом или стамеской, чтобы придать почве естественное сложение, нарушенное при земляных работах. На лицевой стенке на уровне поверхности почвы закрепляют сантиметровую ленту. Почвенному разрезу присваивают номер (имя) и производят его описание по морфологическим признакам в соответствии с установленной формой (прил. 2).

При засыпке почвенного разреза стараются *восстановить его первоначальное строение*. При этом сначала насыпают нижние, а затем уже верхние горизонты. Дернина или лесная подстилка укладывается сверху.

При заполнении строки «*географическое положение*», наряду с указанными в ней параметрами, основные разрезы, полуразрезы и прикопки *привязывают* к местности. Привязку осуществляют по 2–3 ближайшим ориентирам: реперным или квартальным столбам, дорогам, просекам, виэирам и т.п. Расстояние до ориентиров измеряют рулеткой (при соответствующем навыке разрешается шагами). В связи с этим следует отметить,

что точность нанесения местонахождения разрезов всех типов на картографическую основу при съемке в масштабе 1:10000 и 1:25000 установлена соответственно  $\pm 3,0$  и 1,5 мм. На карте основные разрезы обозначают квадратиком – □, полуразрезы кружком – О, а прикопки треугольником – Δ. Справа от значка, обозначающего тип разреза, ставят его номер. Рекомендуется все типы разрезов обозначать единой нумерацией. Результаты привязки, кроме того, обязательно заносят в специальную ведомость, в полевой журнал.

В строке «приуроченность разреза к рельефу» в качестве *макрорельефа* указывают элементы рельефа с перепадом высот в более чем 100 м. Например, для Паркового лесничества УУОЛ УГЛТУ в этой связи необходимо записать «восточный склон Уральских гор». Под **мезорельефом** понимают формы рельефа средних размеров: увалы, холмы, бугры, лощины, долины, террасы, овраги, балки и т.д. При закладке разрезов на продолжительных склонах необходимо указать часть склона, его экспозицию и крутизну (характер). Частей у склонов принято выделять три: верхнюю, среднюю и нижнюю. Экспозицию устанавливают по компасу: например склон северо-восточной экспозиции. Крутизну определяют в градусах с помощью эклиметра. В описании указывают характер склона (табл. 8.2). Глазомерно *характер склона* можно определить по следующим градациям (в градусах): *пологие* – до 5, *покатые* – 5–20, *крутые* – 20–45, *обрывистые* – более 45.

Таблица 8.2

Классификация склонов по крутизне поверхности (Бурсова, 1961)

№ п/п	Характер склона	Крутизна, град
1	Пологий	1–3
2	Покатый	3–5
3	Сильно покатый	5–10
4	Крутой	10–20
5	Очень крутой	20–45
6	Обрывистый	Более 45

**Микрорельеф** – это незначительные по площади (несколько десятков квадратных метров) и относительному повышению (не более 1 м) формы рельефа. По микрорельефу различают западины, блюдца, мелкие лощины, неглубокие промоины, мелкие бугорочки, кочки и т. д.

**Описание растительности** следует проводить по ярусам. Лесоводственную часть описывают (тип леса, состав древостоя, характеристики основных компонентов), руководствуясь данными таксационных описаний. Следует отметить, что между характером живого напочвенного покрова и свойствами почвы наблюдается отчетливая взаимосвязь, а отдельные представители живого напочвенного покрова являются хорошими *индикаторами почвенных условий*. Например, о бедности и сухости почв

свидетельствуют лишайники, кошачья лапка, ястребинка волосистая и др., о богатстве и хорошем дренаже – кисличка, вороний глаз и др., а о бедности из-за заболачивания – сфагнум, голубика, кассандра, багульник. Однако багульник произрастает и на каменистых почвах, но менее обильно. В связи с этим необходимо отметить, что для суждения о свойствах почв наблюдать присутствие того или иного представителя живого напочвенного покрова недостаточно. Важно учесть его обилие, т.е. количество экземпляров какого-либо вида на единице площади.

В строке «*состояние поверхности участка вблизи разреза*», наряду с указанными в бланке параметрами, отмечают влияние антропогенных факторов, а также характер увлажнения участка (атмосферное, натеchnое, грунтовое). Атмосферное увлажнение, как правило, характерно для верхних частей склонов. В средней и нижней частях склонов к атмосферному увлажнению добавляется натеchnое, в нижней части склонов, а также на равнинах возможно еще и грунтовое увлажнение, причем на равнинах два последних вида увлажнения проявляются мозаично.

На почвах, где *уровень грунтовых вод* (УГВ) расположен высоко, генетические горизонты, лежащие ниже УГВ, выделяют и описывают в первую очередь, т.е. до их затопления. Но с помощью почвенного разреза дойти до УГВ не всегда удается. Поэтому почвоведы часто доуглубляют разрез с помощью почвенного бура или УГВ не указывают.

Сразу после выкопки почвенного разреза записывают его глубину и определяют материнскую породу. При этом, наряду с минералогическим составом, указывают происхождение (генезис) материнской породы.

Наиболее часто встречаются следующие *материнские породы*:

- *элювий* – неотсортированный, малоизмененный материал, встречающийся на верхних частях склонов, водоразделах;
- *делювий* – отсортированный, наносной материал, встречающийся в нижних частях склонов;
- *элювий-делювий* – плохо отсортированный, переходный между элювием и делювием материал. Приурочен к средней части склонов. Чаще всего это продукты разрушения гранита, гнейса.

Пробу на *вскипание почвы* от 10 %-ного раствора соляной кислоты проводят с целью определения глубины залегания карбонатов. Для этого на свежезачищенную стенку (лучше боковую) последовательно через определенные интервалы сверху вниз наносят капли раствора кислоты и фиксируют глубины, с которых началось слабое, сильное и бурное вскипание.

*Название почвы* дают после описания профиля, обычно по лицевой стороне разреза, с учетом боковых сторон. Разделяют лицевую стенку на генетические горизонты по цвету, структуре, механическому составу, влажности, плотности и другим морфологическим признакам. *Морфологическое описание* почвенного профиля начинают с *верхних горизонтов*, за исключением случая, указанного выше.

В лесных почвах *на поверхности*, как правило, выделяют горизонт мертвых растительных остатков – *лесную подстилку* ( $A_0$ ). Если мощность горизонта лесной подстилки превышает 3–5 см, то его разделяют на ряд подгоризонтов по степени разложения органического вещества  $A_0'$ ,  $A_0''$ ,  $A_0'''$ . У каждого подгоризонта лесной подстилки указывается *мощность*, цвет, состав и степень разложения. Индексом  $A_0$  обозначают также верхние горизонты болотных почв, в которых, в частности, выделяют:  $A_0^o$  – очес,  $A_0^T$  – торфяной,  $A_0^{ПТ}$  – перегнойно-торфяной и  $A_0^П$  – перегнойный горизонты. В степных почвах индексом  $A_0$  обозначают степной войлок или дернину. Таким образом, в любых почвах горизонт  $A_0$  служит банком мертвого органического вещества.

Преобразование мертвого органического вещества и накопление усвояемых растениями питательных веществ происходит в *перегнойно-аккумулятивном горизонте*  $A_1$ , который залегает под лесной подстилкой. Для перегнойно-аккумулятивного горизонта характерна густая пронизанность корнями растений. В зависимости от содержания гумуса *цвет* его изменяется от *светло-серого до черного* или *тёмно-коричневого*. Перегнойно-аккумулятивный горизонт, как правило, имеет водопрочную, *комковатую или зернистую структуру*. Другие виды структур этого горизонта свидетельствуют о неблагоприятных почвообразовательных факторах. Например, пылеватость указывает на сухость почвы, а глыбистость – на переувлажнение. В обоих случаях о сильной степени угнетения перегнойно-аккумулятивного процесса свидетельствует оторфованность.

Следующий, *эллювиальный горизонт* ( $A_2$ ) имеет индекс 2 не потому, что залегает под горизонтом с индексом 1, а потому, что отличается от вышележащего перегнойно-аккумулятивного горизонта происходящими в нем почвообразовательными процессами, сводящимися к *вымыванию* как органических, так и неорганических подвижных веществ. В некоторых почвах может отсутствовать. Для эллювиального горизонта характерны *палево-белесая, серо-белесая, сизо-белесая или белесоватая окраски*, а также *плитчатость, чешуйчатость, пылеватость или полная бесструктурность*, более *легкий* механический (гранулометрический) **состав** по сравнению с таковым нижерасположенного горизонта.

Минеральный внутрпочвенный *горизонт* (**B**) в почвах, где происходит *вымывание* подвижных веществ из вышележащих горизонтов (подзолистые, солоды и др.), является *иллювиальным*. В остальных почвах (дерновые, бурые лесные и т. д.) этот горизонт называют *переходным*. Горизонт **B** располагается в средней части профиля и отличается от вышележащих и нижележащих горизонтов *бурой окраской, большей плотностью и тяжелым механическим составом, наличием новообразований, ореховатой структурой*. Горизонт **B** в почвоведении – одно из наиболее сложных и сборных понятий. Например, он сочетает как иллювиальные процессы, т.е. процессы вымывания веществ из вышележащих горизонтов, так и метаморфические – приводящие к трансформации минералогического состава на

месте. Горизонт В может достигать большой мощности, поэтому его часто подразделяют на подгоризонты В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub> и т. д.

**Глеевый горизонт (G)** – минеральный горизонт, сформировавшийся в условиях постоянного избыточного увлажнения. Для этого горизонта характерны тусклая голубоватая, сизоватая, зеленоватая (оливковая) окраски, иногда с ржавыми пятнами. Структура глеевого горизонта глыбистая, реже зернистая, плотный по сложению, чаще тяжелого гранулометрического состава.

**Материнская порода (С)** – подпочвенный горизонт, т. е. горизонт, лежащий под любым из описанных выше почвенных горизонтов. Этот горизонт слабо изменен процессами почвообразования и обладает чертами, присущими горной породе, из которой он образовался.

Горизонт Д – подстиляющая горная порода. Выделяется в том случае, если он по своим свойствам отличается от почвообразующего горизонта С.

Установление границ описанных генетических горизонтов является достаточно сложной задачей, так как некоторые участки почвенного профиля сочетают в себе признаки двух горизонтов. На таких участках выделяют *переходные или промежуточные* горизонты типа А<sub>0</sub>А<sub>1</sub>, А<sub>1</sub>А<sub>2</sub>, А<sub>2</sub>В, ВС и т. д. Если в основном горизонте проявляются слабые признаки, не характерные для данного горизонта, например, оглеение в горизонте А<sub>1</sub> или вскипание от кислоты в горизонте В, то при обозначении горизонта к основным буквам добавляют индексы, в частности «g» и «k» (А<sub>1g</sub> и В<sub>k</sub>).

После выделения генетических горизонтов приступают к морфологическому описанию каждого в соответствующем бланке (см. прил. 2).

*Схематический рисунок* разреза должен отражать его основные морфологические особенности. Рисунок выполняют карандашом в соответствующем масштабе (примерно 1:10) и окрашивают *мазками влажной почвы, иногда используя клейкую ленту шириной 3–6 см*, на которую в масштабе наносят границы горизонтов, а затем насыпают почву в пределах нанесенных границ.

Мощность генетического горизонта определяют по сантиметровой ленте. За исходную точку отсчета берут поверхность почвы. В графе указывают верхнюю и нижнюю границы в сантиметрах.

В колонке «окраска» указывают основной тон, интенсивность и оттенок горизонта. Используют сложные (двойные, тройные) названия: темно-серый, белесовато-серый и т. д., где на преобладающую (фоновую) окраску указывает последнее слово.

*По характеру перехода* одного горизонта в другой различают: *резкий* – окраска одного горизонта меняется на окраску другого на протяжении не более 2 см, *ясный* – 2–5 см, *постепенный* – 5–10 см. Иногда почвенные горизонты заходят в другие «языками», «затеками» или «карманами».

*Механический (гранулометрический) состав почвы* – это относительное содержание в ней частиц разной крупности: камней, песка, глины, пыли. Для его определения в полевых условиях небольшое количество почвы увлажняют и разминают до тестообразного состояния. Затем раскатывают образец ладонями в шнур диаметром до 3 мм и пробуют свернуть этот шнур в кольцо диаметром до 3 см (табл. 8.3).

Таблица 8.3

#### Определение механического состава почвы методом мокрого растирания

Механический состав	Характер скатывания
Песок	Шнур и шарик не образуются
Супесь	Скатывается шарик и зачатки шнура
Легкий суглинок	Шнур при сворачивании дробится на несколько частей
Средний суглинок	Кольцо при свертывании распадается (обычно на 2 части)
Тяжелый суглинок	Образуется кольцо с трещинами
Глина	Образуется кольцо без трещин

*Структура почвы* – это способность *распадаться на комочки* различной формы и величины. Для её определения из каждого горизонта берут небольшой образец почвы и подбрасывают его на ладони, пока он не распадется на отдельные. Определяют тип и вид структуры (табл. 8.4).

Таблица 8.4

#### Классификация структурных агрегатов в почвах

Форма структуры	Вид структуры	Размеры агрегатов, мм
I тип – кубовидная структура: грани и ребра выражены плохо		
Глыбистая – неправильная форма, неровная поверхность	Крупноглыбистая	Более 100
	Мелкоглыбистая	100–50
Комковатая – неправильная форма, округлая и шероховатая поверхность	Крупнокомковатая	50–30
	Комковатая	30–10
	Мелкокомковатая	10–0,5
Пылеватая	Пылеватая	Менее 0,5
грани и ребра выражены хорошо		
Ореховатая – более или менее правильная форма, поверхность граней сравнительно ровная, ребра острые	Крупноореховатая	Более 10
	Ореховатая	10–7
	Мелкоореховатая	7–5
Зернистая – более или менее правильная форма, иногда округлая с гранями то шероховатыми, то гладкими	Крупнозернистая	5–3
	Зернистая	3–1
	Мелкозернистая	1–0,5



Форма структуры	Вид структуры	Размеры агрегатов, мм
II тип – призмовидная структура: хорошо выражены боковые и вертикальные грани		
Столбчатая		50–30
Призматическая		30–10
Столбовидная – грани и ребра выражены плохо		50–30
III тип – плитовидная структура		
Плитчатая – слоеватая с более или менее развитыми плоскостями спайности	Сланцеватая	Более 5
	Плитчатая	5–3
	Пластинчатая	3–1
	Листоватая	Менее 1
Чешуйчатая – со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми плоскостями спайности и часто изогнутыми острыми краями	Скорлуповатая	Более 3
	Грубочешуйчатая	3–1
	Мелкочешуйчатая	Менее 1

Аналогично описанию окраски при описании *структуры чаще всего используют сложные названия*: комковато-зернистая, ореховато-призматическая, листовато-пластинчатая и т. д. При этом преобладающую структуру отражают также вторым словом.

**Сложение почвы** – это степень ее плотности и пористости. Различают следующие типы сложения по плотности:

– *очень плотный* – почва не поддается лопате, при копке разреза применяют лом или кирку;

– *плотный* – почва с трудом поддается лопате, с лопаты падает глыбами и распадается на большие комья, нож с трудом входит в почву на 5–6 см;

– *плотноватый* – почва рассыпается или легко разламывается на крупные комки, пластинки, нож входит в горизонт с небольшим усилием;

– *рыхлый* – почва рассыпается на мелкие комочки, нож входит в горизонт без усилий;

– *рассыпчатый* – почва сыпуча, лишена гумуса.

Важным морфологическим признаком почвы являются *новообразования* – скопления различных веществ, которые формируются и откладываются в ее толще в результате *почвообразовательного процесса*. Характер и состав новообразований диагностируется легко: соединения трехвалентного железа придают горизонту ржаво-бурый, охристый цвет; двухвалентного железа – голубовато-сизый; кремнеземистая присыпка имеет сероватый, белесоватый оттенок.

**Новообразования** – химические соединения встречаются в форме: *пленок* – тонких высокодисперсионных поверхностных образований на гранях структурных отдельностей, стенках пор и трещин (гумусовые, глинистые, железистые пленки); *налетов* – рыхлых диффузных пленок в виде

выцветов, присыпок, припудривания (легкорастворимые соли, карбонаты, соединения кремния); *конкреций* – объемных новообразований, твердых, имеющих четкую границу с основной массой почвы; *стяжений* – в отличие от конкреций образованных рыхлым материалом и не имеющих четких границ с почвенной массой. Они отличаются от основного фона почвы (табл. 8.5).

**Включения** – тела органического и минерального происхождения, находящиеся в почве, но *не связанные с почвообразовательными процессами* (крупные обломки горных пород, галька, валуны, кости животных, раковины, кусочки угля, кирпича, стекла и т. п.). Корни растений являются также включениями, но описываются отдельно и более подробно. При описании отмечают, в частности, их количество, размеры, глубину проникновения.

**Влажность почвы** – очень изменчивое свойство зависит от погодных условий и описывается только на свежих разрезах. Различают 5 степеней влажности:

- *сухая* почва – пылит, влаги не ощущается, т.е. руку не холодит;
- *свежая* – не пылит, холодит руку, при сжатии образует комки, которые легко распыляются;
- *влажная* – влага ощущается на ощупь, при сжатии слипается, комок увлажняет фильтровальную бумагу, светлеет при подсыхании;
- *сырая* – при сжатии рука сыреет, почва приобретает тестообразную форму, но образующиеся капли воды не просачиваются между пальцами;
- *мокрая* – при сжатии вода сочится между пальцами, кроме того, сочится из стенок разреза.

На основании полученного таким образом описания почвенного разреза приступают к характеристике особенностей почвообразовательного процесса. В условиях *Урала и Западной Сибири* выделяют следующие его основные типы: *подзолистый, дерновый, болотный и буроземообразования (оглинивания)*.

В *названии почвы* (на лицевой стороне бланка описания почвенного разреза) основной почвообразовательный процесс вписывают в строку «тип». Понятие «подтип» обособляется в «типе» группы почв, в которых заметны отдельные признаки, свойственные другим типам. Например, в типе дерновых почв выделяют подтипы типичных и глеевато-дерновых (прил. 3).

Понятие «род» используют для характеристики признаков почв, которые связаны с особенностями материнских пород. Например, дерновые почвы делят на карбонатные, карбонатно-выщелоченные и бескарбонатные.

## Классификация почвенных новообразований химического происхождения

Химический состав	Форма				
	Налеты и выцветы	Примазки, потеки и корочки	Прожилки, трубочки и т. д.	Конкреции или стяжения	Прослойки
Легкорастворимые соли: соленые – NaCl, CaCl <sub>2</sub> , MgCl <sub>2</sub> ; горькие – NaSO <sub>4</sub>	Светлые и белесоватые налеты и выцветы легкорастворимых солей	Светлые примазки легкорастворимых солей, тонкие корочки глауберовой соли	Белые прожилки легкорастворимых солей и псевдомицелий глауберовой соли	Белые крапинки легкорастворимых солей	–
Гипс – CaSO <sub>4</sub> •2H <sub>2</sub> O	Светлые налеты и выцветы гипса (гипсовое полотенце)	Белые примазки и корочки гипса	Белые прожилки кристаллического гипса и псевдомицелий гипса	Земляные сердца и ласточкины хвосты, двойники гипса, слюзьба	Гажи
Углекислая известь – CaCO <sub>3</sub>	Налеты (сединки) и выцветы (плесень) карбонатные, а также дендриты, вскипающие от кислоты	Карбонатные светлые примазки, пятна, корочки и бородки извести	Карбонатный псевдомицелий, трубочки и прожилки кристаллической или мучнистой извести	Белоглазка, журавчики, дутики, погремки, желваки	Прослойки луговой извести и хардпен
Полуторные окислы, соединения марганца и фосфорной кислоты – Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , FePO <sub>4</sub> , AlPO <sub>4</sub>	Охристые налеты и выцветы	Ржавые охристые пятна, примазки, потеки, языки и разводы, бурые точечные пятна Mn	Ржавая лжегрибница, бурые трубочки, бурые и желто-красные прожилки	Темно-бурые рудяковые зерна, бобовинки, глазки	Железняк, жерства, ортштейны и прослойки бобовой руды. Псевдофибры и ортзанды

Химический состав	Форма				
	Налеты и выцветы	Примазки, потеки и корочки	Прожилки, трубочки и т. д.	Конкреции или стяжения	Прослойки
Соединения закиси железа – $\text{FeCO}_3$ , $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	–	Голубоватые пятна, языки и разводы	Сизоватые прожилки	Бурые, синеющие и буреющие на воздухе скопления	–
Кремнекислота – $\text{SiO}_2$	Кремнеземистая седая присыпка	Белые и белесые пятна и языки	Белесоватые прожилки	–	–
Перегнойные вещества	Темные налеты на поверхности структурных элементов	Бурые глянцевитые пятна; темно-бурые потеки, языки и тонкие корочки	Буро-черная инкрустация на поверхности структурных отдельностей	Частично рудяковые зерна	Перегнойные прослой ортзанда и ортштейна

Понятие «вид» применяют для обозначения степени развития основного и накладывающегося почвообразовательных процессов. Например, среди дерновых почв по мощности горизонта  $A_1$  различают маломощные, среднемощные, мощные и глубокодерновые.

Название почв в некоторой степени должно отражать их плодородие и возможность обработки. Последние два свойства почвы тесно связаны с ее гранулометрическим составом. Поэтому под разновидностью почвы понимают механический состав верхних минеральных горизонтов. В этом отношении лучшими из дерновых почв являются супесчаные и суглинистые их разновидности. Далее нами приводится краткая характеристика основных типов почв, распространенных в таёжно-лесной зоне Урала и Западной Сибири.

### **Бореальный почвенно-биоклиматический пояс**

**Почвы таёжно-лесной зоны.** Таежно-лесная (лесолуговая) зона простирается от западной границы России до побережья Охотского и Японского морей. На севере граничит с тундрой, а на юге – с лесостепью. Площадь 1155 млн га, или 52,2 % территории России, 35 % от этой площади расположено в горных районах и 65 % – на равнине.

Вся зона приурочена к бореальному (умеренно холодному) биоклиматическому поясу, климат континентальный, а на Дальнем Востоке – муссонный. Характерная особенность – постоянство влажности воздуха и превышение количества осадков над количеством испарений, здесь формируется *промывной тип водного режима*.

Рельеф чрезвычайно разнообразный – равнины, низменности и возвышенности. Основными почвообразующими породами являются ледниковые отложения и водно-ледниковые, аллювиальные отложения, элювий и делювий коренных пород.

Растительность представлена лесами различного состава и продуктивности. Часть зоны занята болотами и лугами. Почвенный покров формируется под воздействием *подзолистого, дернового и болотного процессов почвообразования*. Каждый из этих процессов может протекать самостоятельно, в более или менее чистом виде, или в сочетании с другими. **Почвы** таежно-лесной зоны представлены *подзолистыми, дерновыми, болотными, дерново-подзолистыми, подзолисто-глеевыми*. Кроме этих почв, в Восточной Сибири выделяют мерзлотно-таежные почвы.

Все многообразие почв зоны образуется в зависимости от конкретного сочетания природных условий и производственного воздействия человека.

**Подзолистые почвы** образуются в результате подзолистого процесса. В чистом виде подзолистый процесс протекает под пологом *хвойного леса* с моховым покровом и временным избыточным увлажнением.

Большие массивы подзолистых почв имеются в подзоне *северной и средней тайги*, в *южной тайге* – под хвойными лесами в условиях временного избыточного увлажнения.

*Подзолистый* процесс приводит к *выносу ряда веществ* из верхних горизонтов почвы и *формированию* белесого малоплодородного *подзолистого горизонта*  $A_2$ . В первую очередь разрушаются и выносятся коллоидные и илистые частицы. Поэтому верхний горизонт обедняется илом, соединениями железа, алюминия, марганца и других элементов. Кремневая кислота ( $H_2SiO_2$ ), которая высвобождается при разрушении силикатов, алюмо- и ферросиликатов, остается на месте образования, почти не перемещаясь, поэтому относительное содержание  $SiO_2$  в подзолистом горизонте увеличивается.

*Часть веществ*, вымытых из лесной подстилки и подзолистого горизонта в результате биологических, химических и физико-химических процессов, закрепляется *ниже подзолистого*, образуя *горизонт В* вмывания (иллювиальный), обогащенный илом, окислами железа, алюминия и другими соединениями.

Часть вымытых веществ с нисходящим током влаги достигает почвенно-грунтовых вод и выносятся за пределы почвенного профиля.

Распределение ила, окислов  $Fe_2O_3$  и  $Al_2O_3$  по профилю – важный показатель развития подзолистого процесса.

*Подзолистые* почвы характеризуются *кислой реакцией*, низкой степенью насыщенности основаниями, *малым количеством гумуса*, сосредоточенного в небольшом по мощности горизонте (2–3 см). Чем сильнее выражен подзолистый процесс, тем сильнее проявляются эти свойства подзолистых почв. В составе *гумуса* преобладают *фульвокислоты*.

На выраженность подзолистого процесса влияет состав древесных пород. В одних и тех же условиях под лиственными и широколиственными лесами подзолообразовательный процесс протекает слабее, чем под хвойными.

Тип подзолистых почв делится на *три подтипа*: *глеево-подзолистые*, *типичные подзолистые* и *дерново-подзолистые*.

**Типичные подзолистые** почвы с поверхности имеют подстилку  $A_0$  мощностью 3–6 см, ниже залегает слаборазвитый грубогумусовый горизонт  $A_0A_1$  (1–3 см) или слегка прокрашенный гумусом горизонт  $A_1A_2$  (2–4 см). Далее залегает горизонт  $A_2$  белесоватой окраски, плитовидной структуры или бесструктурный, затем горизонт В – иллювиальный, который может подразделяться на несколько горизонтов  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$  и т.д. Горизонт В имеет окраску буроватых тонов, ореховатую структуру почвообразования. Постепенно горизонт В переходит в почвообразующую породу С. В профиле подзолистых почв возможно выделение горизонтов  $A_2B_1$ , ВС.

**Глеево-подзолистые** почвы формируются при избыточном увлажнении под воздействием подзолистого и глеевого процессов почвообразования. Сохраняют все морфологические свойства подзолистых почв, но, кроме того, характеризуются отчетливо выраженным оглеением. Морфологически оглеение проявляется в наличии глеевых и ржавых пятен в почвенном профиле. Лесная подстилка несколько оторфована, мощностью 10 см.

Подзолистые почвы подразделяются на ряд родов: подзолистые обычные, остаточно-карбонатные, подзолистые иллювиально-гумусовые (горизонт  $A_2$  прокрашен гумусом, горизонт В имеет темный цвет от накоплений органоминеральных соединений), слабодифференцированные подзолистые почвы (гранулометрический состав песчаный), иллювиально-железистые, контактно-глеевые.

**По степени подзолистости** подзолистые почвы делятся на виды: *слабоподзолистые* – подзолистый горизонт  $A_2$  имеет мощность не более 5 см; *среднеподзолистые* – мощность  $A_2$  5–15 см; *сильноподзолистые* –  $A_2$  равен 15–25 см; **подзолы** – подзолистый горизонт имеет мощность свыше 25 см.

Глеево-подзолистые почвы, кроме того, разделяются по степени оглеения (глееватые и глеевые). Все почвы подзолистого типа делятся на разновидности по механическому (гранулометрическому) составу: песчаные, супесчаные, глинистые и суглинистые.

**Дерново-подзолистые** почвы образуются под воздействием дернового и подзолистого процессов. Формируются названные почвы под травянистыми, мохово-травянистыми лесами и на лугах, возникших на месте сведенных лесов.

От типичных подзолистых почв дерново-подзолистые отличаются тем, что имеют в верхней части профиля перегнойно-аккумулятивный горизонт (*дерновый*)  $A_1$ , который образуется под воздействием дернового процесса. Ниже дернового горизонта залегает подзолистый  $A_2$ , образовавшийся под воздействием подзолистого процесса. Образование горизонтов  $A_1$  и  $A_2$  может быть разновременным и одновременным единым синхронным. Дерново-подзолистые почвы имеют следующее строение профиля: с поверхности лесная подстилка  $A_0$  (1–5 см) или дернина (10 см); затем залегает горизонт  $A_1$  мощностью более 5 см, горизонт  $A_2$ , сменяемый подгоризонтом  $A_2B$  и иллювиальным горизонтом В, который постепенно переходит в породу С. В подтипе дерново-подзолистых почв выделяются те же рода, что и у типичных подзолистых. Они по степени проявления подзолистого процесса делятся на виды: *слабо-*, *средне-*, *сильно-* и *глубокоподзолистые*. По степени проявления дернового процесса: *слабодерновые*, если имеют  $A_1$  мощностью 5–15 см; *среднедерновые* – мощность  $A_1$  15–25 см; *мощнодерновые* –  $A_1$  равен 25–35 см; *глубокодерновые* – дерновый горизонт свыше 35 см.

Дерново-подзолистые почвы по сравнению с подзолистыми содержат больше гумуса, менее кислые, более плодородные.

**Дерновые почвы** образуются в таежной лесной зоне *под чистыми ассоциациями луговой и травянистой растительности* на любых породах, а под *травянистыми или мохово-травянистыми лесами* – на карбонатных или богатых первичными минералами породах. Формируются под воздействием *дернового процесса* почвообразования. Распространены по всей таежно-лесной зоне. Основная особенность дернового процесса – *накопление гумуса и питательных веществ* в верхних горизонтах почвы. Интенсивность накопления гумуса определяется комплексом условий (биологической продуктивностью растительности, химическим и механическим составами материнской породы, увлажнением и аэрацией почвы, температурой).

Дерновые почвы богаты гумусом от 3 до 20 %; реакция почвенного раствора слабокислая, нейтральная или слабощелочная, степень насыщенности основаниями и емкость поглощения высокие.

Дерновые почвы имеют следующее *строение* почвенного профиля: на поверхности *лесная подстилка*  $A_0$  или дернина мощностью 2–5 см. Ниже дернины или лесной подстилки находится гумусовый (дерновый) *горизонт*  $A_1$ , постепенно сменяющийся  $A_1B$ , переходным горизонтом  $B$ . Горизонт  $B$  сменяется почвообразующей породой  $C$ . **Тип дерновых почв** делится на *два подтипа*: дерновые *типичные* и *глеево-дерновые*.

**Глеево-дерновые почвы** сохраняют все признаки типичных дерновых почв, но имеют отчетливые *признаки глеевого процесса* (глеевые или *ржавые пятна* в минеральных горизонтах, *оторфованная дернина* или торфяная подстилка). Образуются при потоке сильно минерализованных почвенно-грунтовых вод.

Дерновые почвы делятся на несколько *родов*: дерновые *карбонатные*, дерновые *карбонатно-выщелоченные*, дерновые *бескарбонатные*.

По степени выраженности дернового процесса они подразделяются на *виды* *маломощные* – дерновый горизонт меньше 15 см, *среднемощные* – дерновый горизонт 15–25 см, *мощные* – дерновый горизонт 15–35 см, *глубокодерновые* – дерновый горизонт больше 35 см.

Глеево-дерновые почвы, кроме того, разделяют по степени оглеения на глееватые и глеевые. *По гранулометрическому составу* дерновые почвы делятся на *разновидности*: песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые.

**Болотные почвы** широко распространены в таежной зоне, общая площадь болотных почв в этой зоне 31,7 млн га. Большие площади занимают болотные почвы в западных и северо-западных регионах европейской территории России, в азиатской части – преимущественно в Западной Сибири и на Дальнем Востоке.



Образуются болотные почвы в условиях избыточного увлажнения в результате проявления *болотного процесса почвообразования*, который складывается из процесса *торфонакопления* и *глеевого* процесса. Наиболее существенной особенностью болотных почв является оглеение минеральной части и накопление с поверхности слоя торфа. Избыточное увлажнение может вызываться гидрологическими причинами или эволюцией растительного покрова в связи с недостатками зольной пищи (биогенное заболачивание). Причиной заболачивания может явиться иллювиальный горизонт подзолистых почв, когда он вследствие развития подзолистого процесса становится водонепроницаемым. Это приводит к застаиванию воды на поверхности почвы и развитию поверхностного заболачивания.

Заболачивание почв происходит на вырубках, гарях и при неумеренной пастьбе скота. Большая часть болотных почв образуется на кислых бескарбонатных породах (моховые верховые болота), торф на этих болотах сильноокислый, слаборазложившийся, низкой зольности до 5 %.

На карбонатных породах или при наличии жестких грунтовых вод образуются низинные болота. *Торф низинных* болот слабокислый, нейтральный или слабощелочной, хорошо разложившийся, содержит много питательных веществ, зольность его высокая (3–17 %).

На низинных болотах произрастает высокоствольная растительность (ель, береза, черная ольха и др.), кустарники и богатая травянистая растительность.

Возможно образование болот *переходного типа*. Болотные почвы имеют следующее строение почвенного профиля: лесная подстилка  $A_0$  или очес  $A_0^O$ , ниже залегает торфяной горизонт, мощность и степень разложения которого могут быть различными. Выделяются подгоризонты: слаборазложившийся (торфяной) –  $A_0^T$ , среднеразложившийся (перегнойно-торфяной) –  $A_0^{PT}$ , сильноразложившийся (перегнойный) –  $A_0^P$ . Иногда торфяные горизонты обозначаются индексами  $T_1, T_2, T_3$ . Ниже слоя торфа залегает глеевый горизонт  $G$ , а затем материнская порода  $C$ .

Торфяной горизонт  $A_0^T$  имеет степень разложения менее 25 %, торф бурый. К руке не пристаёт, имеются в большом количестве слаборазложившиеся растительные остатки, сохранившие свою форму.

Перегнойно-торфяной горизонт  $A_0^{PT}$  имеет степень разложения более 45 %, по цвету черный или черно-бурый, аморфный, мажущий.

Перегнойный горизонт  $A_0^P$  имеет степень разложения более 45 %, по цвету черный или черно-бурый, аморфный, мажущий.

По мощности слоя торфа болотные почвы делятся на торфянисто-глеевые (до 20 см), торфяно-глеевые (слой торфа до 50 см), торфяные (более 50 см), торфяники (при слое торфа свыше 1 м); при слое торфа до 100 см – маломощные, среднемощные – от 100 до 150 см, мощные – более 200 см.

**Подзолисто-болотные почвы** сохраняют *признаки подзолистых почв*, но имеют на поверхности слой торфа мощностью до 30 см и характеризуются *оглеением* минеральной толщи.

Профиль подзолисто-болотных почв имеет следующее строение: на поверхности лесная подстилка  $A_0$  или *очес*  $A_0^O$ , ниже расположен слой торфа, который может быть слаборазложившимся  $A_0^T$ , среднеразложившимся  $A_0^{PT}$ , сильноразложившимся  $A_0^P$ . Ниже торфяного идет гумусовый горизонт  $A_{1g}$ , далее подзолистый  $A_{2g}$ , иллювиальный  $B_g$  и материнская порода  $C$ . *Подтипы – поверхностно-глеевые, грунтово-глеевые.*

На уровне **рода** подзолистые почвы делятся на *глеевые и глееватые*. Болотно-подзолистые глееватые почвы под слоем торфа не имеют сплошного оглеения, последнее выражено пятнами и затеками. В глеевых почвах под слоем торфа сплошное оглеение. *Вид* определяется *по мощности торфа* – торфянисто-подзолисто-болотные (слой < 20 см) и торфяно-подзолисто-болотные (слой > 20 см).

*Бурые лесные почвы* распространены в горных областях (Карпаты, Крым, Кавказ, Тянь-Шань, Дальний Восток, Урал, Сибирь и др.), а также на равнинных территориях под широколиственными лесами. Бурые лесные почвы не образуют сплошной зоны. Формируются на различных материнских породах и под различными лесообразующими породами (бук, граб, дуб, каштан, ель, пихта, кедр, лиственница).

Характерным для процесса образования бурых лесных почв является *оглинивание* – процесс образования вторичных глинистых минералов как вследствие превращения первичных минералов, так и в результате процессов синтеза из продуктов минерализации органических соединений. При оглинивании в почве накапливается ил, а также железо, кальций и другие элементы.

Бурые лесные почвы имеют *слабо дифференцированный* на генетические горизонты *профиль*. В окраске преобладает бурый оттенок. Имеются горизонты: лесная подстилка  $A_0$ , перегнойно-аккумулятивный горизонт  $A_1$  различной мощности, рыхлого сложения, комковатой структуры. Горизонт  $A_1$  сменяется переходным горизонтом  $B$  бурого цвета, рыхлого сложения, различной структуры (непрочно-пылеватой, комковато-ореховой), который постепенно переходит в почвообразующую породу более легкого механического состава  $C$ , чем вышележащие горизонты.

Признаки подзолообразования в бурых лесных почвах не выражены или выражены слабо. Тип бурых почв подразделяется на следующие *подтипы*: *бурые лесные типичные, бурые лесные глеевые, бурые лесные оподзоленные, бурые лесные оподзоленно-глеевые, бурые лесные неполноразвитые*. На уровне **рода** они могут быть *остаточно-карбонатные, каменисто-галечниковые, обычные, красноцветные*. *Вид* определяется *по мощности  $A_1$*  – *мощные > 30 см, среднемощные – 20–30 см, маломощные < 20 см.*

Бурые лесные почвы характеризуются *слабокислой реакцией*, повышенной кислотностью отличаются оподзоленные и глеевые подтипы. По сравнению с материнскими породами верхние горизонты профиля обогащены железом.

Лесорастительные свойства бурых лесных почв хорошие. Содержание питательных веществ высокое, что связано с отсутствием процесса оподзоливания и часто близко залегающими коренными породами. Непрочная структура, каменистость, нередко легкий механический состав обеспечивают *хорошие водно-воздушные свойства*, снижает продуктивность насаждений на бурых лесных почвах малая мощность профиля.

### **Суббореальный почвенно-биоклиматический пояс**

**Серые лесные почвы лесостепной зоны.** Серые лесные почвы распространены преимущественно в северной части лесостепной зоны. Кроме лесных серых почв, в лесостепи распространены черноземы, дерново-подзолистые и болотные почвы. В некоторых провинциях в комплексе с названными почвами встречаются солонцы, солончаки и солоды.

Серые лесные почвы сформировались под воздействием *дернового и подзолистого почвообразовательного процессов*, т.е. почвообразование *аналогично* образованию *дерново-подзолистых почв*. По сравнению с дерново-подзолистыми почвами процесс гумусонакопления в серых почвах проявляется более отчетливо, а *подзолистый выражен слабее*, что объясняется слабым оподзоливающим воздействием лиственных травянистых лесов.

Хорошему развитию травянистой растительности в лесостепи способствуют сравнительно теплый климат, достаточное увлажнение, богатство материнских пород основаниями и отсутствие широко развитых явлений избыточного увлажнения.

Серые лесные почвы в зависимости от выраженности процесса гумусонакопления и оподзоливания подразделяют на *три подтипа: светло-серые лесные, серые лесные и темно-серые лесные*. В тех местах, где природные условия благоприятствовали длительному произрастанию лесной растительности и лучшему проявлению подзолообразования, сформировались менее гумусированные и более оподзоленные почвы (светло-серые и серые). Там, где древесную растительность луговые степи сменили раньше, образовались хорошо гумусированные почвы со слабыми признаками оподзоливания (темно-серые лесные почвы, оподзоленные черноземы).

Почвенный профиль серых лесных почв имеет следующее строение: в целинных почвах на поверхности имеется горизонт **A<sub>0</sub>** – лесная подстилка с травянистыми остатками или остатками дерна на полянах. Ниже залегает гумусовый слой **A<sub>1</sub>**. Его окраска изменяется от светло-серой до темно-серой.

Главная морфологическая особенность серых лесных почв – значительное развитие гумусового горизонта и заметное разделение его на два слоя: верхняя часть с более интенсивной гумусовой окраской  $A_1$  и нижняя часть гумусового слоя – гумусово-элювиальный (гумусово-оподзоленный), или *переходный горизонт*  $A_1A_2$ .

Переходный горизонт  $A_1A_2$  в разной степени окрашен гумусом, но светлее  $A_1$ , так как содержит более или менее обильную кремнеземистую присыпку. Признаки оподзоленности ослабляются к темно-серым лесным почвам.

Далее выделяется иллювиальный горизонт **B**, который имеет ореховатую и ореховато-призматическую структуру, по граням структурных отдельностей заметна кремнеземистая присыпка, лакировка (пленки коллоидов), гумусовые примазки.

По степени выраженности этих признаков иллювиальный горизонт *может быть* подразделен на  $B_1B_2$  и **BC**. Материнские породы **C** на глубине 150–200 см содержат карбонаты.

Наибольшую оподзоленность и наименьшую мощность гумусового слоя (15–20 см) имеют светло-серые лесные почвы. По своим признакам и свойствам они близки к дерново-подзолистым. Темно-серые лесные почвы близки к черноземам. Гумусовый слой у темно-серых почв мощный и имеет темную окраску.

Серые лесные почвы делятся на ряд *родов*: *обычные, остаточнокarbonатные* (в нижней части иллювиального горизонта имеется  $CaCO_3$ ) и со вторым гумусовым горизонтом (ниже горизонта  $A_1A_2$  имеется второй гумусовый горизонт более темного цвета).

**По мощностям** гумусового горизонта  $A_1$  определяется *вид*: *маломощные* – 20 см, *среднемощные* – 20–40 см, *мощные* – 40 см.

Распределение ила по профилю и валовой химический состав серых лесных почв указывают на их заметную оподзоленность. *Содержание гумуса* в светло-серых почвах – 3–5%, в *темно-серых* – 4–9 %.

Реакция среды в серых лесных почвах – *кислая или слабокислая*. Основаниями почва не насыщена ( $V = 70...90$  %).

К местам повышенного увлажнения приурочены серые лесные глееватые и глеевые почвы.

**Чернозёмные почвы лесостепной и степной зон.** Образуются чернозёмы под воздействием процесса *гумусонакопления (дернового)*, интенсивно протекающего под *травянистой растительностью*. Данные почвы являются наиболее плодородными и ценными на территории Российской Федерации.

*Высокое содержание гумуса* в черноземах обеспечивается ежегодным поступлением на поверхность почвы и в ее верхние горизонты большого количества *органических остатков травянистой растительности*.

Отмирающая растительность черноземных степей отличается высокой зольностью, богатством основаниями, значительным содержанием азота, что благоприятствует процессам гумификации. Чередование периодов увлажнения почвы препятствует быстрому разложению гумуса и способствует его накоплению. Богатство материнских пород и растительных остатков кальцием обеспечивает нейтрализацию органических кислот и закрепление гумуса в почве.

*В составе гумуса черноземных почв преобладают гуминовые кислоты.* Накопление больших количеств гуминовых кислот, прочно связанных с минеральными коллоидами, обуславливает образование *зернистой структуры* почвы в корнеобитаемом слое (зернистая комковатая структура *наиболее ценная* в агрономическом отношении).

Черноземы имеют *нейтральную реакцию*, в *оподзоленных* может быть *слабокислая*, а в *южных* – *слабощелочная*. Почвы высоко насыщены основаниями, в составе обменных катионов преобладает  $Ca^{2+}$ , распределение илестых частиц равномерное.

Весь облик черноземных почв свидетельствует об их богатстве органическим веществом. В профиле черноземов выделяется *мощный* темноокрашенный гумусовый, или *перегнойно-аккумулятивный горизонт А*. *Мощность гумусового слоя* варьирует от 50 до 100 см и более.

Почвенный профиль отличается отсутствием резко выраженной его дифференциации на генетические горизонты. Темноокрашенный гумусовый горизонт постепенно затеками языками переходит в породу. *Гумусовый слой* в связи с неодинаковой интенсивностью окраски *делится на два* горизонта: верхнюю наиболее гумусированную часть выделяют как *перегнойно-аккумулятивный слой А*, слой с коричневатым оттенком до гумусовых затеков выделяют как *переходный горизонт В<sub>1</sub>*, слой с гумусовыми затеками выделяется в самостоятельный *слой гумусовых затеков В<sub>2</sub>*.

*Ниже* гумусового слоя, часто захватывая слой гумусовых затеков, залегает горизонт скопления карбонатов – карбонатно-иллювиальный горизонт **В<sub>к</sub>**, обилие карбонатов придает этому горизонту белесоватую окраску.

На поверхности целинных черноземов присутствует горизонт степного войлока – **А<sub>0</sub>**.

*Общая мощность гумусового слоя* характеризуется суммарной мощностью горизонтов А и В<sub>1</sub> (**А + В<sub>1</sub>**).

Горизонт А в черноземах отличается зернистой или комковатой структурой, с глубиной структура укрупняется и постепенно становится крупнокомковатой.

Черноземы подразделяются на 5 подтипов: *оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные и южные*. Подтипы выделяются по мощности гумусового горизонта и глубине залегания карбонатов.

Черноземы *оподзоленные, выщелоченные, типичные* встречаются в лесостепной зоне.

Черноземы *оподзоленные* претерпели воздействие лесной растительности. В гумусовом слое они имеют *остаточные признаки* воздействия *подзолистого процесса* в виде *кремнеземистой присыпки*, что придает нижней части гумусового слоя *седовато-пепельный оттенок*. Кремнеземистая присыпка как бы припудривает структурные отдельности. *Карбонатно-иллювиальный* горизонт располагается ниже границы гумусового слоя (обычно на глубине 130–150 см).

Горизонт **В** имеет *ореховатую* структуру с отчетливой лакировкой, содержание гумуса в черноземе оподзоленном 4–7 %.

Черноземы *выщелоченные* похожи на оподзоленные, но не имеют *кремнеземистой присыпки* в гумусовом слое. Главная их особенность в морфологии – выщелоченность карбонатов из горизонта  $B_2$  (глубина залегания карбонатов 100–130 см). Мощность **A** от 30–50 см,  $B_1$  имеет ясный буроватый или коричневатый оттенок, структура его комковатая.

Горизонт  $B_2$  с гумусовыми затеками, бурый, ореховато-призматической или призматической структуры. Черноземы *выщелоченные* приурочены к различным *пониженным участкам рельефа* – западины, нижние части пологих склонов и их шлейфы. Запасы гумуса больше, чем у оподзоленных черноземов.

**Черноземы типичные.** Характерной особенностью типичных черноземов является *глубокий гумусовый профиль (A+B<sub>1</sub>) более 80 см* (обычно 90–120 см) и наличие карбонатов в гумусовом слое с глубиной 60–70 см.

Горизонт **A** имеет окраску черную или почти черную, хорошо выраженную комковатую или зернистую структуру, гумусовый профиль в отличие от других подтипов сильно растянут.

Черноземы *обыкновенные и южные* распространены в степной зоне.

Черноземы *обыкновенные* по сравнению с типичными *менее гумусированы*. Мощность горизонта **A** – 30–40 см, **A+B<sub>1</sub>** – до 60–70 см. Горизонт  $B_1$  имеет *бурый* оттенок. *Горизонт гумусовых затеков B<sub>2</sub>* часто *совпадает* с карбонатно-иллювиальным горизонтом **B<sub>к</sub>**. Карбонаты встречаются в виде крупных скоплений (белоглазка). Структура горизонта  $B_к$  призматическая.

**Черноземы южные** занимают южную часть степной зоны и непосредственно граничат с темно-каштановыми почвами. *Горизонт A* в этом черноземе часто имеет *коричневатый* оттенок, мощность его 25–35 см. *Мощность гумусового слоя A+B<sub>1</sub>* 45–60 см.

*Линия вскипания* – в нижней части  $B_1$  (т.е. на глубине 45–60 см). На глубине 1,5–2,0 м и глубже южные черноземы часто содержат гипс в виде мелких кристаллов.

*Род у черноземов оподзоленных, выщелоченных и типичных чаще всего выделяют обычный и слитой (характерна исключительная плотность горизонта В).*

Черноземы *обыкновенные и южные* на уровне *рода* могут быть *карбонатными, солонцеватыми и солончаковыми*. В южных черноземах солонцеватость, солончаковость и карбонатность проявляются чаще и резче. Черноземы карбонатные отличаются наличием карбонатов во всех горизонтах и вскипают на поверхности или в пределах пахотного слоя.

Черноземы солонцеватые отличаются уплотнением горизонта В<sub>1</sub>, его ореховатой структурой и некоторой распыленностью А. По степени выраженности этих признаков род солонцеватых черноземов делится на виды: слабосолонцеватый, солонцеватый, сильносолонцеватый.

Чернозем солончаковатый характеризуется накоплением легкорастворимых солей в профиле почвы. Обычно солонцеватость определяют аналитически. Солонцеватые черноземы широко распространены в районах Западной Сибири, Казахстана. Для этих районов характерна комплексность почвенного покрова, в комплексах среди черноземов широко распространены солонцы, солончаки и солоды.

Деление черноземов *на виды* производится по сумме горизонтов **А+В<sub>1</sub>**: *маломощные – менее 40 см, среднемощные – 40–80 см, мощные – 80–120 см и сверхмощные – более 120 см*. Можно вид определить по содержанию гумуса: малогумусные – менее 6 %, среднегумусные – 6–9 %, тучные – более 9 %. Разновидность определяется по механическому составу.

**Каштановые почвы сухих степей.** Зона каштановых почв характеризуется резко выраженной комплексностью почвенного покрова. Здесь наряду с каштановыми почвами встречаются лугово-каштановые, солонцы, солончаки.

Почвообразование в зоне сухих степей протекает в условиях засушливого климата и изреженного растительного покрова. Наблюдается *быстрая минерализация* органического вещества, поэтому дерновый процесс не приводит к накоплению большого количества гумуса в профиле каштановых почв.

Образующиеся при разложении растительных остатков воднорастворимые *соли* в условиях *непромывного водного режима* вымываются неглубоко и *накапливаются в нижней части* профиля. *Ниже гумусового слоя* накапливаются *карбонаты*, *ниже* карбонатного отмечается наличие *гипса*. На глубине 165–260 см – легкорастворимые соли.

Таким образом, каштановые почвы формируются под воздействием **дернового почвообразовательного процесса**, на который налагается *солонцовый и солончаковый* процессы.

В процессе почвообразования профиль каштановых почв дифференцируется на ряд отчетливо выраженных генетических горизонтов. В це-

линных почвах расположен горизонт  $A_0$  (дернина), затем гумусовый горизонт  $A$  темно-каштанового, каштанового и светло-каштанового цвета с буроватым оттенком, мощностью 18–22 см, затем идет *гумусовый переходный горизонт*  $B_1$ . Общая мощность гумусового слоя определяется суммой  $A+B_1$  35–50 см. Иногда может быть выделен горизонт  $B_2$  (гумусовых затеков) – неоднородный по окраске с пятнами, затеками гумуса. Затем горизонт  $B_K$ , обогащенный карбонатами в виде белоглазки, примазок, потеков. Почвообразующая порода более рыхлая с вкраплениями гипса в виде друз, гнезд и отдельных кристаллов содержит легкорастворимые соли.

Глубина залегания гипса и легкорастворимых солей определяется подтипом каштановых почв, а в пределах одного подтипа – механическим составом почвы и породы и рельефом местности. Различают *три подтипа каштановых почв: темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые.*

*Темно-каштановые* распространены в северной части зоны. Содержат 4–5 % гумуса, структура в горизонте  $A$  комковатая. Мощность горизонтов  $A+B_1$  составляет 35–45 см, гипс и легкорастворимые соли – около 2 м. *Реакция нейтральная и слабощелочная.*

Каштановые почвы занимают переходное положение между подтипами темно- и светло-каштановых почв. Мощность гумусового слоя меньше, чем в темно-каштановых ( $A+B_1$  30–40 см), *вскипают от HCl* на глубине 40–45 см, *гипс* на глубине 150–170 см, *легкорастворимые соли* около 2,0 м. *Реакция слабощелочная* в верхних горизонтах, вниз по профилю щелочность возрастает. Признаки солонцеватости встречаются чаще и резче.

*Светло-каштановые* почвы формируются в южной части сухих степей под полынно-злаковой и полынной растительностью в условиях сильно засушливого климата. Имеют *наименьшую мощность гумусового слоя* и наименьшее количество гумуса среди других подтипов.

Каштановые почвы подразделяются на ряд *родов: обычные, солонцеватые* (горизонт  $B_1$  уплотнен, темнее горизонта  $A$ ), *солончаковатые, осолодые* (имеется кремнеземистая присыпка), *карбонатные и неполноразвитые* (несформировавшийся почвенный профиль, очень малая мощность гумусового горизонта).

*Вид* определяется по мощности гумусового слоя  $A+B_1$ : *мощные – более 50 см, среднемощные – 30–50, маломощные 20–30, укороченные – менее 20 см.*

В каштановых почвах – равномерное распределение илистых частиц по профилю, реакция *слабощелочная*, в составе поглощенных оснований кальций и магний. Состав и свойства значительно варьируют. Часто имеют неблагоприятные агрохимические, физические и физико-механические свойства.



**Засолённые почвы.** К засоленным почвам относятся *солончаки, солонцы и солоды*. Они сплошной зоны не образуют, встречаются *пятнами* в зоне сухих степей, полупустынь, степной, лесостепной зонах. В связи с этим *засолённые* почвы характеризуются, как интразональные.

**Солончаки.** Солончаки – почвы, содержащие большое количество водорастворимых *солей* с самой *поверхности* (обычно более 1 %). *Источниками* солей, засоляющих почвы, могут быть минерализованные *грунтовые воды*, засоленные *почвообразующие породы*, а также соли, которые освобождаются при минерализации растительных остатков в условиях аридного климата, соли могут быть *принесены ветром*, что наблюдается в приморских районах и в районах распространения засоленных озер. Солончаки приурочены главным образом к *понижениям рельефа*. Растительность на солончаках изреженная. Солончаки с высоким содержанием солей совсем *лишены растительности*.

*Угнетающее действие* на растительность оказывает высокое содержание *солей*. Характерной особенностью солончаков является наличие *выцветов солей по всему профилю*, особенно заметных при подсыхании стенки разреза. *Профиль* солончаков в большинстве случаев *слабо дифференцирован* на генетические горизонты. В нем выделяется гумусовый горизонт *A*, *переходный B* и *почвообразующая порода C*. Почвообразующими породами чаще всего являются элювий и делювий третичных, меловых образований, а также морские засоленные породы четвертичного периода. *Солончаки* подразделяются на *два подтипа*: солончаки *гидроморфные* и солончаки *автоморфные*.

Солончаки гидроморфные в нижней части профиля имеют признаки оглеения, выражающиеся в наличии ржаво-охристых или сизых пятен.

Все засоленные почвы подразделяются на виды по качественному составу и количеству солей.

Наиболее широко распространены солончаки хлоридно-сульфатные, натриевые. В степной и лесостепной зоне распространены солончаки с содовым и карбонатным типами засоления.

*Род* определяется качественным *составом солей*, что отражается на морфологических признаках. В связи с этим солончаки подразделяются на корковые (засоленные NaCl), пухлые (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), мокрые (CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>), черные (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Вид определяется характером распределения солей: поверхностные (соли на глубине 0–30 см), глубоко профильные (соли по всему профилю). Солончаки разделяются на разновидности по механическому составу (песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые).

*Реакция* среды солончаков *щелочная* (рН 7,3–7,5 и больше). Почти все солончаки содержат *карбонаты на поверхности*. Содержание гумуса 1–3 %. Илистые частицы распределены равномерно по профилю. Кроме

собственно солончаков, в природе имеются почвы, содержащие меньшее количество воднорастворимых солей (солончаковатые).

В зависимости от количества и качественного состава водорастворимых солей почвы подразделяются на незасоленные (содержание солей 0,2–0,3 %), слабозасоленные (0,3–0,5), средnezасоленные (0,5–0,7), сильнозасоленные (около 1 %).

Наряду с общим содержанием солей имеет значение и глубина залегания солесодержащих горизонтов. Если водорастворимые соли (0,2 %) находятся глубже 150 см, то такие почвы относят к незасоленным, на глубине 150–100 см – к глубоко засоленным, 100–70 см – к глубокосолончаковатым, 70–30 см – к солончаковатым, выше 30 см (30–5 см) – к солончаковатым.

В настоящее время основную *территорию*, занятую солончаками, или совсем *не осваивают*, или используют как малопродуктивные пастбища.

Улучшить солончаки возможно путем применения *сложных мелиоративных мероприятий* (понижение уровня грунтовых вод, промывка от избытка солей, гипсование и др.).

**Солонцы.** Солонцы – почвы, содержат большое количество *обменного натрия* в почвенном поглощающем комплексе. Солонцы имеют и водорастворимые соли, но не на поверхности, как солончаки, а *на некоторой глубине*.

Образуются солонцы *при рассолении солончаков*, засоленных солями натрия, и в результате постепенного засоления.

Профиль солонца дифференцирован на ряд отчетливо выраженных горизонтов: *гумусово-элювиальный (надсолонцовый А), иллювиальный (солонцовый В<sub>1</sub>), иллювиальный (подсолонцовый В<sub>2</sub>) и почвообразующую породу С<sub>1</sub>*.

Горизонт А комковато-пылеватый, слоеватый, пористый, обедненный илистой фракцией, цвет его зависит от зоны. В солонцах черноземной зоны он темно-серый, иногда почти черный, в каштановой – буровато-серый, бурый. Мощность гумусово-элювиального горизонта от 2 до 25 см. В этом горизонте не содержится карбонатов и легкорастворимых солей.

Горизонт солонцовый В<sub>1</sub> более темной окраски, столбчатой структуры (реже ореховатый или призматический), столбчатые отдельности легко распадаются на ореховатые, на которых хорошо заметна глянцеvidная лакировка вследствие обогащенности коллоидами.

Горизонт подсолонцовый В<sub>2</sub> содержит карбонаты и легкорастворимые соли. Более светлой окраски, ореховатой структуры. Постепенно сменяется горизонтом, содержащим гипс С<sub>Г</sub>. Ниже гипсового залегает горизонт С, обогащенный легкорастворимыми солями С<sub>С</sub>.

Солонцы характеризуются *неблагоприятными физическими и химическими свойствами*. В сухом состоянии они имеют очень плотное сложение, во влажном очень сильно набухают, вязкие, липкие, водопроницаемость низкая.

Содержание обменного натрия в солонцах составляет от 15 до 60 % емкости поглощения. Солонцы отличаются *высокой щелочностью*, содержат соду, имеют рН 8–10. Содержание гумуса и подвижных питательных веществ зависит от зоны (табл. 8.3).

Классификация солонцов является сложной, так как они образуются в разных условиях. Различают несколько подтипов солонцов: черноземные, каштановые, бурые и т.д. Название подтипов солонцов определяется зональными типами почв, среди которых они встречаются.

В зависимости от условий образования по глубине залегания грунтовых вод в каждом типе солонцов определяют *три подтипа*: *луговые (гидроморфные)*; *лугово-степные (полугидроморфные)*; *степные (автоморфные)*. По качественному составу солей солонцы подразделяются на роды: содовые, хлоридно-сульфатные и др.

*На виды солонцы* подразделяются по следующим свойствам: *по мощности горизонта А на корковые*, имеющие мощность гумусово-элювиального горизонта *меньше 5 см, мелкие 5–10 см, средние 10–18 см и глубокие > 18 см*. На разновидности солонцы подразделяются по гранулометрическому составу.

Естественное *плодородие солонцов низкое*. Наиболее эффективным средством повышения плодородия солонцов является замена обменного натрия на кальций гипса или другой кальциевой соли. Дозу устанавливают в зависимости от содержания обменного натрия (обычно от 3 до 8–10 т на 1 га). Эффективность *действия гипса* проявляется и при более низких дозах внесения.

Возможна мелиорация солонцов с применением приема *самомелиорации солонцов* (И. Н. Антипов-Каратаев), основанного на *использовании карбонатов и гипса при глубокой вспашке*, если скопление карбонатов и гипса наблюдается на глубине 30–50 см.

В систему агромелиоративных мероприятий по коренному улучшению плодородия солонцов, кроме глубокой вспашки, входят внесение органических, минеральных *удобрений и влагонакопление*.

**Солоди.** Данные почвы распространены в лесостепной и степной зонах, встречаются также среди почв сухих и полупустынных степей. Наиболее широко солоди распространены в пределах лесостепи Западно-Сибирской низменности.

Образуются солоди часто *при рассолении солонцов* или постоянном воздействии на незасоленные почвы слабых растворов натриевых солей.

Почвы формируются по понижениям *под влиянием древесной и луговой растительности при промывном или периодически промывном типе водного режима.*

Профиль солоди разделяется на ряд отчетливо выраженных горизонтов: лесная подстилка или дернина –  $A_0$ ;  $A_1$  – гумусовый горизонт;  $A_2$  – осолоделый горизонт, белый, плитчатый или слоегато-чешуйчатой структуры с железисто-марганцовыми новообразованиями в форме конкреций и ржаво-охристых пятен, обедненный илом, обогащенный кремнеземом. Ниже осолоделого горизонта идет *переходный горизонт  $A_2B$*  – неоднородно окрашенный, темно-бурый с белыми пятнами или потеками, плитчато-мелкоореховый, переходящий в горизонт В. В – *иллювиальный*, подразделяется на два, а иногда и на три горизонта ( $B_1, B_2, B_3$ ). Верхняя часть темно-бурая, ореховатой структуры с присыпкой ( $SiO_2$ ) на гранях структурных отдельностей, плотный, вязкий, нижняя часть  $B_2$  более светлая, ореховатой структуры, менее плотная, вязкая.

Почвообразующая **порода С** желтовато-бурая, с неясно выраженной структурой, часто содержит карбонаты. Почвенные горизонты *резко дифференцированы по гранулометрическому составу*. Содержание гумуса – от 1,5 до 10 %.

*Реакция* солевой вытяжки в горизонте  $A_2$  кислая (рН 3,5–6,5), в нижних горизонтах близкая к *нейтральной или слабощелочная*. В зависимости от условий образования (степени увлажнения) тип солодей разделяют на 3 подтипа: *солоди лесные (типичные), солоди луговые (дерновые), солоди болотные (торфянистые).*

Подразделяют солоди на *роды* с учетом *солонцеватости, солончаковости и оглеенности*. Вид определяется по степени задернения, гумусированности, солончаковости, оторфовывания, разновидность – по механическому (гранулометрическому) составу.

*Естественное плодородие* солоди *низкое*. Для повышения плодородия необходимо *известкование, глубокое рыхление, внесение минеральных и органических удобрений, борьба с переувлажнением (землевание)*. Солоди целесообразно оставлять под древесными породами (полезащитные насаждения).

### **Техника отбора образцов и взятие монолитов**

Визуального изучения почв в разрезах часто бывает недостаточно для детального анализа их генезиса и свойств. В этом случае для просмотра и проведения анализов в лабораторных условиях почвенные *образцы* отбирают *из основных разрезов*. Образцы берут *из всех генетических горизонтов*. Для отбора образца находят середину горизонта и очерчивают прямоугольник. Отмеченный прямоугольник не должен иметь каких-либо

отклонений от общего фона горизонта. Нельзя, например, брать образцы в местах, которые перерыты землероями или опробированы на вскипание от кислоты. Прямоугольник располагают вертикально, при этом его границы должны не доходить до верхней и нижней границ горизонта на 1–2 см. Отбор образцов почвы *начинают из верхних горизонтов*.

В качестве исключения, на почвах с *легким гранулометрическим* составом, с целью предотвращения загрязнения легкоразрушающейся лицевой стороны разреза, образцы начинают отбирать *из нижних горизонтов*.

*Этикетки* почвенных образцов готовят до выхода в поле (прил. 4). Во время полевого обследования этикетки заполняют простым карандашом. В сырых почвенных образцах вложенная этикетка должна быть защищена непромокаемым мешочком. На бумажном пакете данные этикетки обязательно дублируют. Образец вынимают с помощью ножа (стамески) на плотный лист бумаги или на руку, слегка измельчают (не нарушая структуру) и упаковывают *в бумажный пакет*, в который вкладывают этикетку.

*При изучении пахотных земель, лесных питомников чаще всего берут смешанные образцы*. Для этого в нескольких типичных относительно однородных местах поля производят выемку *разовых (точечных) образцов*, которые тщательно смешивают на большом листе бумаги. Затем поверхность почвенной массы выравнивают и делят по диагоналям или на квадратики. Из последних в шахматном порядке набирают смешанную пробу весом до 1 кг.

*Хранение сырых почвенных образцов не допускается*, так как под влиянием микробиологических процессов в сырых образцах изменяются химические свойства почвы. Поэтому образцы консервируют, т.е. доводят их *до воздушно-сухого состояния*, рассыпав тонким слоем на бумагу. Хранение таких образцов обычно осуществляют в холщовых мешочках. При дальнейшем их использовании для проведения агрохимических анализов образцы подлежат дополнительной подготовке.

*Отбор почвенных монолитов*. Почвенный монолит – это *вертикальный образец почвы*, взятый *без нарушения* ее естественного сложения. *При камеральной обработке* материалов исследований их используют *для проверки и дополнения* сделанных *в поле наблюдений*, а также для сопоставления и выявления отличительных признаков почв разных участков.

Монолиты берут в деревянные или металлические *ящики*, ориентировочный размер которых равен 100×25×8 см. Верхняя и нижняя крышки монолитного ящика должны быть съёмными.

В поле крышки отвинчивают, прикладывают рамку ящика к лицевой стороне разреза и намечают ее внутренние контуры (рис. 8.2).

По контуру вырезают прямоугольную колонку, на которую надевают рамку ящика до совмещения плоскостей лицевой стенки колонки и нижней части рамки.





Рис. 8.2. Техника взятия и изготовления почвенного монолита

Неровности почвы осторожно срезают и привертывают нижнюю крышку рамки. Чтобы не повредить монолит, почву по бокам ящика вынимают на конус, а у его верхней плоскости, отступив от последней на 8–10 см, постепенно лопатой отделяют колонку монолита от стенки разреза. При этом снизу монолит поддерживают до тех пор, пока он не отделится от стенки почвенного разреза. Монолит осторожно вынимают из разреза, устанавливают горизонтально и аккуратно срезают избыток почвы до плоскости верхней крышки. *Под крышку* вкладывают *этикетку* (место взятия, номер разреза, название почвы, дата, фамилия исполнителя) и привинчивают крышку к рамке. Запись, аналогичную вложенной под крышку, делают на боковой короткой стороне рамы и на крышке ящика.

## Рекомендуемая литература

1. Бурсова, А. И. Исследование почв в природе / А. И. Бурсова. – Ленинград, 1961. – 144 с.
2. Карпачевский, Л. О. Лес и лесные почвы / Л. О. Карпачевский. – Москва : Лесная промышленность, 1981. – 264 с.
3. Колесников, Б. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области : практическое руководство /АН СССР, Урал. науч. центр, Ин-т экологии растений и животных. – Свердловск, 1973. – 176 с.
4. Митякова, И. И. Почвоведение / И. И. Митякова ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. – 348 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494176> (дата обращения: 26.02.2020).
5. Морозов Г. Ф. Учение о лесе / Г. Ф. Морозов ; под ред. В. Г. Нестерова. – 7-е изд. – Москва ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1949. – 456 с.
6. Невенчанная, Н. М. Почвоведение: учебное пособие / Н. М. Невенчанная, Л. Н. Андриенко. – Омск : Омский ГАУ, 2019. – 111 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: [https:// e.lanbook.com/book/ 126620](https://e.lanbook.com/book/126620) (дата обращения: 17.04.2021).
7. Почвоведение / под ред. И. С. Кауричева. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 719 с.
8. Почвоведение : учебное пособие для вузов / Л. П. Степанова, Е. А. Коренькова, Е. И. Степанова, Е. В. Яковлева. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 260 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: [https:// e.lanbook.com/book/167191](https://e.lanbook.com/book/167191) (дата обращения: 17.04.2021).
9. Роде, А. А. Почвоведение / А. А. Роде, В. Н. Смирнов. – Москва : Высшая школа, 1972. – 480 с.
10. Розанов, Б. Г. Морфология почв: учебник для высшей школы / Б. Г. Розанов. – Москва : Академический проект, 2004. – 432 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Форма ведомости описания таксационных выделов лесонасаждений

№ выдела	Площадь, га	Состав древостоя	Возраст, лет	Класс бонитета	Тип леса	Запас, м <sup>3</sup> /га	Примечание
1	2,0	8Б2Сед.Е	35	II	Сяг	90	Подлесок средней густоты, ракитник
2	8,5	6С4Б	45	II	Сяг	180	Подлесок редкий, ракитник
49	1,1	7С2Е1Б	140	III	Сртр	320	
Итого	98,6						

ОПИСАНИЕ ПОЧВЕННОГО РАЗРЕЗА

Дата « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

Разрез № \_\_\_\_\_

Географическое положение: область \_\_\_\_\_  
район \_\_\_\_\_ лесхоз \_\_\_\_\_  
лесничество \_\_\_\_\_ квартал \_\_\_\_\_ выдел \_\_\_\_\_

Приуроченность разреза к рельефу:  
микрорельеф \_\_\_\_\_  
мезорельеф, экспозиция и крутизна склона \_\_\_\_\_  
макрорельеф \_\_\_\_\_

Описание растительности (например в лесу):  
тип леса \_\_\_\_\_ класс бонитета \_\_\_\_\_  
состав древостоя \_\_\_\_\_ класс возраста \_\_\_\_\_  
подлесок \_\_\_\_\_  
подрост \_\_\_\_\_  
живой напочвенный покров \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Состояние поверхности участка вблизи разреза (признаки заболоченности, иссушения, оторфованности, задернения, каменистость, нарушение естественного сложения почвы, вырубка и т. д.) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Характер увлажнения участка (атмосферное, натежное, грунтовое)  
Уровень грунтовых вод, м \_\_\_\_\_  
Материнская порода \_\_\_\_\_  
Глубина разреза, м \_\_\_\_\_  
Вскипание от НСІ с глубины, м \_\_\_\_\_

Название почвы:  
тип \_\_\_\_\_  
подтип \_\_\_\_\_  
род \_\_\_\_\_  
вид \_\_\_\_\_  
разновидность \_\_\_\_\_



## ОПИСАНИЕ ПОЧВЕННОГО РАЗРЕЗА (пример)

Дата «14» июля 2013 г.

Разрез № 1

Географическое положение:

область: Свердловская  
район Железнодорожный лесхоз УУОЛ  
лесничество Парковое квартал 40 выдел 11

Приуроченность разреза к рельефу:

микрорельеф: волнистый  
мезорельеф, экспозиция и крутизна склона: средняя часть южного по-  
катого склона  
макрорельеф: Восточный склон Уральских гор

Описание растительности (например в лесу):

тип леса – сосняк орляковый; класс бонитета – 3;  
состав древостоя – 6СЗЛ1Б+Б; класс возраста – 9;  
подлесок – черёмуха, рябина;  
подрост – лиственница, ель, сосна, береза;  
живой напочвенный покров – папоротник орляк, костяника, вейник  
лесной, брусника, клевер белый, линнея северная, купена лекарственная,  
майник двулистный, черника, чина весенняя.

Состояние поверхности участка вблизи разреза (признаки заболоченности, иссушения, оторфованности, задернения, каменистость, нарушение естественного сложения почвы, вырубка и т.д.) \_\_\_\_\_

Характер увлажнения участка (атмосферное, натежное, грунтовое)

Уровень грунтовых вод, м  
Материнская порода гранит  
Глубина разреза, м 0,61  
Вскипание от НС1 с глубины, м нет


Название почвы:

тип – бурая лесная;  
подтип – типичная;  
род – каменисто-галечниковая;  
вид – маломощная;  
разновидность – легкосуглинистая

## ОПИСАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ПОЧВЫ

Схематический рисунок разреза	Генетический горизонт		Окраска	Характер перехода горизонтов	Механический состав	Структура	Сложение	Новообразования и включения	Влажность	Распределение корней растений	Дополнительные замечания
	Буквенное обозначение	Глубина залегания (от до), см									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

## ОПИСАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ПОЧВЫ

Схематический рисунок разреза	Генетический горизонт		Окраска	Характер перехода горизонтов	Механический состав	Структура	Сложение	Новообразования и включения	Влажность	Распределение корней растений	Дополнительные замечания
	Буквенное обозначение	Глубина залегания (от-до), см									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A <sub>0</sub>	0–3	Темно-бурая	Среднеразложившаяся, состоит из хвои, листьев, коры, веточек, остатков древесины							
	A <sub>1</sub>	3–12	Буровато-черная	Ясный	Легкий суглинок	Комковато-пылеватая	Рыхлое	-	Свежая	Равномерно-интенсивное	
	B	12–61	Бурая	Постепенный	Супесь	Комковато-бесструктурная	Рыхлое	Обломки горных пород	Свежая	Неравномерное	
	C	>61									

Наиболее распространенные почвы

Тип почвы	Подтип	Род	Вид	Основные особенности строения почвенного профиля подтипа
1	2	3	4	5
Лесная зона				
Подзоли- стые	1. Глеево- подзолистые	Обычные, остаточно- карбонатные,	Слабоподзолистые,* $A_2 < 5$ см	$A_0^T + A_{2g} + B_g + C$ Оторфованность лесной подстилки и глееватость минеральной части
	2. Типичные под- золистые	иллювиально- гумусовые,	Среднеподзолистые,* $A_2$ 5–15 см	$A_0 + A_0A_1 + (A_1A_2) + A_2 + B_1 + B_2 + B_3 + C$
	3. Дерново- подзолистые*	иллювиально- железистые, контактно-глеевые, слабодифференциро- ванные, со вторым гумусовым горизонтом*	Сильноподзолистые,* $A_2$ 15–25 см Подзолы * (глубокоподзолистые**), $A_2 > 25$ см Слабодерновые,** $A_1$ 5–15 см Среднедерновые,** $A_1$ 15–25 см Дерновые, ** $A_1$ 25–35 см Глубокодерновые,** $A_1 > 35$ см	$A_0 + A_1 > 5$ см + $A_2 + B_1 + B_2 + B_3 + C$ Наличие $A_1 > 5$ см  Во всех подтипах могут быть переходные горизонты

1	2	3	4	5
Дерновые	1. Типичные дерновые 2. Глеево-дерновые	Бескарбонатные Карбонатные  Карбонатно-выщелоченные	Маломощные, $A_1 < 15$ см Среднемощные, $A_1 15-25$ см Мощные, $A_1 25-35$ см Глубокодерновые, $A_1 > 35$ см	$A_0 + A_1 + B + C$  $A_0 + A_{1g} + B_g(G) + C$ Оторфованность лесной подстилки и глееватость минеральной части
Болотные	1. Торфянисто-глеевые, слой торфа до 20 см 2. Торфяно-глеевые, слой до 50 см 3. Торфяные, слой 50–100 см 4. Торфяники, слой более 100 см	Верховые Низинные Переходные	По мощности торфа: маломощные, слой торфа до 100 см; среднемощные, слой 100-200 см; мощные, слой более 200 см	$A_0^0 + A_0^T + A_0^{ПТ} + A_0^{П} + G + C$

1	2	3	4	5
Болотно-подзолистые	1. Поверхностно-глеевые 2. Грунтово-глеевые	Глееватые (оглеенные пятнами) Глеевые (сплошное оглеение)	По мощности торфа: торфянисто-болотно-подзолистые, слой менее 20 см; торфяно-болотно-подзолистые, слой более 20 см	$A_0+(A_0^0)+A_0^I++A_0^{III}+A_0^{II}+A_{1g}+A_{2g}+B_g+C$
Бурые лесные	1. Бурые лесные типичные	Остаточно-карбонатные Каменисто-галечниковые	По $A_1$ Мощные, > 30 см	$A_0+A_1+B+BC+C$
	2. Бурые лесные оподзоленные		Среднемощные, 20–30 см	$A_0+A_1+A_1A_2(A_2B)+B_1+B_2+C$
	3. Бурые лесные глеевые		Маломощные, <20 см	$A_0+A_1+B_g+C$
	4. Бурые лесные оподзоленно-глеевые			$A_0+A_1+A_1A_2(A_2B)+B_g+C$
	5. Бурые лесные неполноразвитые			$A_0+A_1+BC+C$
Лесостепная зона				
Серые лесные	1. Светло-серые 2. Серые 3. Темно-серые	Обычные Остаточно-карбонатные Со вторым гумусовым горизонтом	Маломощные, $A_1$ до 20 см	$A_0+A_1+A_1A_2(A_2B)+B_1+B_2+C$
			Среднемощные, $A_1$ 20–40 см	$A_0+A_1+A_1A_2(A_2B)+B_1+B_2+C$
			Мощные, $A_1$ более 40 см	$A_0+A_1+A_2B+B_1+B_2+C$

1	2	3	4	5
Черноземы	1. Оподзоленный 2. Выщелоченный 3. Типичный	Обычные Слитые	По мощности А+В <sub>1</sub> Маломощные, А+В <sub>1</sub> до 40 см Среднемощные, А+В <sub>1</sub> 40-80 см Мощные А+В <sub>1</sub> 80–120 см Сверхмощные, А+В <sub>1</sub> более 120 см	1. CaCO <sub>3</sub> 130–150 см кремнеземистая присыпка А <sub>0</sub> +А+ В <sub>1</sub> +В <sub>2</sub> +В <sub>к</sub> +С 2. CaCO <sub>3</sub> на глубине 100–130 см 3. Гумусовый слой >80 см, CaCO <sub>3</sub> в нижней части гумусового горизонта Для всех подтипов А+ В <sub>1</sub> +В <sub>2</sub> +В <sub>к</sub> +С
Степная зона				
Черноземы	1. Обыкновенный 2. Южный	Карбонатные Солонцеватые Солончаковые	Среднемощные, А+В <sub>1</sub> 40–80 см Мощные А+В <sub>1</sub> 80–120 см Сверхмощные, А+В <sub>1</sub> более 120 см	1. А – 30-40 см, А+В <sub>1</sub> – 60–70 см CaCO <sub>3</sub> в В <sub>1</sub> 2. А – 25-35 см, А+В <sub>1</sub> – 45–60 см CaCO <sub>3</sub> в В <sub>1</sub> Для всех подтипов А+ В <sub>1</sub> +В <sub>2</sub> +В <sub>к</sub> +С
Зона сухих степей				
Каштановые	1. Темно-каштановые 2. Каштановые 3. Светло-каштановые	Обычные Солонцеватые Солончаковатые Осолоделые Карбонатные Неполноразвитые	Мощные А+В <sub>1</sub> >50 см Среднемощные А+В <sub>1</sub> 30–50 см Маломощные 20–30 см Укороченные <20см	А+ В <sub>1</sub> +В <sub>2</sub> +В <sub>к</sub> +С

1	2	3	4	5
Засолённые интразональные почвы				
Солонцы	1. Черноземный 2. Каштановый 3. Бурый	По количественному составу солей	Корковые А < 5 см Средние А 10–18 см Глубокие А > 18 см	A + B <sub>1</sub> + B <sub>2</sub> + C
Солончаки	1. Автоморфный 2. Гидроморфный	Корковые Пухлые Мокрые Черные	Поверхностные соли на глубине 0–30 см Глубоко профильные – соли по всему профилю	A + B + C
Солоди	1. Лесные (типичные) 2. Луговые (дерновые) 3. Болотные (торфянистые)			A <sub>0</sub> + A <sub>1</sub> + A <sub>2</sub> + B + C
* Для глеево-подзолистых, типичных подзолистых и дерново-подзолистых.				
** Только для дерново-подзолистых.				



ФОРМА ЭТИКЕТКИ ПОЧВЕННОГО РАЗРЕЗА

Лесхоз \_\_\_\_\_ Лесничество \_\_\_\_\_  
Квартал № \_\_\_\_\_ Выдел № \_\_\_\_\_  
Разрез № \_\_\_\_\_ Горизонт \_\_\_\_\_  
Глубина, см \_\_\_\_\_ Дата « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Исполнитель: \_\_\_\_\_



## 9. ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ

(Основы знаний и методика выполнения некоторых практических занятий и исследовательских работ)

### Общие сведения о лесной таксации

**Тахасіо** (лат.) – оценка.

**Таксация леса** – технические действия, направленные на всесторонний учет леса, оценку процессов лесовыращивания, выявление лесосырьевых ресурсов и их географическое размещение, определение объемов дерева (запасов древостоев) и заготовленной лесной продукции.

**Лесная таксация** занимается количественной и качественной оценкой различных параметров отдельных деревьев и их частей, а также лесных насаждений и заготовленной лесной продукции.

В производственной практике возникает потребность в определении различных таксационных показателей. У растущих или срубленных отдельных деревьев определяют: возраст (число лет), высоту, диаметры на различной высоте от уровня земли, объем древесины как общий, так и отдельных его частей (сортиментов), объем коры, а также приросты по высоте, диаметру, объему. В насаждении, состоящем из множества деревьев, требуется знать состав, происхождение, средние высоты, диаметры и возрасты по составляющим породам, класс бонитета, тип леса, полноту, запас на 1 га. В приспевающих, спелых и перестойных насаждениях определяется также класс товарности.

Участки спелого леса, поступающие в рубку, должны быть отграничены в натуре, на них производится учет отпускаемого лесозаготовителю леса, определяется материальная (сколько и какой древесины будет получено) и денежная оценка на корню с применением таксационных методов.

Все изменения в лесу, вызванные естественным ростом насаждений, в результате хозяйственной деятельности или стихийного бедствия (например лесной пожар и т.п.) оцениваются таксационными методами. Помимо разовых работ, периодически (один раз в 10–15 лет) проводится учет лесов и земель лесного фонда по лесхозам – предприятиям, ведущим лесохозяй-

ственную деятельность на территориях, закрепляемых, как правило, в пределах административного района. Таксационная оценка лесов необходима для оптимальной организации эффективного ведения лесного хозяйства и его развития в настоящее время и в ближайшей перспективе. Таким образом, все лесохозяйственные и лесозаготовительные мероприятия в лесу основываются на данных лесной таксации.

#### ***Объекты лесной таксации***

- 1) отдельное дерево и его части;
- 2) совокупность отдельных деревьев;
- 3) совокупность частей отдельных деревьев в виде сортиментов;
- 4) элемент леса, ярус древостоя, насаждения. Ярус древостоя – сочетание элементов леса, совместно произрастающих на одной территории, а различие в высотах не превышает 20 %. Насаждение – участок леса, однородный по древесной, кустарниковой и травянистой растительности;
- 5) совокупность элементов леса – множество элементов леса, которые территориально разъединены, но включены в одну совокупность по каким-либо таксационным показателям;
- 6) лесной фонд – совокупность лесных и нелесных земель, на которых ведется лесное хозяйство;
- 7) лесосечный фонд – совокупность лесных участков, отведенных в рубку на определенный год.

#### ***Цели лесной таксации***

- 1) главная цель лесной таксации – приведение лесов в известность;
- 2) получение информации о состоянии лесных ресурсов и их динамике за определенное время;
- 3) получение необходимых данных для разработки лесохозяйственных регламентов;
- 4) разработка необходимых нормативов для лесоустроительных работ;
- 5) выявление и изучение закономерностей роста, строения, товарной структуры древостоя.

#### ***Задачи лесной таксации***

- 1) разработка методов измерения и учета отдельных деревьев и древостоев;
- 2) разработка методов определения объема отдельных деревьев, совокупности деревьев и древостоев;
- 3) разработка методов инвентаризации лесных насаждений и массивов;
- 4) разработка способов учета площадей и запасов леса с составлением плано-картографических материалов.

#### ***Методы лесной таксации***

Таксация руководствуется биогеоценотическим методом. Рассматривает лес как совокупность древесно-кустарниковой растительности, находящейся в определенном взаимодействии с почвой, атмосферой, травянистой растительностью и животным миром. Применяются методы

вариационной статистики, теория ошибок, вероятности и больших чисел. Теория вероятности и ошибок позволяет оценить применимость полученных данных формул и уравнений, закономерности распределения ошибок (по нормальному закону). При характеристике множества деревьев приходится оперировать средними значениями. Поэтому мы сталкиваемся с вопросами о размерах отклонения отдельных деревьев от средней величины, о закономерностях распределения этих отклонений, какие ошибки маловероятны, а какие весьма вероятны.

*Закон больших чисел* – чем больше наблюдений, тем больше вероятность того, что полученные результаты приближаются к истинному значению искомой величины. Этот закон лежит в основе выборочного метода (в основе его лежит закладка пробной площади).

*Пробная площадь* – участок леса, выбранный определённым образом в зависимости от поставленных целей, отграниченный и закрепленный в лесу, являющийся образцом для данного участка, на котором проводятся необходимые измерения и наблюдения.

*Метод массовых наблюдений* – производят большое количество измерений и наблюдений, полученные данные систематизируют, классифицируют и на этой основе получают нормативные материалы для конкретных лесорастительных условий. При определении сопряженности таксационных показателей между собой используется корреляционный (позволяет оценить форму и тесноту связи между показателями) или регрессионный метод (дает возможность дополнительно оценить величину изменения одного показателя по мере изменения другого). В последнее время таксационные работы базируются на системном подходе, обеспечивающем учет возможно большего числа определяющих факторов, влияющих на рост растений. Простейшая реализация этого подхода – множественный регрессионный анализ.  $y = f(x_1; x_2; x_3 \dots x_n)$ .

#### ***Виды ошибок измерений***

*Ошибки грубые* – ошибки, существенно превышающие ошибки, оправданные условием измерения. Эти ошибки быстро обнаруживаются.

*Систематические ошибки* – ошибки, которые остаются постоянными или закономерно изменяются при повторном измерении, всегда имеют 1 знак; (причины: неисправность приборов и инструментов, неточность таблиц или пособий). Абсолютная величина систематической ошибки увеличивается с ростом числа наблюдений. Устраняется путем прибавления ее с обратным знаком к каждому измерению.

*Случайные ошибки* – ошибки обусловлены таким рассеиванием результатов, когда различия между отдельными измерениями индивидуально непредсказуемы, а какие-либо закономерности, присущие им, проявляются лишь на значительном числе наблюдений. Эти ошибки неизбежны и неустранимы. Они имеют различные знаки.

## Таксация растущего дерева

У растущего дерева чаще всего определяют диаметр ствола на высоте 1,3 м, высоту, объем ствола и возраст. Иногда определяют диаметр и длину кроны, прирост.

**Диаметр ( $D$ )** у дерева измеряется обычно на высоте 1,3 м от шейки корня, т.е. на высоте груди человека среднего роста. Поэтому в лесной таксации такой диаметр называют *диаметром на высоте груди*. С использованием этого диаметра составлено множество таксационных таблиц – видовых чисел, объемов стволов, хода роста, сортиментных, товарных.

Для измерения диаметра ствола на высоте груди применяют разные инструменты и методы. Одним из простых инструментов, находящих самое широкое применение в практике лесного хозяйства, является мерная вилка.

**Мерная вилка** служит для измерения диаметров стволов у деревьев. С ее помощью также можно измерить высоту деревьев. Мерная вилка (рис. 9.1) представляет собой большой (длиной от 0,7 до 1,2 м) штангенциркуль, изготовленный из дерева, текстолита или дюралюминия. Она состоит из линейки-штанги *1* с делениями в сантиметрах (с одной стороны разбитых до 0,5 см), пронумерованных через 2 или 4 см, на одном конце которой закреплена неподвижная ножка *2*. Подвижная ножка *3* надета на линейке-штанге и перемещается по ней при измерении диаметров стволов. При измерениях вилка прикладывается к стволу так, чтобы спереди прикасалась линейкой-штангой, а с боков – неподвижной и подвижной ножками, т.е. с трех сторон.

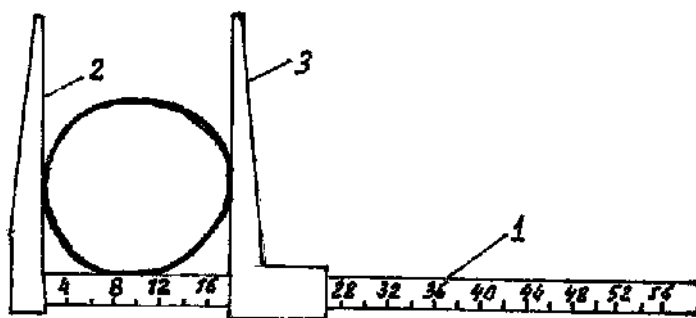


Рис. 9.1. Общий вид мерной вилки:

*1* – измерительная линейка-штанга, *2* – неподвижная ножка, *3* – подвижная ножка

**Рулетка или тесемочный метр.** С их помощью также можно измерять диаметр ствола, производя замеры его окружности  $L$ . Для получения диаметра ( $D$ ) необходимо применить формулу

$$D = L : 3,14.$$

**Высоту** ствола измеряют с точностью 1 м или 0,5 м. Низкие деревья можно измерять с более высокой точностью. Для этого используются специальные высотомеры, а также другие инструменты и способы.

**Высотомер** представляет собой небольшой (массой до 100–150 г) прибор, предназначенный для измерения высот растущих или сухостойных деревьев. Высотомеры выпускаются различных марок: ВУЛ-1, ВН, ВКН, ВА. Довольно широко используются зарубежные высотомеры: СУУНТО (Финляндия), Блюме-Лейсс (ФРГ), оптический цифровой (Швеция) и др.

Большинство высотомеров механического действия имеют барабан, снабженный балансиром, со шкалами высот при базисах 15 или 20 м. Балансир обеспечивает постоянное положение шкал к линии горизонта. Тормозное устройство барабана выполнено в виде кнопки, с помощью которой барабан удерживается при визировании высотомера на вершинку (верхнюю точку) дерева.

Высотомер для измерения высот деревьев можно на время взять в лесничестве.

Чтобы измерить высоту дерева, необходимо отмерить базис (расстояние от дерева) 15 или 20 м. Базис должен быть равен примерно высоте дерева. С этой точки и производится измерение высоты. Нажав на кнопку прибора, сначала нужно произвести визирование через окуляр на верхнюю точку дерева. Кнопку отпустить и по шкале снять отсчет. К полученному значению необходимо в равнинных условиях добавить высоту мерщика от земли до уровня глаз. При измерении высоты дерева в горной местности лучше произвести визирование дважды – на его вершину и основание (шейку корня). Если отсчеты на шкале окажутся по разные стороны от «0», то результаты суммируются, а если по одну сторону от «0» – вычитаются.

Высоту дерева можно также измерить с помощью **мерной вилки** (ее также можно взять в лесничестве), если у нее на конце неподвижной ножки прикреплен нить длиной около 40 см с отвесом, а на подвижной ножке имеется шкала с делениями, обозначающими высоту.

При измерении также необходимо отмерить базис, равный примерно высоте данного дерева. Став с мерной вилкой на полученную точку, подвижную ножку установить на линейке-штанге на деление, численно равное базису, и по внутренней грани неподвижной ножки произвести визирование на верхнюю точку измеряемого дерева. Нить с отвесом на шкале боковой части подвижной ножки покажет значение высоты дерева от уровня глаз мерщика (рис. 9.2). Для получения высоты дерева от шейки корня необходимо добавить к полученному результату высоту до уровня глаз человека.

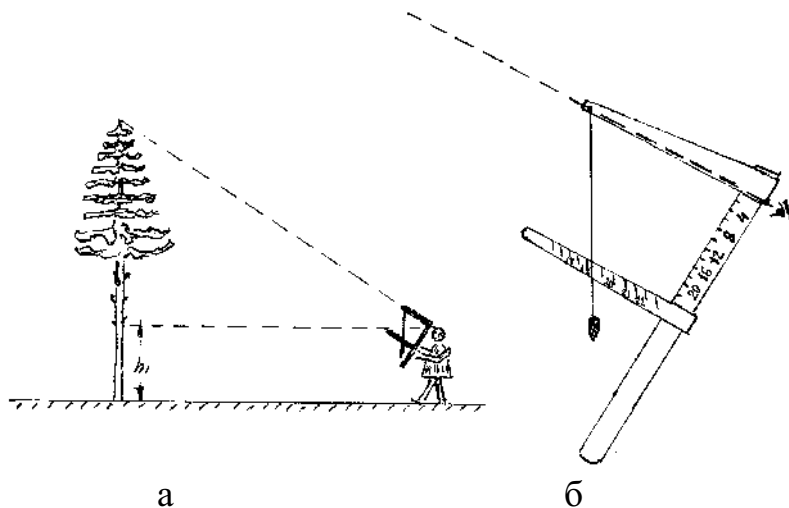


Рис. 9.2. Измерение высоты дерева с помощью мерной вилки:  
 а – общий вид; б – положение мерной вилки при визировании на вершину дерева

**Измерение высоты дерева по падающей тени.** Измерение высоты по тени следует проводить в солнечную погоду у стоящих одиночно деревьев. Сначала следует измерить длину падающей тени от дерева. Затем взять палочку длиной 1–2 м, воткнуть ее в землю вертикально и замерить тень, которую она отбросит (рис. 9.3). Высота дерева будет равна:

$$H = \frac{L h}{l},$$

где  $H$  – высота дерева, м,  
 $h$  – высота вешки (палочки), м,  
 $L$  – длина падающей тени от дерева, м,  
 $l$  – длина падающей тени от вешки, м.

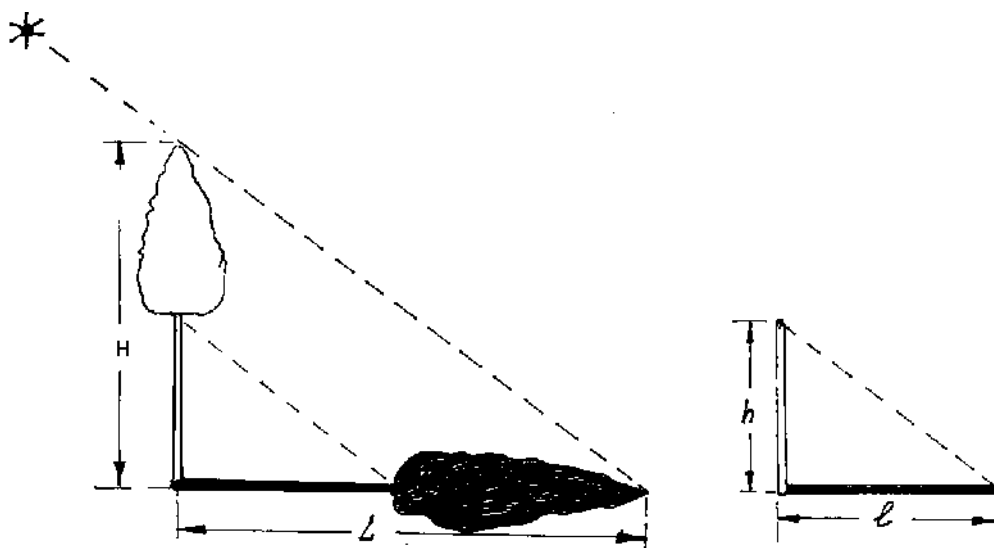


Рис. 9.3. Измерение высоты дерева по падающей от него тени



**Измерение высоты дерева с использованием равнобедренного треугольника.** Для этого необходимо вооружиться указанным треугольником (с наличием прямого угла), а также рулеткой.

Вначале на дереве следует отметить высоту на уровне глаз мерщика. Затем отойти от дерева на расстояние, равное примерно его высоте. Приставив угольник одним из острых углов ( $45^\circ$ ) к глазу, прилежающим катетом произвести визирование на отметку уровня глаз исполнителя на дереве. Далее необходимо визировать по длинной стороне треугольника, отходя от дерева или приближаясь к нему, чтобы линия визирования точно указала на верхнюю точку дерева (рис. 9.4, а). От места стояния (точки) измерить расстояние до дерева. Прибавить к полученному значению отрезок, равный высоте исполнителя до уровня глаз. Это и будет высота дерева.

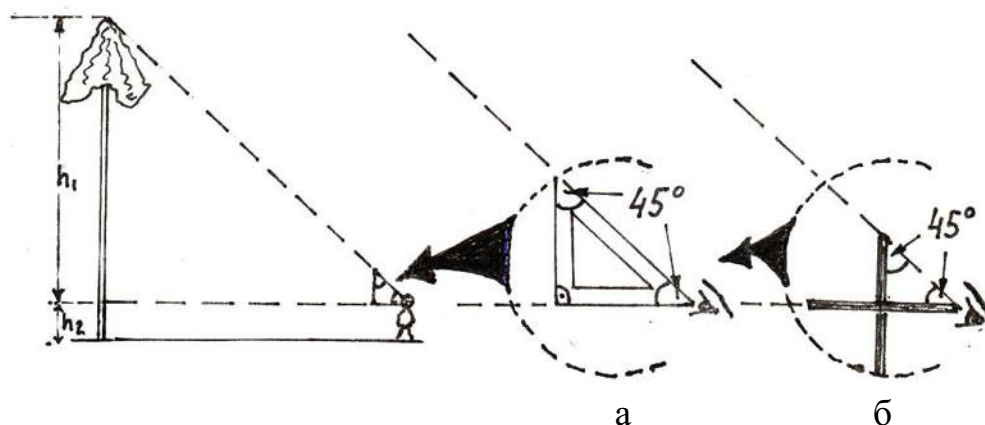


Рис. 9.4. Определение высоты дерева с использованием равнобедренного треугольника с углами  $45^\circ$  (а) и крестообразно соединенных палочек (б)

В лесных условиях равнобедренный треугольник можно получить, взяв две одинаковые палочки длиной 25–30 см. В одной из палочек посередине сделать отверстие, чтобы просунуть в него вторую палочку. Палочки выровнять по длине и прямым углам. Мысленная прямая, соединяющая два конца от горизонтальной к вертикальной палочке, будет гипотенузой, которую следует визировать на вершину дерева (рис. 9.4, б).

**Определение высоты дерева по отметке его относительной высоты.** На плоской палочке длиной до 30 см (можно использовать для этого обычную ученическую линейку) можно отграничить двумя линиями отрезок 20–25 см. Кроме того, нанести границу 0,1 длины отрезка. Отойти от дерева на расстояние, примерно равное его высоте, держа палочку (линейку) вертикально, отставить ее от глаза наблюдателя так, чтобы дерево по высоте точно вписалось в границы, отмеченные на палочке (рис. 9.5). При этом риска 0,1 должна быть в нижней части вертикально расположенной своеобразной шкалы. Далее замечается на дереве точка, которая получается визированием через риску 0,1. Задача отметки этой точки облегчится,

если у мерщика будет помощник. Остается измерить высоту дерева от шейки корня до данной точки и полученную величину увеличить в 10 раз.

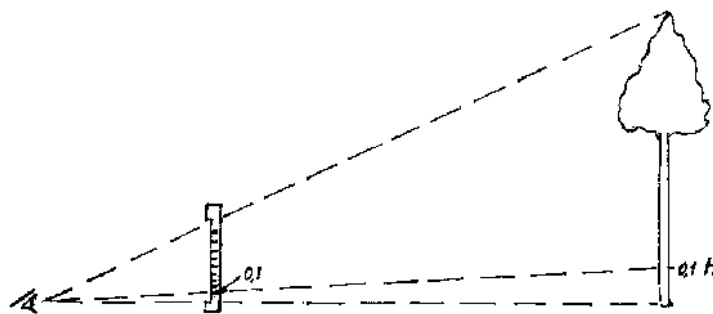


Рис. 9.5. Определение высоты дерева по отметке 0,1 его относительной высоты

**Объем ствола ( $V$ )** растущего дерева можно вычислить по достаточно простым формулам:

$$V = 0,001 D^2, \quad (1)$$

где  $D$  – диаметр на высоте 1,3 м, см;

$$V = D^2 H / 3, \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр на высоте 1,3 м, м,

$H$  – высота ствола, м.

Например, диаметр  $D$  у дерева равен 28 см, высота  $H$  – 25,9 м. Объем ствола по первой формуле будет равен:  $V = 0,001 D^2 = 0,001 \cdot 28^2 = 0,784 \text{ м}^3$ , по второй –  $V = D^2 H / 3 = 28^2 \cdot 25,9 / 3 = 0,677 \text{ м}^3$ .

**Возраст** растущего дерева определяют по годичным кольцам на кер-нах, полученных возрастным буровом. Сверление производят примерно на уровне пня. У молодых сосен возраст можно определить по «мутовкам» – местам прикрепления боковых веток к центральному побегу (в последующем стволу).

На поперечных и продольных разрезах ствола можно увидеть ряд наслоений древесины, плотно прилегающих друг к другу. Каждое такое наслоение – это результат деятельности камбиального слоя древесины за один вегетационный период, поэтому возраст дерева можно определить по спилу у шейки корня. На практике определяют число слоёв на пне с прибавкой 2–5 лет на высоту пня.

**Возрастной буров** (рис. 9.6) позволяет взять керн у растущего дерева. Керн представляет образец древесины диаметром от 4,3 до 5,15 (иногда до 10) мм, по форме напоминающий круглый (без граней) карандаш. Буравы выпускаются длиной 10–50 см (с градацией 5 см) и 60–80 см (с градацией 10 см). Состоит буров из собственно бурава – трубки, на конце которой находится режущая головка, которая позволяет ввинчивать трубку в

древесину; футляра – воротка, представляющего собой также пустотелую цилиндрическую трубку, но большего диаметра. В собранном виде он выполняет роль футляра, а при бурении – рукоятки. В средней части футляра сбоку находится четырехгранное окно, в которое при бурении вставляется второй конец бурава. В комплект также входит желобковая лопаточка (экстрактор) для извлечения керна из полости бурава (см. рис. 9.6).

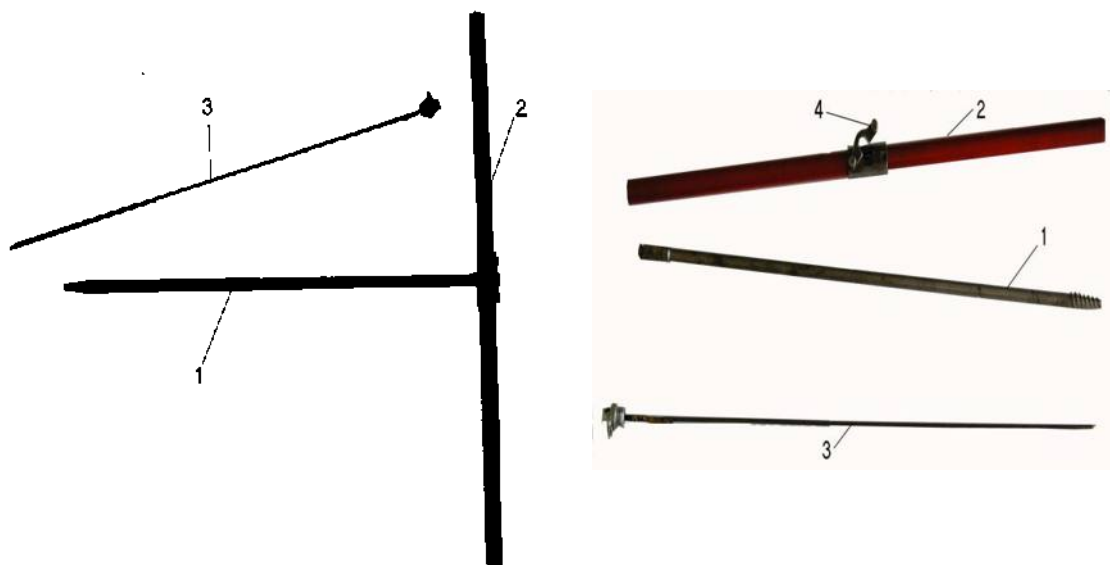


Рис. 9.6. Возрастной бурав:

1 – бурав, 2 – футляр-вороток, 3 – экстрактор, 4 – зашелка

Для приближенной глазомерной оценки возраста дерева используются следующие морфологические признаки:

- формы кроны: у молодых – конусообразная, с возрастом – шарообразная, у старых – зонтикообразная;
- угол прикреплении сучьев к стволу; чем моложе дерево, тем острее угол прикреплении;
- высота первого мёртвого или живого сучка;
- форма коры: у хвойных пород до 60 лет – гладкая, к 100 годам до высоты 3–4 м – чешуйчатая, к 120 годам чешуйки до высоты 8 м, в нижней части – бороздчатая, к 160 годам чешуйки почти до верхушки, бороздчатая до половины высоты;
- цвет хвои и листвы: чем моложе дерево, тем более яркую окраску имеет хвоя или листва.

По внешним морфологическим признакам возраст дерева до 100 лет определяется с градацией 10 лет, а после 100 – 20 лет. У хвойных пород – до 40–50 лет возраст можно определить по мутовкам.

## Таксация срубленного дерева

**У срубленного дерева** число измеряемых таксационных показателей больше и сами измерения выполняются точнее. В частности, определяют длину ствола с точностью 0,1 м и диаметры в разных частях его длины с точностью не ниже 0,5 см, возраст (на пне) – с точностью до одного года, длину кроны – с ошибкой 0,1 м. Для определения объема ствола измеряют диаметры по всей его длине через 1 или 2 м, а кроме того, на высоте 1,3 м, на 1/2 высоты ствола. У ствола срубленного дерева определяют также коэффициент формы  $q_2$ , видовое число  $F$  и сбег.

**Определение объема ствола по секциям.** Ствол разделяют на части – секции – чаще всего одинаковой длины. При высоте дерева до 15 м длина секций берется 1 м, а при высоте более 15 м – 2 м (рис. 9.7). При этом сам распил ствола на чураки длиной 1 или 2 м не производится.

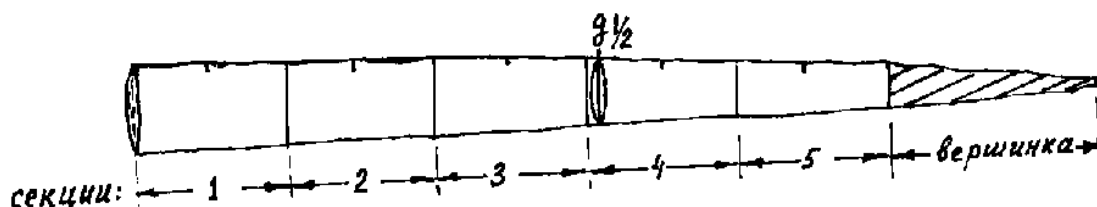


Рис. 9.7. Деление ствола на секции при определении его объема

При 1-метровых секциях объем каждой из них находят как площадь сечения среднего диаметра (диаметр выводят как среднее из двух значений – наибольшего и наименьшего), умноженную на длину. К сумме объемов по секциям добавляют объем вершинки  $V$ , определяемый по формуле конуса:

$$V = 1/3 g L$$

или

$$V = 0,26 D^2 L,$$

где  $g$  – площадь сечения основания конуса, м<sup>2</sup>;

$L$  – длина вершинки, м;

$D$  – диаметр основания вершинки (конуса), см.

При двухметровых секциях диаметр измеряется на середине каждой из них (т. е. на 1, 3, 5, 7 и т. д. нечетных метрах). Последнее измерение диаметра по стволу должно быть на четном метре, т. е. через метр от нечетного. Например, измерения диаметров ствола будут на 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, и 18 м от пня (табл. 9.1).

Таблица 9.1

Пример записи и определения объема ствола срубленного дерева  
(длиной 20,3 м, диаметром на высоте 1,3 м, равным 29,9 см)

№ секции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Вершинка	Итого
Метры от пня	0	1	3	5	7	9	11	13	15	16	
Диаметр в коре, см	21,0	17,9	15,5	14,1	11,6	10,0	6,7	3,1	3,0	2,1	
Объем, м <sup>3</sup>	0,1287	0,1223	0,1021	0,0912	0,0733	0,0628	0,0438	0,0270	0,0157	0,0023	0,6690

**Определение объема ствола, представленного в виде одной секции.**

Если представить ствол в виде одной большой секции (см. рис. 9.7), то для определения его объема необходимо измерить диаметр на половине длины. Далее перевести его в площадь круга, которую умножить на длину ствола. У ствола, результаты измерения которого приведены в табл. 9.1, диаметр на 1/2 (на 10,15 м) равен 20,7 см,  $g = 336 \text{ см}^2$ . Объем ствола будет равен  $20,3 \text{ м} \times 0,0336 \text{ м}^2 = 0,6821 \text{ м}^3$ . Расхождение объема ствола с первым, наиболее точным способом составило  $0,0131 \text{ м}^3$ , или 2 %.

**Коэффициент формы  $q_2$**  – это отношение диаметра ствола на середине его длины к диаметру на высоте 1,3 м

$$q_2 = \frac{D_{1/2}}{D_{1,3}} .$$

Показатель  $q_2$  характеризует **сбежистость**.

Различают (рис. 9.8):

малосбежистые (деревья растут в густых насаждениях,  $q_2 = 0,75...0,80$ );

среднесбежистые ( $q_2 = 0,60...0,70$ );

сильносбежистые ( $q_2 = 0,55...0,60$ ) стволы.

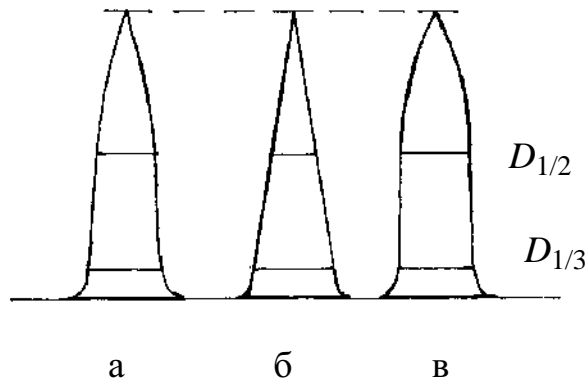


Рис. 9.8. Стволы средне- (а), сильно- (б) и слабосбежистые (в)

**Видовое число  $F$**  – показатель, характеризующий *полнодревесность* ствола. Вычисляется он как отношение объема ствола к объему цилиндра, имеющего с ним одинаковую высоту и площадь основания, равную площади поперечного сечения на высоте 1,3 м (рис. 9.9):

$$F = \frac{V_{ств}}{g_{1,3}H},$$

где  $V_{ств}$  – объем ствола, м<sup>3</sup>,

$g_{1,3}$  – площадь сечения ствола на высоте 1,3 м, м<sup>2</sup>,

$H$  – высота ствола, м.

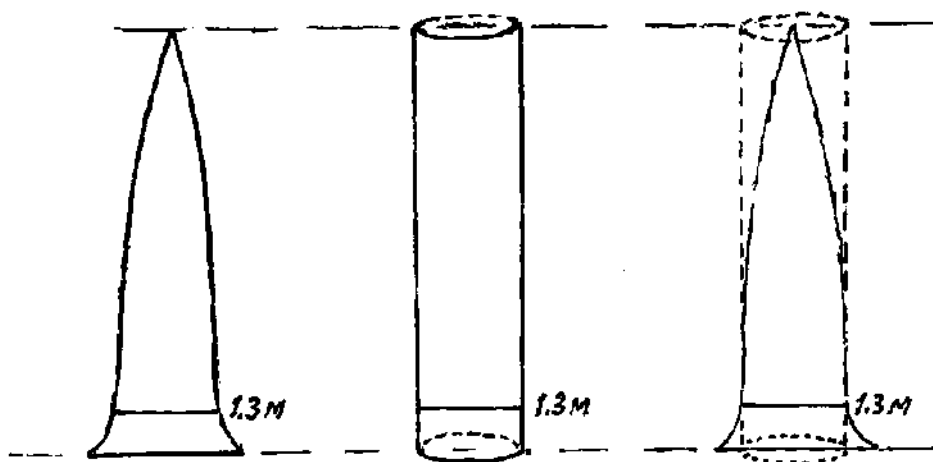


Рис. 9.9. К определению видового числа ствола

Данное видовое число называют старым (есть еще  $F$  истинное и абсолютное). Оно составляет у деревьев с высотой более 10 м грубо 0,5 (объем ствола занимает половину объема равновеликого цилиндра), более точно – около 0,45, а вообще вычисляется с точностью 0,001.

Видовое число  $F$  зависит от древесной породы (у сосны оно больше, чем у березы), от высоты деревьев (с ее увеличением оно уменьшается) и от густоты (чем гуще древостой, тем оно выше).

Видовое число используется для определения объема стволов с высокой точностью.

При этом можно ограничиться минимальным числом замеров ствола – высоты, диаметров на половине высоты и на 1,3 м.

$$V_{ств} = g_{1,3} H F.$$

где  $F$  можно определить через  $q_2$  ( $F = q_2^2$ ) или по специальной таблице (табл. 9.2).

## Всеобщие видовые числа стволов

Высота ствола, м	Видовое число при коэффициенте формы $q_2$ , равном					
	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
12	0,405	0,438	0,471	0,509	0,550	0,592
14	0,396	0,429	0,463	0,503	0,544	0,587
16	0,389	0,422	0,457	0,498	0,540	0,584
18	0,383	0,417	0,454	0,494	0,537	0,581
20	0,379	0,413	0,450	0,491	0,534	0,579
22	0,374	0,409	0,447	0,488	0,531	0,576
24	0,371	0,406	0,444	0,485	0,529	0,575
26	0,367	0,403	0,441	0,483	0,527	0,575
28	0,364	0,401	0,439	0,481	0,527	0,575
30	0,361	0,399	0,437	0,480	0,525	0,574
32	0,359	0,396	0,436	0,479	0,524	0,573
34	0,357	0,394	0,434	0,477	0,523	0,562
36	0,356	0,393	0,433	0,476	0,522	0,561

Теперь, когда познакомились с видовыми числами, полезно привести еще одну формулу для определения объема ствола растущего или сухостоящего дерева:

$$V = \frac{nD^2}{4} HF,$$

где  $n$  – 3,14,

$D$  – диаметр на 1,3 м, м,

$H$  – высота, м,

$F$  – видовое число.

При отсутствии таблицы его можно взять следующим в зависимости от высоты:  $H$  – 12 м – 0,47, 15 м – 0,46, 20 м – 0,45, 25–30 м – 0,44 и 35 м и более – 0,43.

**Сбег ствола** – это уменьшение диаметра ствола от основания к вершине, приходящееся на единицу длины (чаще 1 м). Различают сбег абсолютный, относительный и средний.

*Абсолютный сбег* равен разности между двумя диаметрами. Например, на 1 м диаметр 31,8 см, а на 3 м – 27,4 см. Следовательно, абсолютный сбег на данном отрезке ствола составил: 31,8 см – 27,4 см = 4,4 см.

*Относительный сбег* определяется через относительные диаметры (по отношению к диаметру на высоте 1,3 м, который принимается за 100 %).

Например, диаметр ствола на высоте 2 м составил от диаметра на высоте 1,3 м 97 %. Следовательно, относительный сбег составил:  $100 - 97 = 3$  (%).

*Средний сбег* – это сбег, приходящийся в среднем на 1 м длины ствола. Его обычно измеряют без учета вершинки (тонкой верхней части длиной 2–3 м). Для этого измеряют длину хлыста (хлыст – очищенный от сучьев ствол без вершинки) и диаметры в нижней (комлевой) и в верхней (самой тонкой) частях. Например, длина хлыста 18,5 м, диаметры в комлевой и верхней частях соответственно 32,5 см и 8,3 см. Средний сбег будет равен:  $(32,5 - 8,3) : 18,5 = 1,3$  (см/м).

Сбег чаще всего определяется у бревен, для чего измеряют их длину и диаметры в нижнем и верхнем отрубках.

Различают:

малосбежистые бревна (сбег менее 1 см/м)

среднесбежистые (1–2 см/м);

сбежистые (2–3 см/м);

сильносбежистые (более 3 см/м).

Бревна, выпиленные из нижней части ствола, имеют средний сбег меньше, чем из верхней части. Поэтому на производстве при таксации бревен используют две таблицы для определения их объемов – из вершинной части ствола и остальной.

### Таксация лесонасаждений

При таксации множества деревьев необходимо площадь квартала (лес разделен просеками на кварталы размерами 1×0,5 км, 1×1 км, 1×2 км, 2×2 км или 2×4 км) разделить на *выделы* – однородные участки (рис. 9.10).

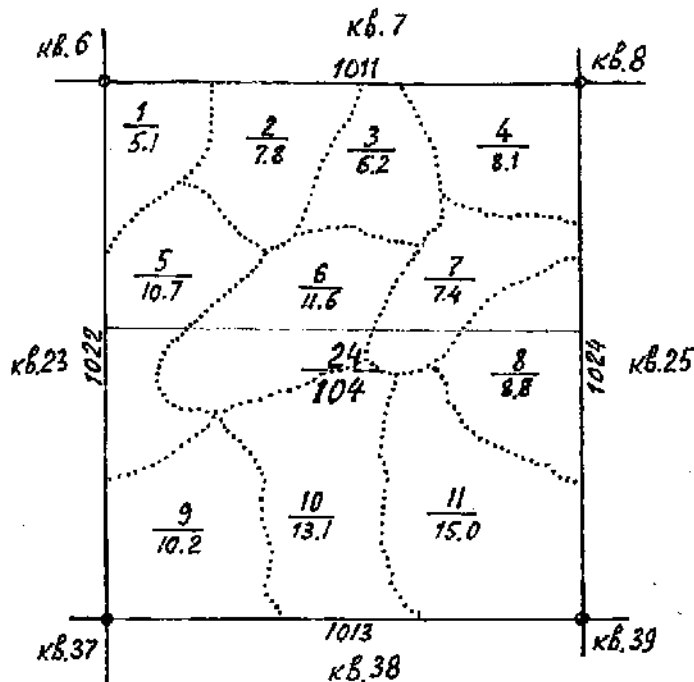


Рис. 9.10. Схема квартала с выделами (в числителе – номер выдела, в знаменателе – площадь)



Эта работа, как правило, выполняется с использованием аэрофото-снимков. Описание производится по этим участкам, в частности лесонасаждений на них. В лесонасаждении различают: древостой, подрост, подлесок, живой напочвенный покров, а также тип леса и тип лесорастительных условий. Самым важным и сложным в таксационном отношении является подрост.

**Древостои** бывают естественного происхождения и искусственного (лесные культуры), семенные и порослевые. Поросль может быть от пня, как часто бывает у березы, или от корней – у осины. Хвойные насаждения встречаются чаще всего семенного происхождения, а лиственные – семенного, порослевого (вегетативного) или смешанного, т.е. семенного и порослевого вместе.

В каждом выделе у древостоя определяют состав, возраст, средние высоты и диаметры, полноту, запас на 1 га, класс бонитета, тип леса, а также у приспевающих, спелых и перестойных насаждений класс товарности.

**Состав** определяется по элементам леса. **Элементом леса** называют древесную породу одного возраста и происхождения. Элемент леса записывается в составе сокращенными обозначениями: сосна – С, ель – Е, пихта – П, лиственница – Л, кедр – К, дуб – Д, береза – Б, осина – Ос, липа – Лп, тополь – Т и др. Записывается состав формулой из 10 единиц. Например, 10С или 10Б обозначает в первом случае чистое сосновое насаждение, во втором – чистое березовое. А если, например, формула состава 8С2Б, это означает, что данное насаждение состоит из двух элементов леса – сосны и березы, причем сосны по запасу 80 %, а березы – 20 % (в молодых насаждениях при определении состава учитывают не запас, а число деревьев по породам). Второй пример: состав на выделе 5С3Б2Ос. Это означает, что 50 % по запасу в нем присутствует сосна, 30 % – береза и 20 % – осина. Древесная порода, представленная наибольшим коэффициентом в составе, считается преобладающей, а остальные породы – сопутствующими, т. е. примесью.

**Средняя высота и средний диаметр** определяются у каждого элемента леса с градацией (округлением) по высоте 1 м, по диаметру – 2 см (при среднем диаметре более 32 см – 4 см).

Средняя высота может быть определена следующими способами:

- по кривой высот;
- по уравнению регрессии высоты от диаметра;
- по формуле Лороя.

Изменчивость высот значительно ниже, чем диаметров. Коэффициент вариации в среднем составляет в молодняках 30 %, в спелых – 8–10 %. Наблюдается изменчивость высот в пределах ступеней толщины: в спелых деревьях одного и того же диаметра могут различаться по высоте до 6 см.

Для построения кривой высот (рис. 9.11) в древостое подбираются модельные деревья, у которых замеряются диаметр с точностью до 0,5 см и высота с точностью до 0,1 м. Для основного элемента леса из каждой ступени толщины отбираются по 3 дерева, для второстепенной – по 1. По данным модельных деревьев строится график кривых высот. Точки соединяются последовательно. Ломаная линия выравнивается по выпуклой кривой. Выравнивающая линия проводится как можно ближе к точкам и должна отсекать вверх и вниз равные площади образующихся многоугольников. Средняя высота древостоя должна соответствовать среднему диаметру. Поэтому на оси абсцисс находится значение среднего диаметра, от этой точки восстанавливается перпендикуляр к выравненной кривой, длина этого перпендикуляра в масштабе на оси ординат покажет среднюю высоту древостоя. Между средней высотой и высотой самых толстых деревьев имеется следующее соотношение. Если среднюю высоту принять за 1, то в спелых древостоях высота самых тонких деревьев – 0,6–0,65, самых толстых – 1,1–1,25, в молодняках – 0,4–0,45.

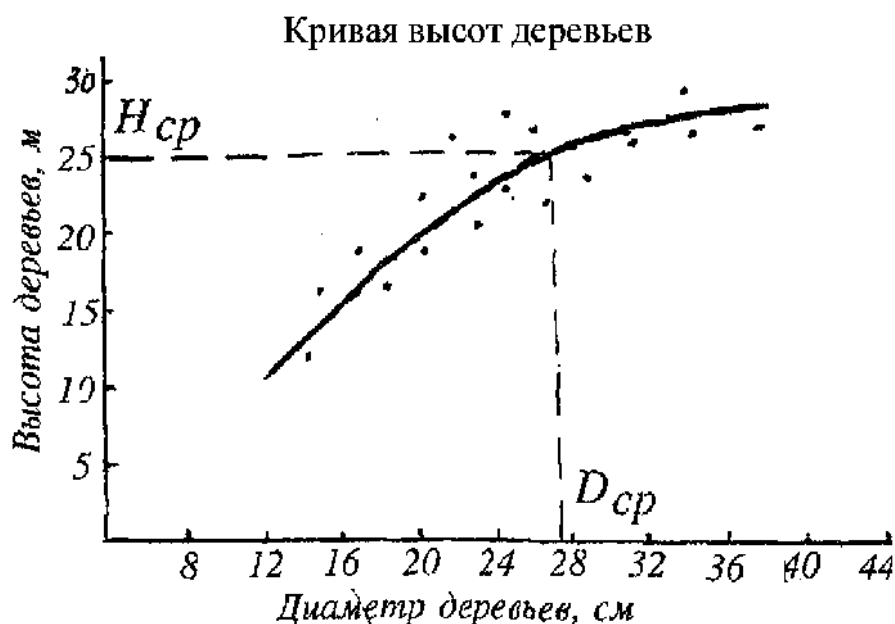


Рис. 9.11. Построение кривой высот

По средним высотам элементов леса вычисляется также **средняя высота яруса** с учетом коэффициента состава. Например, состав бС4Б, средняя высота сосны 21 м, березы – 18 м. Средняя высота яруса будет равна:  $(21 \cdot 6 + 18 \cdot 4) : 10 = 19,8 \approx 20$  м.

Средний диаметр древостоя определяется как среднеквадратический диаметр через среднюю площадь сечения:

$$g_m = \sum G/N; \quad g = \pi d^2/4 \rightarrow g_m = \pi d_m^2/4,$$

$$d_m^2 = 4g_m \pi; \quad d = \sqrt{\frac{4g_m}{\pi}},$$

где  $G$  – сумма площадей сечений всех деревьев на 1 га, м<sup>2</sup>;

$N$  – количество деревьев, шт;

$g_m$  – площадь сечения средняя, м<sup>2</sup>;

$d_m$  – диаметр средний, см;

$\pi$  – постоянная величина (3,14).

Если общее количество деревьев в древостое принять за 100 %, то дерево со средним диаметром будет составлять в среднем 57,5 %, это означает, что количество деревьев от самого тонкого до дерева со средним диаметром будет составлять 57,5 % (правило Вейзе). Если средний диаметр древостоя принять за единицу, то в спелых древостоях диаметр самого тонкого дерева будет составлять 0,40–0,45, а самого толстого 1,7–1,8. В молодняках эти цифры равны 0,20–0,25 и 2,5–2,7 соответственно.

Эти соотношения используются:

- для определения границ начальных и конечных ступеней толщины,
- для глазомерного определения среднего диаметра,
- для правильного выделения элементов леса.

**Средний возраст** определяется для каждого элемента леса и указывается в формуле состава в скобках. Градация (точность) принята следующая: до 100 лет – 5, свыше 100 – 10 лет. Например, 7С(120)ЗБ(75).

Кроме возраста, также указывается **класс возраста**. Для хвойных пород приняты 20-летние классы возраста, лиственных – 10-летние. Например, 50-летний древостой ели будет 3 класса возраста, а березы – 5. Первый и второй классы возраста относят к *молоднякам*, последующие 3, 4 или 5 (зависит от возраста рубки древостоя) – к *средневозрастным*, следующий по возрастающей – *приспевающие*, за которым далее идут *спелые и перестойные*.

**Полнота** – один из важных таксационных показателей. Деревья в лесу имеют разную густоту стояния. Иногда они расположены так плотно, что их кроны соприкасаются, в других случаях образуются прогалины. Степень плотности стояния деревьев, т. е. в какой мере использовано занятые деревьями пространство, принято называть полнотой. Если плотность стояния деревьев настолько велика, что в просветы между ними больше нельзя поместить деревья таких же размеров, полнота считается наивысшей и обозначается 1,0. Если к имеющимся деревьям можно добавить такое же число деревьев тех же размеров, полноту принимают равной 0,5. Численные показатели полноты – от 0,1 до 1,0 с градацией 0,1. При этом древостой с полнотой 0,1–0,2 называют *рединами*, 0,3–0,5 – *низкополнотными*, 0,6–0,7 – *среднеполнотными*, 0,8–1,0 – *высокополнотными*.

Указанная полнота называется *относительной*.

Ее определяют чаще всего «на глаз», а более точно – через *абсолютную*.

Абсолютной полнотой называется сумма площадей сечений деревьев на высоте 1,3 м. Выражается она в м<sup>2</sup> на 1 га (1 га равен 10 000 м<sup>2</sup>, т. е. площадь 100 м×100 м, 50 м×200 м и др.).

Для ее определения необходимо заложить пробную площадь, например 0,25 га, и измерить диаметры всех деревьев (сделать сплошной пере-чет). По ним определить сумму площадей сечения всех деревьев, которую затем перевести на 1 га.

Более простой способ определения абсолютной полноты – использо-вание **полнотомера Биттерлиха**. Он представляет собой простейший прибор, который легко изготовить самостоятельно, привязав к палочке длиной 2–5 см и шириной на одном конце ровно 10 мм нитку длиной 50 см. Вместо нитки можно использовать отрезок шнура, лески и др.

Вместо палочки шириной 10 мм можно сделать паз глубиной пример-но 0,5–1 см в оргстекле, пластмассе или металле и соединить две детали (рис. 9.12).

В лесу можно просто взять две палочки: одну длиной 50 см, вторую (маленькую) сделать шириной ровно 1 см и приставить к первой.



Рис. 9.12. Угловые шаблоны Биттерлиха:

а – деревянные или дюралюминиевые рейки,

б – из цветного оргстекла или пластмассы, соединенные леской или шнуром

Измерение суммы площадей сечений производится следующим обра-зом. В насаждении, приставив свободным концом нити или палочки к гла-зу, вторым концом с диоптром или вертикально расположенной малой па-лочкой нацеливают на деревья на высоте около 1,3 м.

Поворачиваясь на 360°, подсчитывают только те деревья, которые оказались толще односантиметрового конца палочки или выпиленного па-за, т. е. выходят за ширину 1 см, не вписываются в прорезь (рис. 9.13).

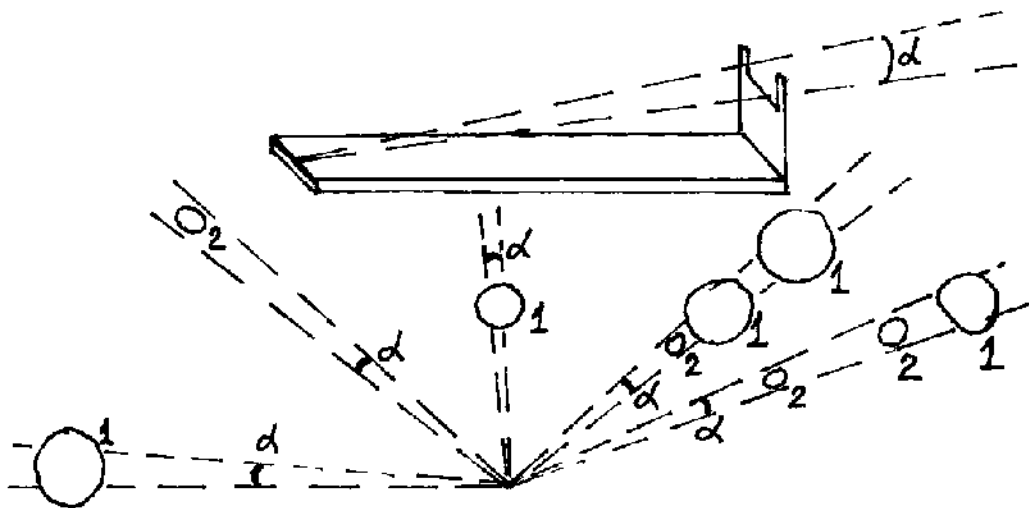


Рис. 9.13. Принцип подсчета числа деревьев:  
1 – входят в подсчет, 2 – не учитываются

Подсчет начинать лучше с какого-либо заметного или ближайшего дерева. Так как подсчет деревьев ведется по породам, за один поворот лучше подсчитывать только одну из них.

Количество деревьев, попавших в учет, и будет как раз арифметически равно, т. е. соответствует сумме площадей сечений всех деревьев в переводе на 1 га, или абсолютной полноте.

Таким образом, каждое учтенное дерево соответствует  $1 \text{ м}^2$ .

Относительную полноту вычисляют путем деления полученного значения на максимальное для данной породы и высоты, которое принято за стандарт, т.е. при полноте 1,0, и берется из таблицы (табл. 9.3).

Например, с помощью полнотомера Биттерлиха число деревьев в сосновом древостое со средней высотой 21 м, попавших в учет, оказалось 24. По стандартной таблице абсолютная полнота равна  $39,7 \text{ м}^2$ .

Относительная полнота будет равна  $24:39,7 = 0,6$ .

**Запас на 1 га** древостоя определяется в декастрах (десятках  $\text{м}^3$ ), причем, как правило, не глазомерно, а при помощи стандартной таблицы (см. табл. 9.3), в которой значения запаса приведены при полноте 1,0.

Используя данную таблицу, запас вычисляют по средней высоте яруса, относительной полноте и преобладающей древесной породе. Например, в древостое с составом 8С2Б при средней высоте яруса 21 м и относительной полноте 0,6 запас будет  $39 \cdot 0,6 = 23$  (дек.).

Табличное значение 39 взято потому, что преобладающей породой в составе является сосна. Оно затем умножено на значение полноты 0,6.

Таблица 9.6

Стандартная таблица сумм площадей сечений и запасов

Высота, м	С, Л		Б		Ос		Е, П	
	$\Sigma G, \text{ м}^2$	$M, \text{ м}^3$	$\Sigma G, \text{ м}^2$	$M, \text{ м}^3$	$\Sigma G, \text{ м}^2$	$M, \text{ м}^3$	$\Sigma G, \text{ м}^2$	$M, \text{ м}^3$
3		3		2		2		1
4		4		3		3		3
5	20,4	7	13,6	4	13,7	4	15,3	4
6	21,8	8	14,3	4	14,8	5	17,0	5
7	23,1	10	15,0	5	15,9	6	18,6	6
8	24,5	11	15,7	6	17,1	7	20,1	8
9	25,8	13	16,4	7	18,2	9	21,7	9
10	27,1	14	17,1	8	19,3	10	23,0	1
11	28,4	16	17,8	9	20,4	11	24,4	13
12	29,6	18	18,5	10	21,5	13	25,9	15
13	30,8	20	19,3	12	22,6	14	27,3	17
14	32,0	22	20,2	13	23,7	16	28,6	19
15	33,2	24	21,1	14	24,8	18	29,7	21
16	34,4	27	22,0	16	25,8	19	30,8	23
17	35,5	29	23,0	18	27,0	21	31,8	25
18	36,6	31	23,9	19	28,0	23	32,7	27
19	37,6	34	25,0	21	29,3	25	33,7	30
20	38,7	36	26,2	23	30,3	28	34,8	32
21	39,7	39	27,3	25	31,4	30	35,7	35
22	40,7	42	28,6	28	32,4	32	36,6	37
23	41,7	44	29,8	30	33,5	35	37,5	40
24	42,6	47	31,0	32	34,7	37	38,3	43
25	43,6	50	32,1	35	35,7	40	39,1	46
26	44,5	52	33,1	37	35,9	42	39,8	48
27	45,3	55	34,0	40	37,9	45	40,5	51
28	46,2	58						
29	47,0	61						
30	47,8	64						

**Класс бонитета** – показатель, характеризующий возможную продуктивность насаждений в конкретных условиях места произрастания. Иногда называют его показателем «добротности» почвы для произрастания леса. Он наглядно выражается высотой в соответствующем возрасте.

Определяется класс бонитета для преобладающей древесной породы по шкале проф. М. М. Орлова. Основных классов пять: 1, 2, 3, 4, 5, дополненных позднее 1а, 1б, 5а и 5б. Высшие классы бонитета (1а, 1б, 1 и 2) отражают лучшие условия местопроизрастания, 3 – средние, 4, 5, 5а и 5б – худшие, причем 5а и 5б – самые наихудшие.

Бонитетная шкала составлена отдельно для семенных и порослевых древесных пород. Например, сосна в возрасте 70 лет со средней высотой 20 м произрастает в условиях 2 класса бонитета, а береза с этой же сред-

ней высотой и в таком же возрасте – 3. С классом бонитета тесно связан тип леса.

**Тип леса** – это лесоводственный термин, обозначающий лесорастительные условия и соответствующий им породный состав древостоев с подлеском и напочвенным покровом. На выделе он устанавливается по местоположению участка на так называемом топографическом профиле, состоящем из вершины, склона, подножья, равнинной части, пониженных участков возле рек и болот. Кроме местоположения участка, при установлении типа леса используется также напочвенный покров. Вершины возвышенностей и гор, как правило, занимают сосняки нагорные, лишайниковые и брусничные (обозначаются соответственно С нг, С лиш, С бр), среднюю и нижнюю часть склонов – ягодниковые (в покрове преобладают ягодники из костяники, брусники, черники), черничные – с преобладанием в покрове черники (С яг, С ч), равнинную часть – разнотравные (С ртр), возле ручьев и рек – приручьевые (С прч) и пойменные (С пм), в понижениях – осоково-травяные (С остр), на заболоченных участках – сфагновые и осоково-сфагновые (С сф, С оссф). Тип леса обычно увязывается с классом бонитета применительно к лесорастительным условиям данного региона. Так, С нг, С лиш на Урале обычно 4 класса бонитета, С бр – 3–4, С яг – 3 (2), С ч – 2(1), С ртр – 1–2, С остр – 4, С прч, С пм – 4 (3) и С сф, С оссф – 5–5б классов бонитета.

**Класс товарности** на выделе проставляется для каждого элемента леса в приспевающих, спелых и перестойных насаждениях. Он показывает выход деловой древесины при заготовке леса. Например, у сосны 1 класса товарности при рубке спелого древостоя выход деловой древесины составит не менее 81 %, а 3 класса – 60 % и менее.

При глазомерном определении класса товарности используют следующие придержки. Если из 10 деревьев, попавших в поле зрения, все являются деловыми или встречается одно дровяное, то такое насаждение относится к 1 классу товарности, если встречаются 2–3 дровяных – к 2, 4–5 – к 3 классу, а если 6 и более – к 4. (Четвертый класс товарности только у лиственных древесных пород и лиственницы.) К дровяным деревьям относят те, которые можно использовать только в качестве дров.

Завершающим этапом таксации насаждения (выдела) является описание **подроста** (молодые деревца, которые придут на смену вырубленному спелому древостою), **подлеска** (в него входят рябина, черемуха, малина, шиповник и др.) и **покрова** (указывают несколько преобладающих видов).

### Таксация лесоматериалов

Лесные материалы (или лесоматериалы) – это такие, которые получены из древесины с сохранением ее структуры и состава в результате пиления, раскалывания, строгания и т. п.

Лесоматериалы подразделяют на круглые и колотые. К круглым относятся: хлысты, бревна, жерди, колья, дрова; к колотым – дрова.

**Хлыст** представляет собой срубленный ствол без вершинки, очищенный от сучьев (рис. 9.14). Хлысты в последующем распиливают на бревна, которые используются: одни – для продольной распиловки на доски, брусья, шпалы, пластины, другие – на лущение и строгание для производства фанеры и шпона, третьи – в круглом виде в качестве рудничной стойки для крепления горных выработок или строительного леса на всевозможных стройках.

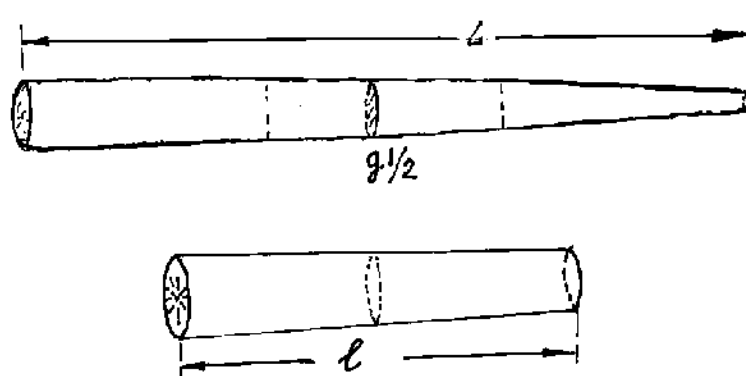


Рис. 9.14. К вычислению объема хлыста и бревна

Объем хлыста можно определить несколькими способами. Например, если представить его в виде одной конусообразной секции. У ней замерять диаметры в нижнем и верхнем отрубках, из них вывести среднее значение, которое перевести в площадь (круга) и умножить на длину ствола. В лесохозяйственной практике обычно диаметр хлыста измеряют на середине его длины. Далее переводят его в площадь круга и умножают на длину хлыста. Второй способ, применяемый на практике, связан с таблицами, составленными на большом фактическом материале. Входами в таблицу являются два показателя – диаметр у комля или на расстоянии от него на 1 или 1,3 м, а также длина хлыста.

Для более точного определения объема хлыста его можно разделить на бревна и вычислить как сумму объемов бревен.

**Бревно** представляет собой круглый лесоматериал длиной от 2 до 9 м. Его объем можно также определить, измерив диаметры в нижнем и верхнем отрубках с выводом среднего значения, путем замера диаметра посередине или с использованием специальных таблиц по длине бревна и его диаметру в нижнем отрубе. Длинное бревно также можно разделить на секции и подсчитать объем как сумму объемов секций.

Для сельских жителей несомненный интерес представляет таксация дров. **Дрова** заготавливаются в колотом и круглом (тонкомер) виде. Они при заготовке и хранении укладываются в поленицы. Объем поленицы определяют в складочных и плотных м<sup>3</sup>. Объем в складочных м<sup>3</sup> определя-



ется путем перемножения трех величин – длины поленницы, ее высоты и ширины (длины поленьев). Объем в плотных  $\text{м}^3$ , т. е. объем древесины без учета просветов между поленьями, определяется умножением объема поленницы в складочных  $\text{м}^3$  на средний коэффициент полнодревесности, равный 0,7. Например, если складочных  $\text{м}^3$  в поленнице оказалось 10, то плотных будет только 7. Так как поленья в поленницы укладывают с разной степенью плотности, часто возникает необходимость определять коэффициент полнодревесности конкретной поленницы. Для этого проводится мелом диагональная линия по торцам поленьев длиной не менее 2 м и подсчитывается сумма отрезков, занятая торцами, т. е. древесиной (рис. 9.15). Отношение суммы длин линий с древесиной к общей длине диагонали и будет *коэффициент полнодревесности*, который вычисляют с точностью до 0,01 (например 0,75).

На практике чаще подсчитывают сумму отрезков с просветами, так как их длина меньше, а сумму, перекрытую древесиной торцов поленьев, получают как разность между длиной диагонали и суммой длин просветов.

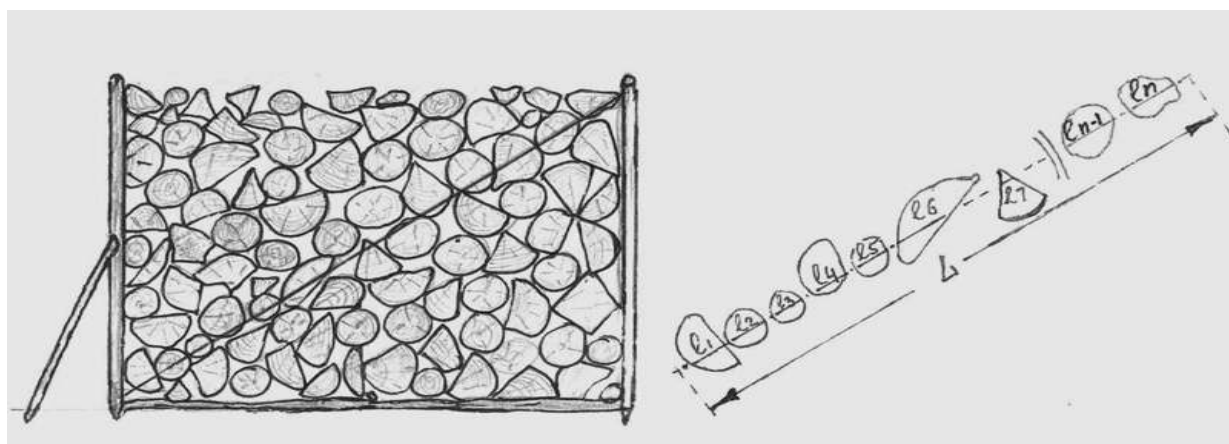


Рис. 9.15. К определению коэффициента полнодревесности поленницы

Для получения результата с высокой точностью диагональ берется такой длины, чтобы в измерение попало до 60 торцов поленьев.

### Ход роста ствола по высоте, диаметру и объему

Живое дерево ежегодно прирастает, увеличиваясь в объеме, по высоте и диаметру. На величину прироста влияют: древесная порода, географические и климатические условия, хозяйственная деятельность человека, а также стихийные бедствия (например пожар).

Лесохозяйственная деятельность во многом ставит своей целью увеличение прироста.

**Приростом** называется увеличение с возрастом таксационного показателя. Различают **текущий** прирост за год или  $n$  лет (т. е. сколько «натекло» за какой-то период) и **средний** (*среднепериодический* как среднеарифметическая величина в каком-либо периоде, например за последние 10 лет, или *общий средний* (среднеарифметическая величина за весь период роста дерева)). Прирост по высоте хорошо виден по центральному побегу у молодых сосенок. На основе приростов можно проследить особенности хода роста ствола.

**Ход роста по высоте** определяется следующим образом. У срубленного дерева выпиливают через 1 или 2 м в стволе кружки толщиной 1–3 см и производят подсчет годичных колец. Определяется общая длина ствола (высота дерева). Первый подсчет числа колец производится на пне.

Далее строится график, на оси  $x$  которого откладывается возраст (число лет), а по оси  $y$  – высота дерева в метрах. На этом графике отмечается точка возраста дерева на пне и его высота. Затем подсчитывается число годичных колец на кружке, выпиленном, например, на двух метрах. После этого находим разность числа колец на пне и на двух метрах. Следовательно, дерево высотой 2 м выросло за это число лет. На графике отмечаем данную точку (высота 2 м, возраст, например, 6 лет). Полученные таким образом точки затем последовательно соединяем, а ломаная линия будет показывать ход роста дерева по высоте (рис. 9.16, а). На графике можно видеть, как менялся с годами текущий прирост ствола по высоте, а также снимать значения для определения среднего прироста в различные периоды роста дерева.

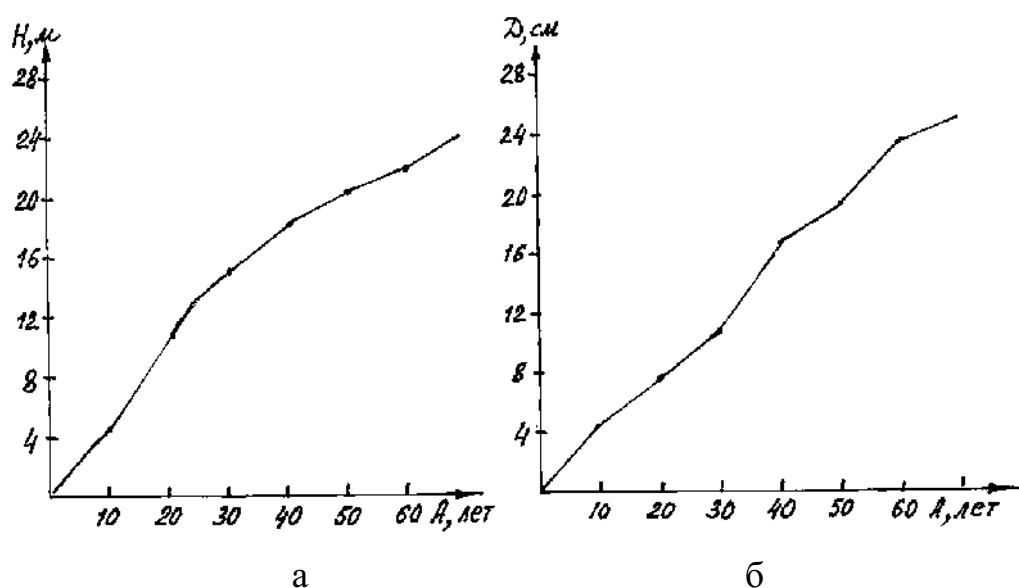


Рис. 9.16. Ход роста ствола по высоте (а) и диаметру на высоте 1,3 м (б)

*Ход роста по диаметру* изучают на различных сечениях по высоте: на пне, на высоте 1,3 м и др. Рассмотрим построение графика изменения диаметра (без коры) с возрастом на высоте 1,3 м. Для этого сначала на пне определим число годовых колец – число лет. Пусть это будет, к примеру, 103 года. Далее на кружке, выпиленном на высоте 1,3 м, делаем зачистку по двум взаимно перпендикулярным линиям, проходящим через сердцевину, и подсчитываем годовые кольца, начиная с периферии по периодам 5 или 10 лет. Но сначала отсчитываем 3 года (остаток от деления 103 на 5 или 10) и отмечаем черточкой по всем четырем направлениям. У сердцевины, как правило, число годовых колец будет не кратно 5 или 10. Число их записывают на кружке. Далее строится график, на котором по оси  $x$  откладывается возраст (число лет), а по оси  $y$  – диаметры без коры. Первую точку ставим, произведя замер диаметра в двух взаимно перпендикулярных направлениях и выведя среднее значение диаметра без коры в возрасте рубки дерева (103 года). Затем производим замер диаметров на кружке в возрасте 100 лет, из двух значений выводим среднее и его отмечаем на графике. Подобным образом отмечаем остальные точки. Соединенные последовательно прямыми линиями точки будут представлять (рис. 9.16, б) кривую хода роста по диаметру (на высоте 1,3 м).

Зная ход роста по высоте и диаметру на высоте 1,3 м, можно составить график *хода роста по объему* ствола. Для этого необходимо определить объемы ствола в момент рубки (т. е. сейчас) и 5, 10, 15 и т. д. лет назад по пятилетиям или десятилетиям. Объем ствола (теперь) наиболее просто вычислить с использованием видового числа, полученного через коэффициент формы  $q_2$ . Это же видовое число можно применить для вычисления объема ствола в прошлые годы по пятилетиям или десятилетиям. Значения средних диаметров на высоте 1,3 м и высот в соответствующем возрасте снимаем с соответствующих графиков хода роста.

По полученным данным также можно построить график хода роста ствола по объему (см. рис. 9.16).

Для этого предварительно следует составить вспомогательную таблицу (табл. 9.4):

Таблица 9.4

Ход роста древостоя по объему

Возраст, лет	10	20	30	40	50	60
Высота, м	4,8	10,9	15,5	18,0	20,2	21,8
Диаметр на высоте 1,3 м	4,4	7,5	10,9	16,4	18,3	23,5
Объем ствола, м <sup>3</sup> при $F = 0,461$	0,003	0,022	0,066	0,175	0,245	0,436

## Примерные темы полевых работ и вычислений

1. Определить объемы стволов трех растущих деревьев.

Сравнить полученные результаты.

Описать порядок выполнения работы.

2. Определить объем ствола срубленного (спиленного) дерева по простой и сложной формуле.

Сделать сравнение полученных результатов.

Определить коэффициент формы ствола и видовое число.

3. Определить возраст на пне по годичным кольцам с выявлением годов наилучшего и наихудшего его роста.

Зачистить пень топором или острым ножом по двум радиусам (2-й для контроля) так, чтобы очищенная полоса была шириной примерно 0,5–1 см.

Подсчет начинают с центра, вооружившись лупой и карандашом (лучше химическим).

Отсчитав 5 или 10 годичных колец, делают отметку карандашом в виде черты и подписывают значение числа лет.

Так подсчитываются все годичные кольца на пне.

Годы наилучшего роста дерева имеют более широкие годичные кольца, а годы наихудшего роста – очень узкие.

Определив возраст дерева, отняв его от календарного года, в котором происходит исследование, легко определить год его «рождения» и вычислить аномальные годы роста.

Для исследования лучше взять пень старого (возраст 100 и более лет) дерева, а из древесных пород – сосну или лиственницу.

Построить график изменения диаметра ствола на пне с возрастом, для чего построить график на миллиметровой бумаге, на оси  $x$  отложить возраст (число лет) от 0 до  $n$  лет, а на оси  $y$  – диаметры, которые измеряются на пне через 5 или 10 лет (выводится как среднее значение из двух взаимно перпендикулярных измерений).

4. Определить две поленицы дров в плотных и складочных метрах.

Вычислить в каждой из них коэффициент полндревесности.

Сделать сравнение.

5. Определить на участке (выделе) запас на 1 га разными способами:

а) по формулам:

$$M = \sum G(H + 3)0,40 - \text{для С, Л, Б, Ос};$$

$$M = \sum G(H + 3)0,43 - \text{для Е, П, К};$$

- б) по стандартной таблице сумм площадей сечений и запасов;  
в) через объем среднего дерева и число деревьев на 1 га.  
Сравнить полученные результаты.
6. Определить средний диаметр и среднюю высоту в древостое для преобладающего элемента леса (с построением графика высот).
7. Определить объемы одного хлыста и двух бревен, взятых из комлевой и вершинной части.  
Определить средний сбег хлыста и обоих бревен.
8. Измерить высоту дерева различными способами (методами) и сделать сравнение с выводами.
9. Определить на участке состав, полноту, среднюю высоту и диаметр по составляющим породам, запас на 1 га, класс бонитета и тип леса.  
Сопроводить пояснением определенных таксационных показателей.
10. Описать правила измерения диаметров и высоты деревьев с помощью мерной вилки.  
Пояснить смещение неподвижной ножки на линейке-штанге мерной вилки при перечете деревьев по 2- и 4-сантиметровым ступеням толщины.

### **Темы исследовательских работ**

1. Изучение роста хвойных и лиственных насаждений естественного и искусственного происхождения.
2. Инвентаризация древесно-кустарниковой растительности на школьной территории.
3. Ландшафтная таксация городских и лесных парков.
4. Оценка антропогенного воздействия на лесном участке.
5. Строение древостоев искусственного и естественного происхождения.

### **Рекомендованная литературы**

1. Нагимов, З. Я. Таксация отдельного дерева : учебное пособие / З. Я. Нагимов, С. С. Зубова, О. В. Сычугова, О. Н. Орехова, А. А. Григорьев, И. С. Сальникова, С. С. Постникова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – 170 с.
2. Сальникова, И. С. Таксация леса. Ход роста насаждений : учебное пособие / И. С. Сальникова, Т. С. Воробьева, З. Я. Нагимов [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский

государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург, 2020. – 130 с.

З. Нагимов, З. Я. Таксация леса : учебное пособие / З. Я. Нагимов, И. Ф. Коростелев, И. В. Шевелина.– Екатеринбург: Урал. гос. лесотех. ун-т, 2013. – 300 с.









## 10. ЛЕСОВЕДЕНИЕ И ЛЕСОВОДСТВО

### Методические особенности проведения занятий

**Л**есоводство – это наука и учебная дисциплина о природе леса, естественном лесовозобновлении, формировании и выращивании высокопродуктивных насаждений, а также о комплексном и эффективном использовании лесных ресурсов. Это наука биологическая, экологическая и социальная. Она включает две части: лесоведение и собственно лесоводство.

Лесоведение – это научно-теоретическая основа собственно лесоводства, изучающее природу леса, взаимосвязь леса с внешней средой, его динамику в пространстве и во времени.

### Понятие о лесе. Признаки и элементы леса

Лес – один из основных типов растительности земного шара, представляющей сложное сочетание множества разнообразных взаимосвязанных растений, но различающихся по размеру, строению, размножению, питанию и другим признакам. Среди растений главное место в лесу занимают деревья. Однако нельзя назвать лесом даже очень большое количество деревьев. Признаком леса является наличие взаимовлияния деревьев и борьбы за существование. Лес обуславливается не только количественными признаками деревьев, но и их качественными показателями. Деревья, выросшие в лесу, имеют высоко поднятые кроны. Они смыкаются в общий полог и мало пропускают света к поверхности почвы, вследствие чего их нижние ветви отмирают и вырастают преимущественно полнодревесные стволы, хорошо очищенные от сучьев. Такие деревья имеют наибольшее хозяйственное значение в удовлетворении нужд народного хозяйства в древесине.

У деревьев, растущих на свободе, ветви почти спускаются к их комлевой части, форма кроны шаровидная, раскидистая. Ствол дерева, как правило, суковатый, короткий, сильно сбежистый, из которого мало получается ценных сортиментов. Деревья в лесу плодоносят позднее на 10–20 лет, чем на свободе.

Кроме деревьев, в лесу произрастают кустарники, травы, мхи, лишайники и другие растения, которые тесно связаны между собой, влияют друг на друга. Их взаимодействие и влияние сказываются в конкуренции за свет, питательные вещества и воду, содержащиеся в почве, в симбиозе между корнями растений и т. д. Таким образом, лес – не простое сочетание большого количества деревьев, множества кустарников, трав, мхов, лишайников и других растений, а растительное сообщество, в котором прежде всего деревья изменяют условия среды: свет, температуру, влажность и состав воздуха, ветер и другие экологические условия. Лес формирует свою собственную внутреннюю среду, оказывает влияние не только на занятую им территорию, но и на окружающие его поля, луга, водоемы и т. д.

Лес – не только растительное сообщество, но и биологическая система, в которую входят многочисленные виды животных, создающих лесную фауну, и микроорганизмы. Лесные звери и птицы находят в лесу благоприятную среду обитания. Он представляет животным убежище, создает благоприятные условия для питания и размножения. В свою очередь, многие лесные звери и птицы способствуют нормальному росту и развитию деревьев, препятствуют размножению и расселению вредных насекомых, улучшают санитарное состояние леса, содействуют его естественному обновлению. Землеройные животные (кроты, барсуки и др.) улучшают структуру почвы, уничтожают личинок майского хруща – опасного вредителя корней молодых сосновых деревьев.

Необходимыми компонентами лесного сообщества являются черви и микроорганизмы, которые живут в почве. Они способствуют улучшению структуры почвы и лучшему питанию деревьев и кустарников, перерабатывая опад хвои, листьев, ветвей, сучьев, коры, шишек да и самих отмерших деревьев.

Лесу свойственно естественное изреживание, т. е. уменьшение количества деревьев с возрастом, их расчленение по размеру и другим признакам. Основными причинами естественного изреживания леса и дифференциации деревьев будут наследственные свойства, заложенные в семенах, условия микросреды, куда попали семена, и борьба за существование – выражение, предложенное Ч. Дарвином для определения активности организма, направленной на сохранение жизни и обеспечение существования потомства. Понятие борьбы за существование тесно связано с естественным отбором, своеобразно протекающим в лесу. После смыкания крон

молодые деревья начинают теснить друг друга из-за пространства, света, воды и питательных веществ как в надземной, так и в подземной частях. В результате – чем старше лес, тем меньше число деревьев остается в нем.

Выдающийся русский ученый-лесовод Г. Ф. Морозов дал всестороннее понимание леса как сложного биологического механизма, как такого соединения древесных растений, в котором они проявляются не только через взаимное влияние друг на друга, но и на занятую ими почву и атмосферу, порождая целый ряд новых явлений: «Лес – элемент географического ландшафта, состоящий из совокупности древесных, кустарниковых, травянистых растений, животных и микроорганизмов, в своем развитии биологически взаимосвязанных, влияющих друг на друга и на внешнюю среду».

Это определение леса, данное Г. Ф. Морозовым, нашло дальнейшую разработку в научных трудах М. Е. Ткаченко, В. Н. Сукачева и И. С. Мелехова. Академик В. Н. Сукачев рассматривал лес как лесной биогеоценоз (греч. био – жизнь, гео – земля, ценоз – общий), т. е. лес – это участок деревьев и кустарников, однородный по растительному покрову, по населяющему его животному миру, почвенному покрову, по гидрологическим, микроклиматическим условиям и по характеру взаимодействия между ними, по типу обмена веществом и энергией между его компонентами и другими явлениями природы.

*Лесное насаждение* – участок леса, однородный по древесной, кустарниковой растительности и живому напочвенному покрову. Лесное насаждение называют также лесным фитоценозом (от латинского фитон – растение, ценоз – общий, сообщество), однородным по биологическим признакам. Основными элементами (компонентами) леса являются древесной, подрост, подлесок, живой напочвенный покров, лесная подстилка, почва.

*Древостой* – совокупность деревьев, являющихся основным компонентом насаждения. Древостой – наиболее важный компонент леса, основная составная часть.

В древостоях выделяют преобладающую, главную, второстепенную и сопутствующую породы.

*Преобладающая порода* – древесная порода, которая составляет большую часть его запаса или занимает большую часть площади.

*Главная порода* – древесная порода, которая в определенных лесорастительных и экономических условиях наиболее отвечает условиям среды и хозяйственным целям.

*Второстепенная порода* – древесная порода, образующая смешанные насаждения с главными породами, но имеющая по сравнению с ними меньшую хозяйственную ценность.

*Сопутствующая порода* – древесная порода, произрастающая совместно с лесообразующей во 2–3-м ярусах насаждения, а иногда и в подлеске.

*Подрост* – молодое поколение древесных растений под пологом леса или на вырубках, способное выйти в 1-й ярус насаждения, сменив старый материнский древостой.

Подрост бывает семенного и вегетативного происхождения.

Подрост семенного происхождения возрастом до двух лет называют *всходами*.

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

*Живой напочвенный покров* – совокупность мхов, лишайников, травянистых растений и полукустарников, покрывающих почву под пологом леса, на вырубках и гарях.

*Лесная подстилка* – скопление на поверхности почвы растительного мертвого слоя опада, находящегося на разной стадии разложения.

Древостой имеет особые отличительные признаки и классифицируется по составу, форме, возрасту, происхождению, бонитету, полноте, сомкнутости, густоте, запасу и состоянию.

*Состав древостоя* – перечень древесных пород, его образующих, с указанием степени участия в древостое каждой породы. Если древостой состоит из одной породы, то его называют чистым, а если из нескольких, то смешанным. Состав древостоя обозначают по 10-балльной системе. Если древостой состоит из  $\frac{7}{10}$  сосны и  $\frac{3}{10}$  березы, то его состав обозначается 7СЗБ. Если же древостой состоит только из одной ели ( $\frac{10}{10}$  ели), то он считается чистым и обозначается 10Е. В тех случаях, когда в составе древостоя преобладает какая-либо из древесных пород, то ее называют господствующей, или преобладающей. Например, в составе древостоя 6С4Е преобладающей породой является сосна.

От преобладающей породы отличают главную, которая при данных экономических и лесорастительных условиях наилучшим образом отвечает хозяйственным целям. Например, при составе древостоя  $\frac{6}{10}$  осины и  $\frac{4}{10}$  сосны (6Ос4С) преобладающей породой является осина, а главной – сосна, как имеющая в современных условиях наибольшее хозяйственное значение.

Породный состав насаждения устанавливается по процентному соотношению запасов составляющих древесных пород (элементов леса) и оформляется формулой, в которой приводятся сокращенные обозначения древесных пород и доля участия каждой древесной породы в составе, выражаемая в виде коэффициентов десятых чисел, каждая из которых соответствует 10 % доли общего запаса.

Древесные породы, запас которых составляет менее 5 % от общего запаса насаждения (яруса), записываются в формулу состава со знаком плюс.

В молодняках первого класса возраста состав определяется по соотношению числа стволов.

Важнейшей задачей лесной таксации является правильное отнесение таксируемого насаждения к хвойным, твердолиственным или мягколиственным группам основных лесообразующих пород и определение преобладающей породы древостоя (яруса).

К хвойным или твердолиственным относятся насаждения (кроме кедра, дуба) в случае, если суммарная доля участия этих пород в составе древостоя составляет пять единиц и более (3П1Е1Л5Б; 3Яс2Кл5Ос), а в молодняках, включая насаждения искусственного происхождения, – не менее четырех единиц. Преобладающей породой в таких насаждениях является та, которая имеет наибольший коэффициент состава в группе этих пород (в первом случае – пихта, во втором – ясень).

Насаждение относится к кедровому, если доля участия кедра во всех возрастных группах составляет три единицы и более. Насаждение относится к дубовому, если доля участия дуба во всех группах составляет четыре единицы и более, а в молодняках – три единицы и более.

В древостоях, имеющих в своем составе редкие и особо ценные породы, преобладающей породой считается та, доля участия которой в составе древостоя составляет три единицы и более.

При равенстве долей участия в составе двух или более пород преобладающей считается та, которая по значимости больше соответствует целям ведения хозяйства или типу лесорастительных условий. Хозяйственная ценность древесных пород в устраиваемом объекте определяется первым лесоустроительным совещанием.

*Форма древостоя* определяется тем, сколько ярусов или пологов образуют деревья. Если деревья образуют один ярус, то такие древостои называют одноярусными, или простыми, а если два или более, то многоярусными, или сложными.

Выделение ярусов в древостоях производится при следующих показателях:

- 1) полнота каждого яруса – не менее 0,3 (в молодняков – 0,4);
- 2) разница в средних высотах ярусов – не менее 4 м при высоте верхнего яруса до 16 м (включительно), 5 м при высоте верхнего яруса от 17 до 25 м и 6 м при высоте верхнего яруса 20 м и более. Основным считается ярус, имеющий больший запас на 1 га, а при равенстве запасов – большее хозяйственное значение.

*Возраст древостоя* – это число лет деревьев, которые образуют его ярус. Класс возраста как хозяйственная градация для хвойных и твердо-

лиственных пород семенного происхождения принят 20 лет, а для лиственных и твердолиственных вегетативного происхождения – 10 лет.

Разновозрастные древостои, в которых невозможно выделить ярусы, таксируются по поколениям.

Разделение древостоев одной породы на поколения производится в случаях, когда разница в возрастах поколений достигает: при 10-летнем классе возраста – не менее 15 лет, 20-летнем – 30 лет, 40-летнем – 60 лет.

Поколения выделяются при доле участия их в составе не менее двух единиц.

Преобладающим считается поколение, имеющее больший запас древесины.

Конкретизация признаков выделения поколений в древостоях в зависимости от регионов их произрастания может дополнительно определяться региональными правилами или техническими указаниями, утверждаемыми уполномоченным органом.

Возраст древостоя, как указывает И. С. Мелехов, связан с его этапами роста и имеет важное биологическое и хозяйственное значение. В практике различают следующие возрастные этапы древостоев:

- *молодняк* – поколение леса, которое включает самосев, подрост, поросль, а после их смыкания образует чащу;
- *жердняк* – молодой древостой, характеризующийся быстрым ростом в высоту, наибольшим количеством ветвей и листьев, интенсивным расчленением деревьев по их размеру и т. п.;
- *средневозрастный* – древостой, находящийся, как правило, в периоде интенсивного роста и вступления в фазу семеношения и плодоношения;
- *приспевающий* – древостой, в котором определились хозяйственные и технические признаки деревьев, хорошо плодоносящий;
- *спелый* – древостой, который пригоден к рубке, имеет наиболее высокий выход древесины;
- *перестойный* – древостой, который замедлил прирост и обнаруживает сравнительно высокий отпад деревьев, прежде всего поврежденных и заболевших.

Средний возраст находится для каждой составляющей породы. При одинаковом возрасте составляющих пород или всего насаждения, если разница в их возрасте не превышает установленную градацию точности его определения, возраст является единым для насаждения в целом. В разновозрастных насаждениях, в которых поколение выделить невозможно или нецелесообразно, средний возраст устанавливается по возрасту деревьев, преобладающих в древостое.

Под *происхождением* древостоя понимается то, каким образом он возник. Если древостой создан посевом семян или посадкой специально

выращенных молодых древесных растений, то такой древостой относят к искусственному происхождению. Если древостой образовался налетом семян или вегетативным путем, то его относят к естественному происхождению. Искусственные древостои чаще всего создают в районах интенсивного ведения лесного хозяйства.

Естественные древостои по происхождению могут быть семенными, вегетативными и порослевыми. Древостой, образованный деревьями семенного происхождения, называют *семенным*. Деревья семенного происхождения имеют прямой ствол. Древостой, образованный деревьями вегетативного происхождения (порослью от пня, корневыми отпрысками, отводками), называют *вегетативным*. Вегетативный древостой, образованный из пневой поросли, называют *порослевым*. Порослевые деревья имеют, как правило, групповое расположение, искривленную (саблевидную) форму ствола. Семенным путем возникли почти все хвойные породы (сосна, ель, кедр, лиственница и др.), а также многие лиственные (дуб, береза, осина и др.).

*Бонитет* является показателем, характеризующим качество условий роста и развития леса и, как следствие, его продуктивность. Он определяется по средней высоте древостоя и его возрасту и различается по классам.

Чем выше высота и моложе древостой, тем выше класс бонитета, продуктивнее лес.

В молодняках в возрасте до 10 лет класс бонитета устанавливается по условиям местопроизрастания или примыкающему насаждению. В случае, когда класс бонитета, определенный по средней высоте и возрасту, не соответствует установленному для этого насаждения типу леса, причины несоответствия (заболачивание, осушение, угнетение, пожары, вредители леса и др.) отмечают в карточке таксации.

*Полнота древостоя* – степень плотности стояния деревьев, характеризующая, в какой мере использовано ими занимаемое пространство. Если плотность стояния деревьев настолько велика, что в просветы между ними нельзя поместить деревья таких же размеров, то полнота считается наивысшей и обозначается 1,0. Если же к имеющимся деревьям можно добавить такое же число деревьев и таких же размеров, то полнота будет составлять 0,5. Полноту обозначают в десятых долях единицы. Древостой с полнотой 0,8–1,0 относят к высокополнотным, с полнотой 0,6–0,7 – к среднеполнотным, с полнотой 0,3–0,5 – к низкополнотным, а с полнотой 0,2–0,1 – к рединам или отдельно стоящим деревьям.

Полнота определяется отдельно для каждого яруса. В естественных и искусственных молодняках древесных пород, саксаульниках, некоторых плодовых насаждениях и кустарниках полнота определяется по степени сомкнутости крон полога в случаях, если ее определение не предусмотрено стандартными таблицами сумм площадей сечений и запасов. Если пол-

нота по данным измерений превышает 1,0 в сравнении с табличным значением сумм площадей сечений, отметка об этом делается в карточке таксации и в таксационном описании.

*Сомкнутость полога древостоя* – это есть степень сомкнутости крон. Сомкнутость полога зависит от лесоводственных свойств древесных пород, их бонитета, состава и возраста. Деревья, развивающие широкие кроны, будут иметь, как правило, более высокую сомкнутость полога. Ее определяют по проекциям крон, исключая перекрытия, и выражают в десятых долях единицы.

Сомкнутость полога древостоя и полнота – понятия неравнозначные, но между ними имеется тесная связь. Чем выше сомкнутость, тем больше полнота древостоя. По сомкнутости, как и по полноте, древостой разделяют на высокосомкнутые, среднесомкнутые и низкосомкнутые.

*Густота древостоя* – количество деревьев на единице площади. Густота сильно изменяется с возрастом древостоя и тесно связана с лесорастительными условиями. В I классе бонитета густота древостоя наименьшая, а в V – наибольшая. Деревья в лучших лесорастительных условиях занимают больше пространства, чем в худших.

*Запас древостоя* – общее количество древесины на единице площади, обычно на 1 га. Запас древостоя – один из важнейших экономических показателей, характеризующих продуктивность леса.

Запас на 1 га сырорастающей стволовой древесины при глазомерной таксации определяется по преобладающей породе в пределах каждого яруса с учетом средней высоты и полноты яруса по апробированным для устраиваемого объекта таблицам сумм площадей сечений и запасов.

*Состояние древостоя* – степень совершенства древостоя в данных условиях местопроизрастания. Состояние древостоя характеризует прежде всего степень здоровья деревьев. О состоянии древостоя можно судить по наружным признакам деревьев, а именно: по наличию плодовых тел грибов на их стволах, чрезмерному развитию лишайников, суховершинности, цвету хвои, развитию и форме кроны и т. д.

В ходе занятий со школьниками по «Лесоведению и лесоводству» рекомендуется изучить следующие темы.

### **Тема 1. Цели и задачи курса. Значение леса для человека.**

#### *Общие сведения о лесах мира, РФ, ХМАО*

Раскрываются цели и задачи курса «Лесоведение и лесоводство», его связь с другими науками. Рассматривается значение леса для человека. Приводятся общие сведения о лесах мира, РФ, вашей области (округа), района.

По данной теме школьники могут подготовить доклады, рефераты и презентации и выступить перед своими товарищами.



**Тема 2. История развития лесоводства в России, на территории ХМАО и вашего района**

Занятие может быть построено в виде лекции либо учащиеся заранее готовят доклады, рефераты и презентации по выбранным вопросам.

**Тема 3. Структура управления лесным хозяйством РФ.**

*Виды лесохозяйственных предприятий и их задачи*

Приводится схема управления лесным хозяйством РФ. Рассказывается о видах лесохозяйственных организаций, их задачах. На занятие можно пригласить руководителя лесничества и т.д.

**Тема 4. Лес в произведениях русских поэтов, прозаиков и живописцев**

По данной теме заранее готовятся рефераты. Лучшие из них докладываются перед всей аудиторией. Полезно оформить стенд с иллюстрациями лесных пейзажей, стихами и отрывками из произведений писателей.

**Тема 5. Знакомство с компонентами лесного насаждения.**

*Роль различных компонентов в жизни леса и их значение для человека. Описание отдельных компонентов*

Дается понятие о компонентах леса. Изучаются основные компоненты леса: древостой, подрост, подлесок, живой напочвенный покров, лесная подстилка, почва, внеярусная растительность, фауна. Раскрывается роль отдельных компонентов в жизни леса, их взаимосвязь, значение для человека. Приводятся примеры характеристики отдельных компонентов. Дается понятие об основных таксационных характеристиках древостоя.

**Тема 6. Лесоводственные особенности основных лесобразующих пород Урала и Западной Сибири**

По данной теме целесообразно выполнить реферат. Каждый учащийся выбирает себе одну древесную породу из предложенного списка и дает ей лесоводственную характеристику. Работа может выполняться также побригадно. Каждая бригада (2–3 человека) берет по две древесные породы из числа аборигенов тайги и оформляет стенд на тему «Взаимовлияние древесных пород в лесу». Например, береза и сосна, сосна и ель, кедр и ель и т.д. в разных сочетаниях. Стенд оформляется фотографиями древесных пород, иллюстрациями, рисунками и т. п.

Характеристика древесных пород дается по следующей схеме.

1. Полное русское и латинское название породы.
2. Дендрологическая характеристика (ствол, хвоя и т. д.).
3. Ареал распространения с рисунком.
4. Лесоводственная (экологическая) характеристика:
  - отношение к свету;
  - отношение к теплу;

- отношение к влаге;
- отношение к ветру;
- отношение к составу воздуха;
- отношение к механическому составу почвы;
- отношение к кислотности почвы;
- отношение к плодородию почвы;
- способы размножения;
- способы распространения семян и пыльцы;
- физико-механические свойства древесины;
- отношение к другим живым организмам полезным и вредным;
- (грибам, насекомым);
- выводы (почему в данном районе произрастает данная древесная порода и какие другие древесные породы будут оптимальны для данных лесорастительных условий).

5. Лесохозяйственное значение (возможность создания лесных культур, защитных полос, укрепления оврагов, улучшения почв и т. д.).

6. Лесопромышленное значение.

7. Социальное значение.

### **Тема 7. Лес и экологические факторы. Группы экологических факторов.**

#### *Положительное и отрицательное влияние на лес экологических факторов. Влияние леса на экологические факторы*

Рассматривается классификация экологических факторов. Раскрывается также влияние леса на экологические факторы. Из абиотических факторов изучаются климатические, почвенные, факторы рельефа, гидрологические, среди биотических – растительность и фауна. Особое внимание уделяется изучению влияния на лес антропогенных факторов (вырубка лесов, загрязнение окружающей среды, строительство дорог, добыча нефти и газа и др.). В ходе изучения темы можно совершить экскурсию на лесосеку, месторождение нефти и т. д.

### **Тема 8. Изучение процессов естественного возобновления под пологом леса, на вырубках и гарях. Методика оценки успешности естественного возобновления**

Дается понятие о естественном возобновлении леса, подросте и всходах. Рассматриваются признаки жизнеспособного, нежизнеспособного и сомнительного подроста. Для проведения учета возобновления совершается экскурсия на вырубку или гарь. Для учета подроста закладываются учетные площадки размером 2×2 м по диагоналям выбранного участка в количестве 10 шт. На площадках производится пересчет подроста с подразделением по высоте и жизнеспособности. Результаты заносятся в ведомость (табл. 10.1).

Таблица 10.1

## Ведомость учета естественного возобновления

№ учетной пло- щадки	По- рода	Всхо- ды, шт.	Количество подроста, шт.											
			до 0,5 м				0,6–1,5 м				более 1,5 м			
			Жиз- неспособ- ный	Сомни- тельный	Нежиз- неспособный	Всего	Жиз- неспособ- ный	Сомни- тельный	Нежиз- неспособ- ный	Всего	Жиз- неспособ- ный	Сомни- тельный	Нежиз- неспособный	Всего
1	С Е Б													
2	С Е Б													
3	С Е Б													
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
Всего														
На 1 га														

Оценка успешности естественного возобновления проводится по шкале «Правил лесовосстановления ...» (2020), применяемой на производстве. На основании проведенных исследований делается анализ факторов, влияющих на процессы естественного возобновления.

**Тема 9. Принципы выделения типов леса.**

*Роль типологии лесов в лесном хозяйстве.*

*Основные отличия между различными группами типов леса.*

*Приуроченность типов леса к элементам рельефа, условиям увлажнения, почвам и т. д.*

Раскрывается роль лесной типологии в лесном хозяйстве, Рассматриваются особенности классификации типов леса В. Н. Сукачева и принципы выделения типов леса на местности. Показываются отличия между различными группами типов леса. На экскурсиях изучается приуроченность типов леса к элементам рельефа, условиям увлажнения, почвам и т.д. Выбирается маршрут, охватывающий как можно большее количество разнообразных типов леса.

**Тема 10. Оценка состояния лесных насаждений в зонах рекреации и на территориях, подверженных техногенным нагрузкам (нефтегазодобыча, загрязнение атмосферы аэропромвыбросами и т. п.)**

Дается представление о рекреационных нагрузках на леса. Рассматривается воздействие рекреации на различные компоненты насаждения. На подобранных участках определяются стадии рекреационной дигрессии (нарушенности). Подробная методика изучения влияния рекреационных нагрузок на нижние ярусы растительности приводится далее.

**Тема 11. Понятие о мониторинге лесов. Его задачи, методика проведения.**

*Участие школьников в лесном экологическом мониторинге.*

*Организация наблюдений за состоянием и динамикой лесов с помощью пробных площадей. Привлечение школьников к закладке пробных площадей. Фенологические наблюдения*

Мониторинг – система наблюдений за окружающей средой, управления ею и контроля над ней для сохранения экологического равновесия в биосфере.

Экологический мониторинг – система регулярных наблюдений за состоянием биосферы и ее реакциями на разных уровнях организации (на уровне экосистемы или целого региона).

По способам наблюдения мониторинг делится на наземный, или контактный, и дистанционный, осуществляемый с помощью аэрокосмических средств. Объектом мониторинга может быть любая экосистема. Особенно актуально проведение мониторинга экосистем, испытывающих антропогенное воздействие.

Для проведения мониторинга целесообразно заложить сеть постоянных пробных площадей на участках, подверженных разного рода воздействиям. Это могут быть зоны рекреации, техногенно нарушенные территории и т.д. Постоянные пробные площади (ППП) закрепляются на местности и наносятся на планово-картографические материалы. К закладке ППП привлекаются школьники. На ППП проводятся регулярные наблюдения за состоянием лесов (например ежегодные наблюдения за санитарным состоянием древостоев, численностью и состоянием возобновления и т. д.). Такие наблюдения могут проводиться на одних и тех же участках в течение ряда лет.

К числу регулярных наблюдений за состоянием лесных насаждений относятся и фенологические наблюдения, которые проводят регулярно в различные сезоны года. Замеченные изменения в природе записывают в виде таблицы, где регистрируются сроки этих изменений (табл. 10.2). При оценке урожая желательно давать его характеристику (большой, средний, малый). При наблюдениях, кроме дневниковых записей, можно делать зарисовки, фотографии.

Таблица 10.2

### График фенологических наблюдений

Наблюдаемые события	Дата
<i>Хвойные растения</i>	
Зеленение (появление молодой хвои)	
Цветение (пыление): начало и конец	
Осеннее пожелтение хвои (у лиственницы)	
Вылет семян из шишек	
<i>Лиственные растения</i>	
Сокодвижение (клен, береза, ольха)	
Набухание и распускание листовых почек	
Развертывание листьев	
Цветение	
Созревание плодов и семян	
Опадение семян	
Осеннее изменение окраски листьев	
Листопад	
<i>Грибы</i>	
Появление первых грибов	
Массовое появление	
Конец сбора	

**Тема 12. Ознакомление школьников с основными видами лесоводственных мероприятий. Машины и механизмы, инструменты для их проведения**

Школьники знакомятся с основными видами лесоводственных мероприятий (рубки спелых и перестойных насаждений, рубки ухода, очистка мест рубок, меры содействия естественному возобновлению леса и др.). Изучаются машины и механизмы, инструменты для проведения различных мероприятий. Совершаются экскурсии на лесосеку, в гараж и т.д. Школьники могут сами участвовать в мероприятиях по рубкам ухода в молодняках, очистке лесосек и проведению мер содействия естественному возобновлению.

**Исследовательская работа на тему  
«Биометрические показатели подроста сосны,  
выросшего на вырубках и под пологом леса»**

Жизнеспособность подроста определяется целым рядом показателей, среди которых наиболее важное значение имеет состояние ассимиляционного аппарата. Биометрические показатели побегов подроста зависят в первую очередь от освещенности. Подрост, выросший под пологом леса, будет отличаться от подроста, сформировавшегося на вырубках и открытых местах. Даже в насаждениях различной полноты подрост будет иметь разные характеристики.

Наиболее важными из числа биометрических показателей являются длина побегов (осевых и боковых), длина хвои и степень охвоенности побега. Под охвоенностью понимают количество хвоинок на единицу длины побега (на 1 см, например). По этим показателям судят о жизнеспособности подроста.

Для проведения исследований выбирают несколько участков одного типа леса в насаждениях различной полноты с наличием подроста сосны примерно одного возраста под пологом и на вырубке. Подрост лучше всего выбирать средней высоты от 0,5 до 1,5 м как наиболее удобный для измерений. На каждом участке отбирается по 10 средних по высоте экземпляров подроста сосны как жизнеспособного, так и нежизнеспособного. У всех экземпляров линейкой с точностью до миллиметра измеряется длина осевых побегов и соответствующих им боковых побегов за последние пять лет. В качестве боковых берутся средние наиболее характерные побеги для мутовки. На каждом побеге по всей его длине ощипывается вся хвоя и подсчитывается ее общее количество. Затем это число делится на длину побега и определяется количество хвоинок, приходящееся на 1 см длины побега. Это и будет средняя охвоенность. Далее все ощипанные с побега хвоинки пере-

мешиваются в куче, и из нее методом случайной выборки отбирается 20 хвоинок, у которых измеряют длину с точностью до миллиметра, а затем вычисляют среднее значение длины хвои для данного побега.

По соотношению длины осевого побега и длины соответствующего бокового побега рассчитывают относительную длину осевого побега. У жизнеспособного подростка этот показатель должен быть больше единицы и увеличиваться с каждым годом, а у нежизнеспособного – наоборот.

Результаты измерений заносятся в табл. 10.3.

По полученным данным делают выводы о различии биометрических показателей побегов подростка сосны, сформировавшегося в условиях различной освещенности. Выявляются участки с оптимальными характеристиками подростка. Анализируются различия между жизнеспособным и нежизнеспособным подростом. Результаты сопоставляются с характеристикой древостоя: полнотой, возрастом и т.д. Выявляются биометрические показатели подростка, наиболее резко реагирующие на изменение условий освещенности. Обосновывается оценка жизнеспособности подростка по соотношению длины его осевого и боковых побегов.

### **Исследовательская работа на тему «Влияние рекреационных нагрузок на нижние ярусы растительности»**

Использование леса человеком в рекреационных целях, т. е. в целях отдыха, имеет большое социальное и культурно-оздоровительное значение. В то же время большой наплыв отдыхающих в лес приводит к разрушению лесных сообществ, не успевающих восстанавливаться (рекреационной дигрессии). Рекреационная деятельность человека нарушает связи отдельных компонентов лесного фитоценоза между собой и средой обитания и часто приводит к замене коренных лесных сообществ на производные.

Наиболее ранимыми в результате рекреационной нагрузки компонентами насаждения являются нижние ярусы растительности и в первую очередь подрост и живой напочвенный покров (ЖНП).

Различают следующие стадии рекреационной дигрессии.

1 стадия – характеризуется ненарушенной, пружинящей под ногами подстилкой; полным набором видов ЖНП, характерного для данного типа леса; многочисленным разновозрастным подростом.

Таблица 10.3

## Биометрические показатели побегов подроста сосны

Осевой побег				Боковые побеги																				
Год	Дли- на побе- га, см	Длина хвои, мм	Охвоен- ность побега	2021				2020				2019				2018				2017				
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Жизнеспособный подрост																								
2021																								
2020																								
2019																								
2018																								
2017																								
Нежизнеспособный подрост																								
2021																								
2020																								
2019																								
2018																								
2017																								

Примечание. 1 – длина побега, см;

2 – длина хвои, см;

3 – охвоенность побега (количество хвоинок на 1 см длины побега), шт.;

4 – относительная длина осевого побега (отношение длины осевого побега к длине соответствующего бокового побега).



2 стадия – намечаются тропинки, занимающие не более 5 % площади; начинается вытаптывание подстилки и проникновение опушечных видов ЖНП под полог леса.

3 стадия – вытоптаннные участки занимают 10–15 % площади; мощность подстилки значительно уменьшена, что вместе с увеличением освещенности, связанным с начавшимся изреживанием верхнего полога, подроста и подлеска, приводит к внедрению луговых и даже сорных видов под полог леса; сохранившийся подрост имеет небольшое разнообразие по составу, высоте и состоянию, почти нет всходов хвойных пород.

4 стадия – лесной фитоценоз приобретает своеобразную структуру, заключающуюся в чередовании куртин подроста и подлеска, ограниченных полянами и тропинками; на полянах полностью разрушается подстилка, разрастаются луговые травы, происходит задернение почвы; подрост остается только под защитой куртин, жизнеспособность его очень низка; вытоптаннные участки занимают 15–20 % площади.

5 стадия – вытоптанная площадь увеличивается до 60–100 % территории; значительная часть площади лишена растительности, сохраняются лишь пятна, фрагменты сорняков и однолетников, подрост почти полностью отсутствует; резко увеличена освещенность под пологом; все сохранившиеся взрослые деревья больны или имеют механические повреждения, у значительной их части корни обнажены и выступают на поверхность почвы.

Граница устойчивости фитоценоза находится между 3 и 4 стадиями рекреационной дигрессии. Установление этой границы имеет большое практическое значение для определения допустимых рекреационных нагрузок и позволяет вовремя остановить необратимые изменения фитоценоза.

Для проведения исследований могут быть выбраны любые насаждения, испытывающие рекреационные нагрузки в той или иной степени (лесопарки, насаждения вокруг городов и поселков, вблизи домов отдыха и санаториев, места массового отдыха населения вблизи водоемов, живописных скал и т.д.).

По указанным выше признакам подбирают участки (зоны), находящиеся на различных стадиях рекреационной дигрессии. В каждой зоне закладывают по 10 учетных площадок размером 2 × 2 м, которые располагаются равномерно по всей площади зоны дигрессии. Местоположение площадок должно быть примерно одинаковое: или ровное, или склон одной экспозиции, или пониженное местоположение. Площадки закладываются в одном типе леса или в близких типах леса. По углам площадки обозначаются колышками.

На каждой площадке проводится сплошной пересчет подроста с подразделением его по породам, высоте и жизнеспособности. Данные вносятся в ведомость (табл. 10.4).

По жизнеспособности подрост подразделяют на три категории:

– жизнеспособный – ежегодный прирост осевого побега больше приростов соответствующих боковых побегов и составляет 5–10 см, хвоя (листва) ярко-зеленая, охвоение (облиствение) густое, видимых механических повреждений и двухвершинности нет;

– сомнительный – прирост осевого побега слабый, есть механические повреждения (обдир коры, поломка боковых побегов), двухвершинность, пожелтение некоторой хвои (листвы);

– нежизнеспособный – усыхание хвои, облом верхушки, сильный обдир коры, ненормально развитая крона (плоская или однобокая), сильное искривление стволика. Прирост осевого побега равен или меньше прироста боковых побегов.

По высоте подрост делится на три градации: мелкий – до 0,5 м, средний – 0,6–1,5 м и крупный – свыше 1,5 м. Всходы учитываются отдельно. К всходам относят молодые растения в возрасте до двух лет, когда организм растет за счет питательных веществ эндосперма семени.

Данные по учету подроста по площадкам пересчитываются на 1 га. Сумма площадей всех 10 площадок каждая площадью 4 м<sup>2</sup> составляет 40 м<sup>2</sup>.

Составляется пропорция: на 40 м<sup>2</sup> –  $n$  штук; на 1 га (10 000 м<sup>2</sup>) –  $x$ ,  
отсюда  $x = n \times 10\,000/40$ , шт./га.

Количество подроста в пересчете на 1 га находится для каждой породы, группы высот и степени жизнеспособности. Причем количество сомнительного подроста распределяется поровну между жизнеспособным и нежизнеспособным, так как предполагается, что теоретически половина экземпляров такого подроста не выживет.

На учетных площадках в каждой зоне рекреационной дигрессии описывается также видовой состав ЖНП. Общее проективное покрытие (доля площади, покрытой ЖНП, от общей площади учетной площадки) определяется визуально. Затем рассчитывается среднее проективное покрытие для всей зоны.

Далее определяется встречаемость отдельных видов ЖНП как отношение количества учетных площадок, где данный вид обнаружен, к общему количеству заложенных площадок в %.

Таблица 10.4

## Ведомость перече́та подро́ста

№ учетной площадки	Порода	Всходы, шт.	Количество подроста, шт.											
			до 0,5 м				0,6–1,5 м				более 1,5 м			
			Жизнеспособный	Сомнительный	Нежизнеспособный	Всего	Жизнеспособный	Сомнительный	Нежизнеспособный	Всего	Жизнеспособный	Сомнительный	Нежизнеспособный	Всего
1	С Е Б													
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
Всего														
На 1 га														

По полученным данным делаются выводы о влиянии степени рекреационной нагрузки на состав подроста и его численность. По состоянию подроста определяют, какие породы более устойчивые, а какие менее; по высоте подроста и наличию всходов – прекратился ли процесс возобновления в данной зоне или же еще продолжается. Например, если на участке наблюдается большое количество всходов и жизнеспособного подроста высотой до 0,5 м, то процесс возобновления продолжается. А если преобладает подрост высотой свыше 1,5 м, подрост высотой 0,5–1,5 м сомнительный, а мелкий подрост и всходы отсутствуют, то процесс возобновления прекратился.

Следует определить, как влияет степень рекреационной нагрузки на видовой состав, проективное покрытие и встречаемость ЖНП. Отметить, какие виды растений характерны для каждой зоны. Сделать заключение, какие показатели наиболее объективно характеризуют степень рекреационной дигрессии обследованной территории, и дать рекомендации по улучшению состояния участка.

### **Исследовательская работа на тему «Влияние рубок ухода в молодняках на прирост деревьев сосны или ели по высоте»**

Различные древесные породы по-разному реагируют на изменение факторов окружающей среды в результате рубок ухода. После изреживания древостоя рубками меняется соотношение различных древесных пород, если древостой смешанный. За счет более интенсивного вырубания одной из пород меняется характер взаимного влияния деревьев друг на друга, так как ослабевает конкуренция за свет, почвенное питание и влагу. Все это отражается на приросте верхушечного побега молодых деревьев. Различная степень изреживания по-разному влияет на изменение прироста, так как это различная площадь питания, которая будет приходиться на одно дерево в результате ухода.

Прирост после ухода увеличивается иногда сразу же на следующий год, иногда – на второй или третий год. Если прирост в высоту не будет резко отличаться от прироста деревьев в молодняках, где рубки ухода не проводились, значит, изреживание древостоя было очень слабое и требуется повторный уход.

Исследования удобнее проводить в сосновых молодняках, так как у сосны легче определить прирост верхушечного побега, где прирост каждого года отделяется мутовкой боковых побегов. У ели тоже ежегодный прирост отделяется мутовкой боковых побегов, но есть и одиночные ночные побеги между мутовками на одиночном побеге, которые нельзя путать с мутовкой при определении возраста.

По материалам лесничества подбираются участки молодняков, где несколько лет назад (5–7 лет назад) проводились рубки ухода в молодняках (осветления) с различной интенсивностью (% выборки деревьев). Для контроля подбираются участки, где уход не проводился. По возможности все ПП лучше заложить в одном типе леса или в одной группе типов леса.

С каждой ПП отбирается 30 деревьев примерно равного возраста как на изреженных участках, так и на контроле, в том числе 10 деревьев, занимающих господствующее положение в пологе (самые высокие); 10 деревьев согосподствующих, т.е. занимающих промежуточное положение (среднее); 10 деревьев подчиненных, т.е. наиболее отставших в росте.

У всех деревьев линейкой измеряется величина верхушечного прироста в см за годы, прошедшие после рубки. Год рубки и ее интенсивность устанавливается по материалам лесхоза. Результаты замеров заносятся в табл. 10.5.

Таблица 10.5

Прирост деревьев сосны (ели) по высоте после проведения рубок ухода с интенсивностью изреживания \_\_\_\_ % (на контроле)

Категория деревьев	№ дерева	Прирост за годы						
		2021	2020	2019	2018	2017	2016 (год рубки)	2015
Господствующие	1							
	.							
	.							
	10 В ср.							
Согосподствующие	1							
	.							
	.							
	10 В ср.							
Подчиненные	1							
	.							
	.							
	10 В ср.							

После этого дается сравнение прироста деревьев различной категории на площади, пройденной уходом, и на контроле, где уход не проводился. На пройденных рубками площадях целесообразно сравнить прирост до проведения рубок ухода и после их проведения.

Если в лесничестве имеются насаждения с одинаковым составом, где уход проводился с различной интенсивностью, можно сравнить приросты деревьев различной категории в зависимости от интенсивности изреживания.

### **Исследовательская работа на тему «Состояние лесных насаждений в условиях загрязнения атмосферы аэропромвыбросами предприятия»**

В настоящее время в связи с возрастанием техногенного воздействия на окружающую среду леса испытывают огромный прессинг. Одной из причин гибели лесов и ухудшения их состояния является загрязнение атмосферы выбросами разного рода промышленных предприятий (аэропромвыбросами).

Так, по данным ряда авторов, на Урале все леса в той или иной мере подвержены влиянию аэропромвыбросов.

Ущерб легче предупредить, чем возместить, поэтому правильная и своевременная оценка состояния лесов, произрастающих вблизи промышленных предприятий, позволит вовремя принять необходимые меры и не допустить разрушения насаждений.

Объектом исследования могут быть выбраны леса вокруг различных предприятий, загрязняющих атмосферу (металлургические комбинаты, нефте- и газоперерабатывающие заводы, газокompрессорные станции, химические комбинаты, ГРЭС, ТЭЦ и т. д.).

Прежде всего необходимо установить тип загрязнителя, который выделяют в атмосферу данные предприятия. В качестве поллютантов могут выступать оксиды серы, азота, окиси тяжелых металлов, сероводород, различные углеводороды и т. д.

Затем по данным местной метеостанции устанавливается направление преобладающих ветров в районе исследований, т. е. определяется, в какую сторону от заводской трубы летит наибольшее количество загрязнителя. В сторону преобладающих ветров от трубы в насаждениях желательного одного или близких типов леса примерно одинакового возраста и состава закладываются на разном расстоянии от источника загрязнения пробные площади (ПП) в количестве 3–5 шт.

Причем одна ПП должна быть заложена в контрольных условиях, вне зоны воздействия выбросов, т.е. в теоретически здоровых насаждениях.

Участки для закладки ПП подбираются по таксационным описаниям лесничества и на основе консультаций со специалистами.

Пробы закладываются прямоугольной либо квадратной формы таким размером, чтобы на них умещалось около 200 деревьев главной породы (сосны, ели и т.д.).

На ПП выполняется сплошной пересчет деревьев по породам и ступеням толщины. Одновременно у каждого дерева определяется категория санитарного состояния по указанным ниже визуальным признакам:

1 – без признаков ослабления; крона густая, хвоя (листва) зеленая, блестящая; прирост текущего года нормальный; стволы и корневые лапы признаков повреждений не имеют;

2 – ослабленные; крона ажурная; хвоя зеленая, светло-зеленая или обожжена не более чем на 1/3; у лиственных рано опадают листья; прирост уменьшен не более чем на половину; усыхание отдельных корневых лап; местное повреждение ствола;

3 – сильно ослабленные; крона сильно ажурная; хвоя бледно-зеленая или матовая либо обожжена более чем на 1/3; у лиственных лист мелкий, бледный, рано желтеет и опадает; прирост очень слабый; усыхание до 2/3 кроны; повреждения корневых лап или ствола, окольцовывающие их до 2/3; попытки поселения или местные поселения стволовых вредителей; плодовые тела, иные признаки деятельности дереворазрушающих грибов на стволе и корневых лапах;

4 – усыхающие; крона сильно ажурная; хвоя желтоватая или желто-зеленая, осыпается; прирост слабый или отсутствует; усыхание более 2/3 кроны; повреждения ствола и корневых лап более 2/3 окружности; имеются признаки заселения стволовыми вредителями;

5 – деревья, полностью утратившие жизнеспособность.

К данной категории санитарного состояния относятся сухостойные, ветровальные (вываленные ветром) и буреломные (сломанные ветром).

Данные перечета заносятся в ведомость (табл. 10.6).

После выполнения перечета определяют количество деревьев каждой категории на ПП и общее количество деревьев для каждой породы отдельно. Затем эти данные пересчитывают на 1 га делением на площадь пробы.

Средний балл состояния породы определяют перемножением количества деревьев данной категории на номер категории (от 1 до 6), складывают по всем категориям и делят на общее количество деревьев всех категорий.

Таблица 10.6

## Ведомость перечета деревьев по диаметру и санитарному состоянию

Степень толщи- ны, см	Количество деревьев по породам и категориям санитарного состояния, шт.																					
	Сосна							Ель							Береза							
	1	2	3	4	5	Всего	Ср. балл состо- яния	1	2	3	4	5	Всего	Ср. балл состо- яния	1	2	3	4	5	Всего	Ср. балл состоя- ния	
8																						
10																						
12																						
14																						
16																						
18																						
20																						
22																						
24																						
26																						
28																						
30																						
32																						
34																						
36																						
На III																						
На 1 га																						



### *Пример*

Пусть количество деревьев по категориям распределяется следующим образом:

1 – 20, 2 – 25, 3 – 30, 4 – 10, 5 – 15. Всего 100 шт.

Тогда

$$20 \times 1 + 25 \times 2 + 30 \times 3 + 10 \times 4 + 15 \times 5 = 275 : 100 = 2,75.$$

Средний балл состояния – 2,75.

Средний балл состояния определяют для каждой ступени толщины и в среднем для породы на ПП.

Сравнивая средние баллы санитарного состояния пород на ПП, заложенных в разных зонах загрязнения, можно сделать анализ санитарного состояния насаждений, определить, какие породы более устойчивы к воздействию загрязнителей, а какие менее. Чем выше средний балл, тем хуже санитарное состояние данной породы и тем ниже ее устойчивость.

Сравнивая средний балл санитарного состояния по ступеням толщины, можно проанализировать, деревья каких ступеней толщины (толстых, тонких или средних) больше повреждаются выбросами.

Хорошими индикаторами чистоты воздуха являются эпифитные лишайники, т. е. лишайники, произрастающие на стволах деревьях.

Чем выше концентрация поллютантов в воздухе, тем беднее лишайниковый покров.

При критических дозах лишайники совсем исчезают, образуя так называемые «лишайниковые пустыни». Такие пустыни часто наблюдаются вблизи крупных источников загрязнения воздуха.

Для изучения лишайников на каждой ПП отбирается по 15–20 деревьев главной породы, близких к среднему диаметру дерева в древостое. На этих деревьях на основании ствола и на высоте 1,3 м подсчитывается количество видов лишайников, проективное покрытие ими ствола и общая высота поднятия лишайников по стволу.

Эти показатели определяются с двух сторон дерева: со стороны трубы и с противоположной стороны.

Данные замеров заносятся в отдельную ведомость (табл. 10.7).

Для определения проективного покрытия лишайниками ствола (доля площади поверхности ствола, занятой лишайниками, в %) на прозрачном куске полиэтиленовой пленки наносят сетку квадратов размером 10 × 10 см, которую разбивают на квадратики со стороной 1 см.

Площадь каждого квадратика составляет 1 см<sup>2</sup>, а общая площадь сетки – 100 см<sup>2</sup>.

Прикладывая сетку к стволу, подсчитывают, сколько квадратиков занято лишайниками – это и будет проективное покрытие в %.

Таблица 10.7

Характеристика эпифитных лишайников на стволах сосны (ели)

№ дерева	Часть ствола	Со стороны источника выбросов			С противоположной стороны от источника выбросов		
		Проективное покрытие, %	Количество видов, шт.	Высота поднятия по стволу, м	Проективное покрытие, %	Количество видов, шт.	Высота поднятия по стволу, м
1	о.с. 1,3						
2	о.с. 1,3						
.	о.с. 1,3						
20	о.с. 1,3						

Примечание. о.с. – основание ствола; 1,3 – на высоте 1,3 м.

После заполнения табл. 10.7 подсчитываются средние показатели для ПП и делаются выводы о состоянии эпифитных лишайников в различных зонах загрязнения.

В конце делается вывод, какой показатель более объективно отражает степень загрязнения атмосферы: санитарное состояние древостоев или характеристики эпифитного лишайникового покрова (указать, какие из них).

**Рекомендуемая литература**

Бунькова, Н. П. 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.

Годовалов, Г. А. Недревесная продукция леса / Г. А. Годовалов, С. В. Залесов, А. С. Коростелев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2018. – 351 с.

Данчева, А.В. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника : монография /

А. В. Данчева, С. В. Залесов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 195 с.

Данчева, А. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения : учебное пособие / А. В. Данчева, С. В. Залесов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 152 с.

Залесов, С. В. Деградация и демутиация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи / С. В. Залесов, Н. А. Кряжевских, Н. Я. Крупинин [ и др.]. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2002. – Вып. 1. – 436 с.

Залесов, С. В. Лесоводство: учебник / С. В. Залесов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – 295 с.

Залесов, С. В. Рубки ухода: учебное пособие / С. В. Залесов, Н. А. Луганский, Н. Н. Теринов, В. А. Щаровский. – Екатеринбург : УЛТИ, 1993. – 112 с.

Илюшин, И. Р. Усыхание хвойных лесов от задымления / И. Р. Илюшин. – Горький, 1953.

Луганский, Н. А. Влияние микросреды на прирост побегов сосны в молодняках / Н. А. Луганский, Г. П. Макаренко // Сезонное развитие природы. – Москва, 1974. – С. 40–42.

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

Молчанов, А. А. Лес и окружающая среда / А. А. Молчанов. – Москва : Наука, 1968. – 247 с.

Морозов, А. Е. Методические указания по дипломному проектированию для слушателей МЛА / А. Е. Морозов. – Екатеринбург : УГЛТА, 2001. – 24 с.

Николаевский, В. С. Биологические основы газоустойчивости растений / В. С. Николаевский. – Новосибирск, 1979. – 278 с.

Николаевский, В. С. Лес и промышленные выбросы / В. С. Николаевский // Лесное хозяйство. – 1987. – № 10. – С. 15–16.

Новикова, А. А. Рост и развитие древесных растений в зависимости от светового режима / А. А. Новикова. – Минск, 1985. – 95 с.

Правила лесовосстановления: утв. приказом Минприроды России от 04.12.2020 г. № 1014. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/573123762>

Рябинин, В. М. Лес и промышленные газы / В. М. Рябинин. – Москва, 1965. – 112 с.

Снакин, В. В. Экологический мониторинг : методическое пособие для учителей средних учебных учреждений / В. В. Снакин, М. А. Малярова, Т. Ф. Гурова [и др.]. – Москва: РЭФИА, 1996. – 92 с.

Хайретдинов, А. Ф. Рекреационное лесоводство / А. Ф. Хайретдинов, С. И. Конашова. – Уфа, 1994. – 222 с.

Хайретдинов, А. Ф. Введение в лесоводство / А. Ф. Хайретдинов, С. В. Залесов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 202 с.

Чижов, Б. Е. Лес и нефть ХМАО / Б. Е. Чижов. – Тюмень, 1998. – 144 с.

Чижов, Б. Е. Леса и лесное хозяйство Югры / Б. Е. Чижов. – Екатеринбург, 2000. – 128 с.

Экология ХМАО / под. ред. В. В. Плотникова. – Тюмень : Софт-Дизайн, 1997. – 288 с.





## 11. ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ

*Лесная пирология* – дисциплина, изучающая природу лесных пожаров и вызываемых ими изменений в лесу, разрабатывает методы борьбы с лесными пожарами и их отрицательными последствиями, определяет возможности и пути использования положительной роли огня в лесном хозяйстве.

*Лесные пожары* – горение растительности, стихийно распространяющееся по лесной территории.

Лесные пожары уничтожают деревья и кустарники, заготовленную в лесу древесину. В результате пожаров снижаются защитные, водоохранные и другие полезные свойства леса, уничтожается фауна, сооружения, а в отдельных случаях и населенные пункты. Кроме того, лесной пожар представляет серьезную опасность для людей и сельскохозяйственных животных.

*Основными причинами возникновения лесных пожаров* являются деятельность человека, грозовые разряды, самовозгорания торфяной крошки и сельскохозяйственные палы в условиях жаркой погоды или в так называемый пожароопасный сезон (период с момента таяния снегового покрова в лесу до появления полного зеленого покрова или наступления устойчивой дождливой осенней погоды).

Естественные пожары (вызванные молниями) отличаются от антропогенных (вызванных людьми) пожаров. Так, молнии, как правило, попадают в деревья на возвышенностях, и огонь, спускаясь по склону, продвигается медленно. При этом теряется сила пламени, и огонь редко распространяется на большие площади. Антропогенные же пожары чаще начинаются в низинах и распадках, что определяет более быстрое и опасное развитие пожара. От разрядов молний в среднем в России ежегодно возникает 10–15 % лесных пожаров.

Согласно статистическим данным, выделяют следующие наиболее распространенные причины возникновения лесных пожаров:

1) антропогенные причины. Основной причиной возникновения лесных пожаров является неосторожное обращение граждан с огнем в лесу –

50,8 %, сюда же следует отнести переход огня с земель иных категорий – 14 %, а также пожары от выжигания сухой травянистой растительности – 2,9 %. По вине арендаторов лесных участков возникает менее 1 % от общего числа лесных пожаров. От линейных объектов, таких как ЛЭП и железные дороги, возникает не более 2 %;

2) природные лесные пожары. К основным природным причинам относятся молнии, вулканы, метеориты, самовозгорание каменного угля, торфа, лесной подстилки и т.п. В ряде регионов земного шара доля числа пожаров, возникающих от природных источников огня, довольно велика. Помимо молний, природной причиной пожара, может быть самовозгорание торфа, каменного угля и лесной подстилки. Однако естественное самовозгорание – явление, особенно в таежной зоне, довольно редкое.

Лесные пожары возникали от природных явлений и до появления человека, но с увеличением численности населения и активизацией хозяйственной деятельности людей в возникновении лесных пожаров основным стал антропогенный фактор. Так, главной причиной возникновения лесных пожаров в Свердловской области является неосторожное обращение с огнем населения. Неорганизованное население является причиной пожаров в 83–94 % случаев, причем этот показатель имеет тенденцию к увеличению.

### **Понятие о лесном пожаре. Виды пожаров**

Лесные пожары относятся к группе природных пожаров и подразделяются на три вида: низовые, верховые и почвенные (торфяные).

*Низовой пожар* – лесной пожар, при котором выгорает только лесная подстилка, мхи и лишайники, а деревья в основном остаются нетронутыми.

В зависимости от основных видов горючих материалов низовые пожары делятся на следующие подвиды:

- 1) напочвенные – объект горения – живой напочвенный покров, верхний слой лесной подстилки, опад;
- 2) подлеско-кустарниковые – объект горения – подрост, подлесок;
- 3) валежно-пневые – объект горения – порубочные остатки, ветровальная древесина.

По скорости распространения огня и характеру горения низовые пожары разделяются на беглые и устойчивые. При беглом низовом пожаре сгорают, как правило, живой напочвенный покров, верхний слой лесной подстилки, а также обгорают подрост и подлесок. Скорость распространения огня зависит от скорости ветра в приземном слое и составляет 180–300 м/ч (3–5 м/мин). Беглые низовые пожары характерны для начала пожароопасного сезона. При устойчивом низовом пожаре напочвенные горючие материалы, как правило, сгорают полностью.



*Верховой пожар* – лесной пожар, охватывающий полог древостоя, при этом сгорает весь лес.

В зависимости от объекта горения верховые пожары подразделяются на следующие подвиды:

- 1) вершинный – обгорают кроны деревьев (хвоя, тонкие побеги);
- 2) повальный – огнем охвачены все компоненты насаждения;
- 3) стволовой – горят стволы деревьев.

По скорости распространения огня верховые пожары подразделяются на беглые и устойчивые. Беглый верховой пожар возникает при сильном ветре. Его скорость 4500 м/ч и более (75 м/мин и более). Скорость устойчивого верхового пожара – 300–1500 м/ч (5–25 м/мин). Верховые пожары характерны для хвойных молодняков, зарослей кедрового стланика и дуба кустарниковой формы при наличии на нем сухих прошлогодних листьев в весенний период. Верховые пожары развиваются из низовых. В горных условиях низовой пожар переходит в верховой в хвойных насаждениях, произрастающих на крутых склонах в их верхней части.

В сухую погоду низовой пожар легко переходит в верховой, а верховой, в свою очередь, может распространиться на огромную площадь.

*Почвенный пожар* – лесной пожар, при котором горение распространяется в органической части почвы лесного биогеоценоза. Почвенные пожары подразделяются на подстильно-гумусовые и торфяные. При подстильно-гумусовом пожаре горение распространяется по нижней части лесной подстилки и грубому гумусу, при торфяном пожаре – по торфянистому горизонту почвы. Почвенный пожар, как правило, развивается в результате заглубления горения низового пожара в подстилку и торфяной слой почвы. Для почвенных пожаров в отличие от низовых и верховых характерна беспламенная форма горения.

Сила почвенного пожара определяется по глубине выгорания:

- слабым почвенным (подземным) пожаром считается такой, у которого глубина прогорания не превышает 25 см;
- средним – 25–50 см;
- сильным – более 50 см.

Средняя продолжительность лесных крупных пожаров – 10–15 сут при выгорающей площади 450–500 га.

### **Влияние пожаров на компоненты лесного насаждения**

Различные компоненты насаждения имеют неодинаковую устойчивость к тепловому воздействию пожаров. Пожары как один из факторов нарушения среды в лесных экосистемах приводят к изменению свойств напочвенного покрова, почвы, упрощению сообществ.

*Древостой.* Под влиянием периодически повторяющихся лесных пожаров происходило не только видоизменение растений, но и формирование лесных ландшафтов. Лесные пожары ежегодно приводили к гибели древостоев на огромной площади, но и способствовали обновлению состава лесных сообществ. Вызываемые лесными пожарами смены пород позволяли использовать запасы питательных веществ из разных почвенных горизонтов и в конечном счете обусловили многовековое существование продуктивных лесов на одних и тех же площадях.

*Живой напочвенный покров.* Установлено, что в послепожарные годы в насаждениях происходит уменьшение количества видов живого напочвенного покрова и увеличение общего проективного покрытия. Наибольшее проективное покрытие отмечается на участках с пожаром сильной интенсивности. После пожара вначале наблюдается полное отсутствие растительности, затем появляются многолетние растения, способные размножаться корневыми образованиями и со значительной семенной продуктивностью.

*Подрост и процесс естественного лесовозобновления.* Пожары содействуют естественному возобновлению древесных пород, прежде всего светохвойных, способствуют расширению их ареалов. Свидетельством тому являются широко распространенные в природе вспышки послепожарного возобновления сосны, лиственницы и ряда других пород. Так, на Урале, по наблюдениям С. Н. Санникова, на горях может появляться подрост сосны численностью в десятки, а иногда и в сотни раз больше, чем на не горевшей площади.

### **Охрана лесов от пожаров. Меры предотвращения и ограничения распространения пожаров**

Признаки лесного пожара: устойчивый запах гари, туманообразный дым, беспокойное поведение птиц, животных, насекомых, их миграции в одну сторону, ночное зарево на горизонте.

Меры пожарной безопасности в лесах включают:

а) предупреждение лесных пожаров (противопожарное обустройство лесов и обеспечение средствами предупреждения и тушения лесных пожаров);

б) мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожарах;

в) разработку и утверждение планов тушения лесных пожаров.

Предупреждение и ограничение распространения пожаров в лесах достигается проведением мероприятий по повышению пожароустойчивости лесов путем регулирования их состава, санитарных рубок и очистки их от захламленности, а также путем создания на территории лесного фонда системы противопожарных барьеров, ограничивающих распространение воз-

можных пожаров, устройства сети дорог и водоемов, позволяющих быстрее обеспечить их локализацию.

К объектам противопожарного обустройства лесов относятся:

- дороги, предназначенные для охраны лесов от пожаров, дороги противопожарного назначения;
- посадочные площадки для самолетов, вертолетов, используемых в целях проведения авиационных работ по охране и защите лесов;
- искусственные и естественные противопожарные барьеры, в том числе противопожарные разрывы, заслоны, минерализованные полосы, канавы, просеки и пожароустойчивые опушки, полосы, очищенные от пожароопасных сухой травяной растительности, валежа, хвороста, кустарниковой растительности;
- пожарные наблюдательные пункты, включая вышки, мачты, павильоны и другие наблюдательные пункты;
- пункты сосредоточения противопожарного инвентаря;
- пожарные водоемы и подъезды к источникам противопожарного водоснабжения;
- лесоосушительные сети, включая шлюзы, временные плотины, дороги, предназначенные для проведения работ по гидромелиорации, в целях обеспечения благоприятного противопожарного режима в лесах;
- участки, предназначенные для проведения профилактического контролируемого противопожарного выжигания хвороста, лесной подстилки, сухой травы и других лесных горючих материалов;
- зоны отдыха граждан, пребывающих в лесах, в том числе места для отдыха и курения в лесу, площадки для стоянок туристов, смотровые площадки и площадки для стоянки автотранспорта;
- шлагбаумы, преграды, обеспечивающие ограничение пребывания граждан в лесах в целях обеспечения пожарной безопасности;
- стенды и другие знаки, указатели, содержащие информацию о мерах пожарной безопасности в лесах.

### ***Требования пожарной безопасности к пребыванию граждан в лесах***

В пожароопасный сезон в лесу недопустимо:

- бросать в лесу горящие спички, окурки, тлеющие тряпки;
- разводить костёр в густых зарослях и хвойном молодняке, под низко свисающими кронами деревьев, рядом со складами древесины, торфа, в непосредственной близости от созревших сельхозкультур;
- оставлять в лесу самовозгораемый материал: тряпки и ветошь, пропитанные маслом или бензином, стеклянную тару и посуду, которая в солнеч-

ную погоду может сфокусировать солнечный луч и воспламенить сухую растительность;

- выжигать сухую траву на лесных полянах, в садах, на полях, под деревьями;

- разводить костёр с помощью легковоспламеняющихся жидкостей или в ветреную погоду;

- оставлять костёр без присмотра или непотушенным после покидания стоянки.

Если в конкретной местности введён особый противопожарный режим, категорически запрещается посещение лесов до его отмены.

### ***Меры предупреждения возникновения лесных пожаров***

Поскольку в подавляющем большинстве случаев лесные пожары возникают из-за неосторожного обращения людей с огнем во время отдыха или выполнения работ, государственные органы управления лесным хозяйством должны обеспечить:

- широкое проведение лесопожарной пропаганды среди населения в населенных пунктах, общественном транспорте, местах выполнения работ и массового отдыха людей по соблюдению правил пожарной безопасности;

- организацию лесной рекреации в целях сокращения неорганизованного притока людей, обеспечения пожарной безопасности в местах отдыха;

- контроль за соблюдением требований пожарной безопасности в лесах, установление причин возникновения лесных пожаров, выявление нарушителей и виновников возникновения лесных пожаров.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Активная пожарная защита – меры, обеспечивающие успешную борьбу с пожарами или взрывоопасной ситуацией.

### ***Тушение лесных пожаров***

Тушение каждого лесного пожара – это последовательное выполнение определенных операций. Ликвидация пожара состоит из следующих стадий:

- остановка пожара (прекращение пламенного горения по кромке);

- локализация пожара (предотвращение возможности его дальнейшего распространения);

- дотушивание пожара (ликвидация очагов горения внутри пожарища);

- «окарауливание» пожарища (предотвращение возможности загорания от скрытых очагов горения).

*При тушении лесных пожаров применяются следующие способы и технические средства:*

- захлестывание огня по кромке пожара ветками;
- засыпка кромки пожара грунтом;
- прокладка на пути распространения пожара заградительных и минерализованных полос (канав);
- отжиг (выжигание лесных горючих материалов на пути распространения лесного пожара) и встречный пал (пуск встречного огня);
- тушение водой;
- применение химических веществ;
- искусственное вызывание осадков из облаков.

### ***Правила безопасного тушения небольшого пожара в лесу***

Почувствовав запах дыма, определите, что и где горит; приняв решение тушить небольшой пожар, пошлите за помощью в населенный пункт.

Пламя небольших низовых пожаров можно сбивать, захлестывая ветками лиственных пород, заливая водой, забрасывая влажным грунтом, затаптывая ногами. Торфяные пожары тушат перекапыванием горящего торфа с обильной подачей воды.

При тушении пожара действуйте осмотрительно, не уходите далеко от дорог и просек, не теряйте из виду других участников, поддерживайте с ними зрительную и звуковую связь.

При тушении торфяного пожара учитывайте, что в зоне горения могут образовываться глубокие воронки, поэтому передвигаться следует осторожно, предварительно проверив глубину выгоревшего слоя.

### ***Что делать, если вы оказались в зоне лесного пожара***

Если вы находитесь в лесу, где возник пожар, то определите направление ветра и распространения огня.

Выходите из опасной зоны только вдоль распространения пожара.

Бегите вдоль фронта огня; не обгоняйте лесной пожар; для преодоления нехватки кислорода пригнитесь к земле.

Дышите через мокрый платок или смоченную одежду.

Если невозможно уйти от пожара, войдите в водоем или накройтесь мокрой одеждой, окунитесь в ближайший водоем.

После выхода из зоны пожара сообщите о месте, размерах и характере пожара в пожарную часть по телефону 01, ближайшее лесничество или по единому телефону 112.

Важное значение на всех этапах тушения лесного пожара и при прогнозировании его последствий имеет площадь. Анализ данных о размерах

пройденной огнем площади к моменту обнаружения лесных пожаров позволяет объективно оценить эффективность работы служб обнаружения, а динамика изменения площади пожара с момента начала тушения до ликвидации показывает эффективность работы служб тушения.

По величине пройденной огнем площади лесные пожары делятся на 5 классов. При классификации используется следующая шкала (га): А – менее 0,1; Б – от 0,1 до 5; В – 5,1–50,0; Г – 50,1–150; Д – свыше 150. В свою очередь, класс Д делится на 4 подкласса (га); Д1 – 150–250; Д2 – 250,1–1000; Д3 – 1000,1–10 000; Д4 – свыше 10 000. Лесные пожары площадью более 25 га в районах наземной охраны лесов и более 200 га в районах авиалесоохраны называются крупными.

Работы по тушению крупного пожара можно разделить на следующие этапы: разведка пожара; локализация пожара, т.е. устранение возможностей нового распространения пожара; ликвидация пожара, т.е. дотушивание очагов горения; окарауливание пожарищ. Разведка пожара включает уточнение границ пожара, выявление вида и силы горения на кромке и ее отдельных частях в разное время суток.

### **Последствия лесных пожаров**

Лесные пожары способствуют распространению вредных насекомых и дереворазрушающих грибов, ухудшают почвенные условия.

С одного гектара горящего леса в атмосферу выбрасывается от 80 до 100 т дымовых частиц, 10–12 т таких газов, как оксид углерода, окислы серы, окислы азота.

Из-за лесных пожаров многие животные гибнут, другие перемещаются с территорий пожарищ в другие места в поисках пропитания.

Лесные пожары, бушующие летом в России, не только «слизывают» целые деревни, причиняя вред населению страны, но повреждают или уничтожают ценные деревья в лесах, пагубно влияя на возобновление экоресурсов.

### **Профилактика лесных пожаров**

Мероприятия по предупреждению распространения лесных пожаров предусматривают осуществление ряда лесоводственных мероприятий (санитарные рубки, очистка мест рубок леса и др.), а также проведение специальных мероприятий по созданию системы противопожарных барьеров в лесу и строительству различных противопожарных объектов.

Чтобы уменьшить опасность возгорания леса, надо очистить его от сухости и валежника, устранить подлесок, проложить 2–3 минерализованных полосы с расстоянием между ними 50–60 м, а напочвенный покров между ними периодически выжигать.

На переданных лесопользователям участках лесного фонда Российской Федерации (далее – лесной фонд) проводятся следующие противопожарные мероприятия.

1. Подготовка участков лесного фонда к пожароопасному сезону, включающая:

- создание системы противопожарных барьеров (минерализованных полос, разрывов, канав) и уход за ними;
- строительство и ремонт дорог противопожарного назначения;
- устройство пожарных водоемов;
- устройство подъездов к водоисточникам для пожарных машин;
- мероприятия по повышению пожароустойчивости лесов (регулирование их состава, очистка от захламленности и т. п.);
- устройство противопожарных щитов, обустройство мест отдыха;
- устройство пожарных наблюдательных пунктов, вышек и мачт.

2. Изготовление и установка средств наглядной агитации и предупредительных знаков.

3. Проведение контролируемых профилактических противопожарных выжиганий при наличии соответствующего разрешения органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации.

4. Подготовка руководителей, ответственных за тушение лесных пожаров, создание бригад рабочих, обученных способам тушения лесных пожаров, участие в проводимых в соответствующем субъекте Российской Федерации тактико-специальных учений, тренировок по тушению лесных пожаров.

5. Участие в разработке оперативных планов по тушению лесных пожаров в лесном фонде на территории соответствующего субъекта Российской Федерации.

7. Наем временных пожарных сторожей, работников по охране техники и оборудования.

8. Патрулирование пожароопасных участков лесного фонда.

9. Организация связи (телефонная проводная, радиосвязь).

### ***Организация занятий с членами школьных лесничеств***

*Основная цель дисциплины «Лесная пирология»:* овладение современными теоретическими знаниями о процессе горения, о классификации лесных пожаров, о способах и методах предупреждения, обнаружения и тушения лесных пожаров.

Задачи дисциплины. В результате освоения дисциплины «Лесная пирология» школьник должен знать:

– теоретические аспекты лесной пирологии: причины и условия лесных пожаров, природу и классификацию лесных пожаров, принципы их прогнозирования;

– современные способы, методы и технические средства обнаружения лесных пожаров;

уметь:

– анализировать противопожарное состояние лесного фонда;

владеть:

– методами организации профилактики, охраны и защиты лесов от пожара.

В ходе занятий со школьниками рекомендуется изучить следующие темы.

### ***Тема 1. Мероприятия по охране лесов от пожаров***

Рассматривается структура охраны лесов от пожаров, роль авиации и наземной охраны лесов, мероприятия по предупреждению возникновения пожаров в лесу, мероприятия по предупреждению распространения пожаров в лесу.

### ***Тема 2. Средства обнаружения и тушения лесных пожаров***

Рассматриваются различные средства обнаружения и тушения лесных пожаров. Совершаются экскурсии на пожарно-химическую станцию, авиабазу охраны лесов, в пожарную часть и т.д.

### ***Тема 3. Определение пожарной опасности в лесу по условиям погоды***

Рассматривается способ определения пожарной опасности в лесу по условиям погоды при помощи комплексного показателя В. Г. Нестерова. Комплексный показатель находится по формуле

$$КП_n = КП_{n-1}K_0 + t(t - r),$$

где  $КП_n$  – комплексный показатель текущего дня;

$КП_{n-1}$  – комплексный показатель предыдущего дня;

$K_0$  – коэффициент, зависящий от количества осадков за последние сутки.

При выпадении осадков менее 2,5 мм  $K_0 = 1$ , более 2,5 мм  $K_0 = 0$ .

В зависимости от величины комплексного показателя определяется класс пожарной опасности:

	Величина КП
I – малая пожарная опасность .....	до 300
II – малая пожарная опасность .....	301–1000
III – средняя пожарная опасность .....	1001–4000
IV – высокая пожарная опасность .....	4001–10000
V – чрезвычайная пожарная опасность .....	более 10000



#### **Тема 4. Анализ горимости лесов лесничества**

Для проведения анализа горимости лесов выбирается конкретное лесничество. По данной теме также целесообразно выполнить исследовательскую работу на одну из предложенных тем.

#### **Исследовательская работа на тему «Анализ причин возникновения лесных пожаров в радиусе 5–10 км от населенных пунктов»**

Лесным пожаром называется стихийное, неуправляемое распространение огня по лесной площади. В зависимости от того, в каких компонентах леса распространяется огонь, лесные пожары принято разделять на три вида:

- низовые – огонь распространяется по напочвенному покрову;
- верховые – огонь распространяется по кронам и стволам деревьев верхних ярусов;
- подземные – огонь распространяется в слоях торфа или перегноя.

Наиболее распространены низовые пожары. Число верховых пожаров обычно невелико, хотя они охватывают значительные площади и наносят большой ущерб.

Различным лесничествам присущи свои преобладающие причины возникновения пожаров. Знание причин загорания лесов позволит предупредить случаи возникновения пожаров и проводить профилактическую работу по охране лесов от пожаров. Пожар легче предупредить, чем потушить.

Объектом исследования по данной теме должны служить прилегающие к населенным пунктам, имеющимся на территории вашего лесничества, участки леса.

Необходимо выбрать лесничество для проведения анализа причин возникновения пожаров. Из «Книги учета лесных пожаров» выписываются сведения о пожарах за последние 5 или 10 лет. В дополнение для определения расстояния от пожара до ближайшего населенного пункта можно использовать акты о лесных пожарах с выкопировками мест их возникновения, которые также хранятся в лесничестве. Все данные по пожарам заносятся в журнал учета лесных пожаров (табл. 11.1). В журнал заносятся следующие данные.

1. Место пожара (область, район, лесничество).
2. Удаленность пожара от поселка или места отдыха или других источников огня.
3. Вид лесной площади, пройденной огнем (поляна, прогалина, вырубка, насаждение и т.д.).
4. Характеристика насаждения (состав древостоя, его возраст, густота деревьев, описание травяного покрова).

Таблица 11.1

## Журнал учета лесных пожаров

(Область \_\_\_\_\_ Район \_\_\_\_\_ Лесничество \_\_\_\_\_)

№ п.п.	№ квартала	Название и расстояние до ближайшего населенного пункта	Вид лесной площади	Характеристика насаждения			Описание травяного покрова	Вид пожара	Время обнаружения	Время ликвидации	Площадь пожара, м <sup>2</sup>	Причина пожара	Кто обнаружил	Способ тушения, машины и механизмы
				Состав	Возраст, лет	Густота, шт./га								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Пожароопасный сезон ____ года . . . и т. д.														

5. Вид лесного пожара (низовой, верховой, почвенный).
6. Время возникновения лесного пожара (год, месяц, день, число, время).
7. Время ликвидации пожара (месяц, день, час, число).
8. Размер площади, пройденной лесным пожаром.
9. Причина возникновения лесного пожара.
10. Кто и как обнаружил пожар.
11. С помощью каких механизмов и инструментов был потушен пожар.

При установлении причин лесных пожаров следует руководствоваться следующей классификацией причин возникновения пожаров.

1. От естественных источников огня:
  - молний;
  - самовозгорания каменного угля или торфа;
  - зимующих (подземных) пожаров;
  - прочих причин (вулканов и т. д.)
2. В результате пребывания человека в лесу:
  - а) нарушение правил пожарной безопасности организациями:
    - нарушение действующих инструкций по технологии работ;
    - неисправность механизмов;
    - необеспеченность машин искрогасителями;
    - деятельность экспедиций, работающих в лесу;
    - прочие причины;
  - б) нарушение правил пожарной безопасности отдельными гражданами:
    - отдыхающими, сборщиками грибов, ягод, орехов и т.д.;
    - рыболовами, охотниками;
    - туристами;
    - работниками предприятий, работающих в лесу;
    - местным населением при пользовании лесом (пастьба скота, сенокосение и др.);
3. Умышленный поджог.
4. Прочие установленные причины.
5. Причины не установлены.

Материалы, полученные за период 5–10 лет, анализируются методом сравнения относительных показателей.

Все пожары распределяются по причинам возникновения (табл. 11.2). Например, на территории за весь период наблюдения возникло 65 пожаров. В 40 случаях виновниками пожара явились отдыхающие, сборщики ягод, грибов и т.д.; в 12 случаях – экспедиции, работающие в лесу; 8 пожаров возникло в результате нарушения действующих инструкций по технологии организации работ, связанных с использованием огня в

лесу, 3 – от молний , 2 – по неустановленным причинам. Таким образом, основными виновниками пожаров явились отдыхающие, сборщики грибов и т.д. По вине этой категории людей возникло 61,5 % случаев пожаров. В 18,5 % случаев виновны экспедиции, в 12,3 % – организации, нарушающие технологии работ. 4,6 % пожаров возникло от молний, 3,1 % – по неустановленным причинам.

Таблица 11.2

Распределение числа лесных пожаров  
по причинам возникновения

Причина возникновения пожара	Число случаев	Доля, %
Отдыхающие, сборщики грибов, ягод и т.д.	40	61,5
Деятельность экспедиций, работающих в лесу	12	18,5
Нарушение действующих инструкций по технологии работ	8	12,3
От молний	3	4,6
По неустановленным причинам	2	3,1
Всего	65	100

Все пожары распределяются также по удаленности от населенного пункта (табл. 11.3).

Таблица 11.3

Распределение числа лесных пожаров  
по удаленности от населенного пункта

Удаленность пожара от населенного пункта, км	Число случаев	Доля, %
До 5,0	48	73,8
5,1–10,0	10	15,4
Более 10,0	7	10,8
Всего	65	100

Например, из 65 лесных пожаров 48 возникло в радиусе до 5 км от населенных пунктов, 10 – в радиусе от 5,1 до 10 км, а 7 – в радиусе более 10,0 км, что соответственно составляет 73,8, 15,4 и 10,8 % от общего числа пожаров.

Следовательно, основная работа по предупреждению возникновения лесных пожаров должна проводиться с отдыхающими, сборщиками грибов, ягод, местным населением.

В дни повышенной пожарной опасности необходимо усилить службу патрулирования вблизи населенных пунктов и мест массового отдыха. Подобные анализы и выводы целесообразно сделать и по другим пунктам журнала наблюдений.

## **Исследовательская работа на тему «Влияние лесных пожаров на древостой»**

Работа выполняется на пройденной лесным пожаром площади, занятой древесной растительностью. По книге учета лесных пожаров, находящейся в лесничестве, устанавливается квартал, в котором был зафиксирован лесной пожар, а также дата его возникновения, вид и интенсивность. По дате возникновения лесного пожара устанавливается его давность. Последнее важно отметить, поскольку отпад деревьев после лесного пожара наблюдается в течение 5–6 лет.

Для упрощения работы на пройденной огнем площади желательно сделать выкопировку или копию из планшета кварталов (квартала), в котором был зафиксирован лесной пожар, с указанием границ выделов и пройденной огнем площади. Выкопировка из планшета позволит установить, в одном или нескольких таксационных выделах был пожар.

Затем из таксационного описания выписываются таксационные характеристики насаждений до пожара по выделам. В результате исследования до выхода в лес имеет данные о количестве таксационных выделов, пройденных огнем, их характеристике до пожара, что позволяет спроектировать цель и программу исследований. В частности, если огнем были пройдены сосновые и березовые насаждения, можно выполнить анализ влияния лесных пожаров на древостой разного состава. Если имеются древостои одной породы, но разного возраста, можно проанализировать влияние возраста древостоя на устойчивость против лесного пожара конкретного вида.

После сбора вышеуказанных данных проводятся работы непосредственно на пройденной огнем площади. В процессе исследований закладываются пробные площади (ПП). Каждая ПП закладывается в границах таксационного выдела, т. е. в насаждениях одного типа леса с близкими таксационными показателями древостоев. Если пройденная огнем площадь включает несколько выделов, то в каждом из них можно заложить отдельную пробную площадь. При закладке ПП в насаждениях старше 80 лет площадь ПП устанавливается с таким расчетом, чтобы на ней было не менее 100 деревьев преобладающей породы. В более молодых древостоях количество деревьев на ПП увеличивается до 300–350 шт.

На каждой ПП после ее отграничения в натуре производится пересчет деревьев по породам и ступеням толщины. Степень толщины устанавливается 4 см при среднем диаметре древостоя выше 16 см, при меньшем среднем диаметре степень толщины при пересчете деревьев устанавливается 2 см.

В процессе перечета все деревья распределяются по категориям санитарного состояния (табл. 11.4) согласно шкале категорий санитарного состояния (см. табл. 7.3).

Таблица 11.4

Ведомость перечета деревьев на пройденной огнем площади.  
ПП-1. Лесная порода \_\_\_\_\_

Степень толщины на высоте 1,3 м, см	Количество деревьев по категориям санитарного состояния, шт.											Всего деревьев, шт.
	1	2	3	4	5	В том числе						
						5а	5б	5в	5г	5д	5е	
4												
6												
8												
10												
12												
14												
Итого, шт/%												

При закладке ПП необходимо промерить ее длину и ширину с целью определения площади.

В камеральных условиях определяется санитарное состояние пройденных лесным пожаром древостоев, для чего определяется средневзвешенная категория санитарного состояния по каждой породе, а затем в целом по древостою.

Категория санитарного состояния деревьев ( $K_{cp}$ ) каждой древесной породы на ПП рассчитывается по доле от количества деревьев или от запаса в древостое. Последний показатель более точный, но он требует определения запаса деревьев каждой ступени толщины и категории санитарного состояния по сортиментным таблицам, разработанным для конкретного региона.

Можно для упрощения работы ограничиться распределением количества деревьев по категориям санитарного состояния. В этом случае  $K_{cp}$  для каждой древесной породы определяется по формуле:

$$K_{cp} = \frac{N_1 K_1 + N_2 K_2 + N_3 K_3 + N_4 K_4 + N_5 K_5}{\sum N}$$

где  $N_1, N_2, N_3, N_4$  и  $N_5$  – количество деревьев различных (первой, второй ..., пятой) категорий санитарного состояния, шт.;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5$  – категории санитарного состояния.

Средневзвешенная категория санитарного состояния древостоя в целом ( $K_{cp.др.}$ ) рассчитывается по формуле

$$K_{cp.др.} = \frac{N_c K_{cpC} + N_b K_{cpB} + N_E K_{cpE} + N_{\Pi} K_{cp\Pi}}{\sum N_{C, B, E, \Pi}},$$

где  $N_c, N_b, N_E, N_{\Pi}$  – количество деревьев сосны, березы, ели, пихты и других пород на ПП, шт;

$K_{cpC}, K_{cpB}, K_{cpE}, K_{cp\Pi}$  – средняя категория санитарного состояния сосны, березы, ели, пихты и других пород на ПП;

$\sum N_{C, B, E, \Pi}$  – общее количество всех деревьев на ПП, шт.

Оценка санитарного состояния, пройденного лесным пожаром древостоя или конкретной древесной породы, производится по следующей шкале значений  $K_{cp}$ :

1–1,5 – древостой (древесная порода) без признаков ослабления;

1,51–2,5 – ослабленный древостой (древесная порода);

2,51–3,5 – сильно ослабленный древостой (древесная порода);

3,51–4,5 – усыхающий древостой (древесная порода);

более 4,5 – погибший древостой (древесная порода).

Выполненная работа расширит современные знания о влиянии лесных пожаров на древостой с учетом типа леса, возраста древостоя, давности пожара, его вида и интенсивности.

### **Исследовательская работа на тему «Определение устойчивости деревьев против термического воздействия лесных пожаров»**

Высокие показатели фактической горимости лесов вызывают необходимость повышения пожароустойчивости деревьев. Известно (Залесов, 2006), что камбиальные клетки деревьев отмирают при воздействии температуры 50 °С. В ходе эволюции дерева в таежной зоне, где периодически возникают лесные пожары, выработали особенность формировать толстую кору, которая защищает камбиальные клетки в нижней части ствола от термического воздействия. Так, кора лиственницы в подзоне северной тайги достигает 20 см.

Однако в зависимости от лесорастительных условий деревья формируют разные типы корневых систем. При поверхностной корневой системе во время устойчивого низового пожара и прогорания лесной подстилки обгорают корни деревьев, что приводит к их гибели. Деревья со стержневой корневой системой, напротив, характеризуются повышенной устойчивостью против огня.

Научная работа начинается с посещения лесничества (участкового лесничества), где по книге учета лесных пожаров подбирается горельник (участок, пройденный лесным пожаром с частичным повреждением деревьев), наиболее доступный в транспортном отношении.

По книге учета лесных пожаров устанавливается дата возникновения лесного пожара, его вид и интенсивность, а также место возникновения – квартал, таксационный выдел.

По данным планшета устанавливается пройденная огнем площадь и таксационные выделы, где был пожар. Лучше для проведения исследований сделать копию с планшета с нанесенными таксационными выделами и пройденной огнем площадью.

Из таксационного описания делается выписка таксационных показателей насаждений, где прошел пожар. Данные показатели характеризуют изучаемые насаждения до пожара.

При выходе в лес устанавливаются в натуре визуальные границы, пройденных лесным пожаром таксационных выделов, и в каждом из них производится пересчет деревьев с составлением специальной ведомости (табл. 11.5).

*Таблица 11.5*

Ведомость санитарного состояния деревьев спустя \_\_\_\_ лет  
после низового пожара

№ дерева	Древесная порода	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Высота нагара на стволе, м	Категория санитарного состояния

Диаметр деревьев на высоте 1,3 м измеряется мерной вилкой с градацией до сантиметра. Высоту нагара на стволах деревьев измеряют мерной рейкой с градацией 0,5 м (до 0,5; 0,51–1,0; 1,01–1,5 м и т. д.).

Категория санитарного состояния определяется с использованием данных табл. 7.3.

В камеральных условиях устанавливается зависимость санитарного состояния деревьев разных пород от высоты нагара на стволах и диаметра деревьев на высоте 1,3 м в конкретном типе леса.

Если таксационных выделов, пройденных лесным пожаром, несколько, то переписи деревьев проводят отдельно по каждому выделу с



последующим сравнением устойчивости деревьев при одинаковом диаметре и высоте нагара в зависимости от типа леса, состава, возраста, полноты и других таксационных показателей древостоев.

Если имеется возможность получить данные на пройденных лесными пожарами площадях при различной давности пожара, то можно получить интересные материалы о динамике отпада деревьев после лесных пожаров.

При сборе материала на пройденных лесными пожарами площадях желательно обеспечить фотографирование объектов исследований и этапов выполнения работ. Фотографии обеспечат наглядность выполненной работы и облегчат составление презентации по ней.

### **Исследовательская работа на тему «Влияние лесных пожаров на накопление подроста»**

Подрост – это молодое поколение древесных пород на вырубках, гарях и под пологом древостоев, способное в данных географических условиях сформировать древостой.

При выполнении работы в лесничестве по книге учета лесных пожаров подбирается наиболее близкий и транспортно доступный участок лесного фонда, пройденный лесным пожаром.

Устанавливается давность лесного пожара, его вид и интенсивность.

Затем производится снятие копии с планшета участков, пройденных лесным пожаром, и примыкающих к ним таксационных выделов.

Из таксационного описания делается выписка таксационной характеристики древостоев, произрастающих до лесного пожара в таксационных выделах, пройденных огнем, и в соседних таксационных выделах.

В полевых условиях устанавливаются таксационные показатели древостоев после пожара и изучаются количественные и качественные показатели подроста на пройденных пожаром и близких по лесорастительным условиям участках (контроль).

При учете подроста используется метод учетных площадок размером  $2 \times 2$  м ( $4 \text{ м}^2$ ).

Учетные площадки закладываются по таксационным выделам в количестве 0–15 шт. в каждом выделе на трансекте, проложенной по диагонали выдела через равные расстояния 3; 5; 7 м или другое расстояние.

На каждой учетной площадке производится пересчет всходов (самосев до 2 лет) и подроста (самосев старше 2 лет) по породам, группам высот (мелкий – до 0,5 м; средний – 0,51–1,5 м и крупный – выше 1,5 м), а также по категориям жизнеспособности: жизнеспособный, сомнительный, нежизнеспособный.

## Рекомендуемая литература

Воробьев, Ю. Л. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы / Ю. Л. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов. – Москва : ДЭКС – ПРЕСС, 2004. – 312 с.

Гиряев, Д. М. Как уберечь лес от огня / Д. М. Гиряев. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 286 с.

Залесов, С. В. Лесная пирология : учебник для студентов лесохозяйственных и других вузов / С. В. Залесов. – Екатеринбург : Баско, 2006. – 312 с.

Крекунов, А. А. Охрана населенных пунктов от природных пожаров / А. А. Крекунов, С. В. Залесов. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 162 с.

Мелехов, И. С. Лесная пирология / И. С. Мелехов, С. И. Душа-Гудым. – Москва, 1981. – Вып. 3. – 91 с.

Правила санитарной безопасности в лесах : утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 09.12.2020 г. № 2047. – URL : <http://base.garant.ru>

Спутник лесника : справочник / Ю. А. Беляев, Г. М. Зайцев, О. И. Рожков [ и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 416 с.

Червонный, М. Г. Охрана лесов / М. Г. Червонный. – Москва : Лесная промышленность, 1974. – 232 с.

Щетинский, Е. А. Тушение лесных пожаров (пособие для лесных пожарных) / Е. А. Щетинский. – Москва : ВНИИЛМ, 2002. – 104 с.





## 12. ГИДРОЛОГИЯ

**В**ода – одно из самых распространенных на Земле химических соединений. Природные воды образуют океаны, моря, озера, реки, водохранилища, болота, ледники, в виде пара находятся в атмосфере, проникают в почву и горные породы литосферы. Без воды невозможно существование биосферы и жизни на Земле. Исключительно велика роль воды в формировании географической оболочки Земли и облика поверхности нашей планеты. Вода – важный компонент многих ландшафтов. Вода – не только элемент природной среды, но и активный геологический и географический фактор: она служит носителем механической и тепловой энергии, транспортирует вещества, совершает работу и благодаря своей подвижности играет важнейшую роль в обмене веществом и энергией между геосферами и различными географическими объектами.

Универсальная роль воды в природе объясняется ее своеобразными и во многом аномальными физическими и химическими свойствами. Благодаря этим свойствам вода определяет не только все процессы в водных объектах, но и многие особенности климатических, метеорологических и геоморфологических процессов на Земле.

Вода используется человеком не только как необходимое средство жизнедеятельности (питьевая вода, вода в составе растительных или животных продуктов питания). Современная экономика основана на широком применении воды: получение энергии (гидроэнергетика, тепловая и атомная энергетика); необходимое условие существования сельского хозяйства, водного транспорта, добывающих отраслей промышленности, рыбного и коммунального хозяйства, отдыха и туризма. Вода поистине пронизывает всю жизнь человека. Нехватка воды – тяжкое бедствие для людей. Без использования воды нельзя преодолеть в глобальном масштабе ни продовольственный, ни энергетический кризисы.

Вода – важнейший компонент многих экосистем, причем не только водных (пресноводных, морских), но и наземных, поэтому наличие воды – непереносимое условие поддержания экологического равновесия и биоразнообразия как в водных объектах, так и на суше.

Хотя вода на Земле в целом – это в основном возобновляемый природный компонент, водные ресурсы отдельных районов подвержены антропогенному истощению и загрязнению. Вода – бесценное богатство человечества, поэтому водные ресурсы люди должны не только постоянно изучать, бережно и экономно использовать, но и охранять.

Поэтому основная задача молодого поколения – *сохранить гармонию человека и природы*. Необходим переход от лозунга «Взять от природы все» к лозунгу «Природа – наш дом».

### Понятие о гидросфере

Согласно энциклопедическому словарю, *гидросфера* – это «совокупность всех водных объектов земного шара: океанов, морей, рек, озер, болот, подземных вод, ледников и снежного покрова». Все эти водные объекты на планете связаны между собой и образуют оболочку, называемую гидросферой.

Согласно научной трактовке, под *гидросферой* понимают прерывистую водную оболочку Земли, которая расположена между атмосферой и твердой земной корой (литосферой). Она объединяет все воды Земли, включая океаны, моря, реки, озера, болота, ледники и снежный покров, почвенные и подземные воды, влагу атмосферы (табл. 12.1).

Таблица 12.1

#### Гидросфера и ее составляющие

№ п/п	Составляющая гидросферы	Масса воды, $10^{20}$ г*	Слой на поверхности Земли, м	Доля от суммарной массы, %
1.	Мировой океан	13700	3000	92,3
2.	Подземные воды	1000 (40 – 2000)	200	6,1
3.	Снежно-ледовые образования	260 (240 – 300)	60	1,6
4.	Малые составляющие гидросферы			
4.1.	Озера	2,8 (1,8 – 5,0)	–	–
4.2.	Почвенная влага	1 (0,6 – 1,0)	–	–
4.3.	Болота	1 (0,1 – 1,0)	–	–
4.4.	Атмосферная влага	0,014	–	–
4.5.	Реки	0,012	–	–
Итого		14964,83	3260	100

\*  $1 \text{ т} = 10^6 \text{ г}$ ,  $1 \text{ км}^3 = 10^9 \text{ м}^3$ .

Гидросфера, помимо взаимодействия с атмосферой (парообразная влага) и литосферой (подземные воды), находится во взаимосвязи с биосферой, живыми организмами, обязательным компонентом которых является вода. Гидросферу изучают многие науки:

– гидрология – наука, изучающая гидросферу, ее свойства и протекающие в ней процессы и явления во взаимодействии с атмосферой, литосферой и биосферой;

– гидравлика – изучает законы равновесия и движения жидкостей;

– гидрометрия – изучает методы определения характеристик водных объектов (уровень воды, скорость течения, испарение и др.).

Гидрология как наука ориентирована прежде всего на обеспечение необходимой информацией и прогнозами антропогенной деятельности по рациональному использованию и охране вод для питьевого водоснабжения и водоотведения, для промышленного производства, транспорта, энергетики, сельского хозяйства, включая осушение, орошение и обводнение земель, рекреации, туризма.

Выделяют три группы водных объектов – водотоки, водоемы и особые водные объекты.

К *водотокам* относятся водные объекты на земной поверхности с поступательным движением воды в руслах в направлении уклона (реки, ручьи, каналы).

*Водоемы* – это водные объекты в понижениях земной поверхности с замедленным движением вод (океаны, моря, озера, водохранилища, пруды, болота). Группу водных объектов, не укладывающихся в понятие водотоков и водоемов, составляют *особые водные объекты* – ледники и подземные воды (водоносные горизонты).

Все водные объекты обладают *водосбором*, под которым понимается часть земной поверхности, а также толщи почв и горных пород, откуда вода поступает к данному водному объекту. Водосборы имеются у всех океанов, морей, озер, рек. Граница между смежными водосборами называется *водоразделом*.

Под *гидрографической сетью* понимают совокупность водотоков и водоемов в пределах какой-либо территории. Часть гидрографической сети, представленная водотоками (реками, ручьями, каналами), называется *руслевой сетью*, а состоящая только из крупных водотоков – рек – *речной сетью*.

## **Изучение составляющих гидросферы**

### **Изучение снежного покрова**

Часто в хозяйственной деятельности человека возникает необходимость в изучении снежного покрова. Это и знание особенностей его



накопления по месяцам холодного периода года как утепляющего фактора, и мощности покрова, и особенно важно определение воды в снеге, так как это напрямую связано с тем, каким будет половодье весной.

### ***Измерение высоты снежного покрова***

Высоту снежного покрова измеряют с помощью снегомерных реек, а плотность снежного покрова и запас воды в нем вычисляют по плотности и высоте снежного покрова. Различают следующие виды наблюдений за снежным покровом: ежедневные, ландшафтно-маршрутные снегомерные съемки, специальные снегомерные съемки.

Для измерения снежного покрова используют снегомерные рейки. Они бывают постоянные – для стационарного определения высоты снежного покрова и переносные – используемые при маршрутных исследованиях (съемках).

*Постоянные снегомерные рейки* устанавливаются осенью до образования снежного покрова. Выбрав место для наблюдений, вбивают в землю деревянный заостренный брусок длиной 40–60 см, на котором имеется запиленная ступенька. К бруску привинчивают рейку так, чтобы она стояла вертикально. Рейка имеет высоту 2 м сечением 6 x 2,5 см со шкалой и ценой деления с оцифровкой через 10 см. При установке нулевое деление рейки должно совмещаться с поверхностью почвы. Отсчеты по рейке делают, находясь на расстоянии 5–6 шагов, не нарушая состояния снежного покрова около рейки. Отсчеты производят всегда с одной и той же точки.

*Переносная снегомерная рейка* представляет собой прямоугольный деревянный брусок длиной 180 см сечением 4 x 2 см (рис. 12.1). На одной стороне рейки нанесена шкала с ценой деления 1 см. На ее нижнем конце имеется железный наконечник, нижний заостренный край которого совпадает с нулем шкалы. Переносные рейки изготовляют также из дюралюминиевых трубок.

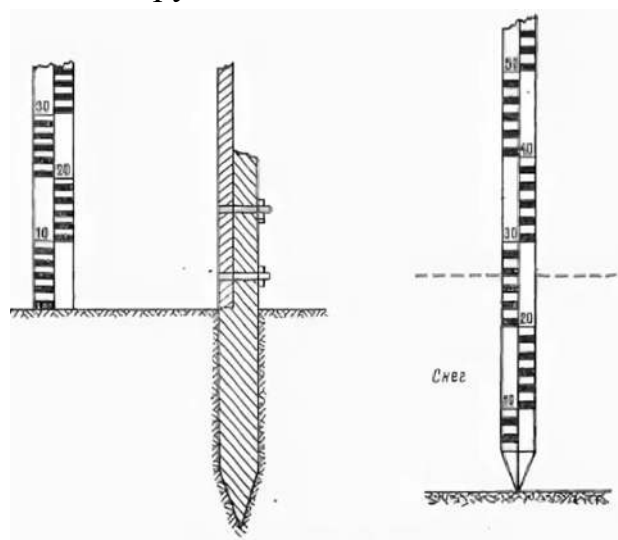


Рис. 12.1. Снегомерная рейка

Для определения высоты снежного покрова переносную рейку погружают заостренным концом вертикально в снег до поверхности почвы.

Если изучается динамика накопления снега, то в течение каждого месяца измеряют высоту снежного покрова, причем обязательно измеряют в начале и конце месяца и еще выполняют 1–2 замера в течение месяца.



Измерения высоты снежного покрова осуществляются по предварительно разработанному маршруту с учетом особенности участка. Обычно выполняют не менее 20 замеров высоты снежного покрова на каждом участке. Эти материалы (записи) называются полевыми. Они должны быть обработаны статистически.

### **Измерение плотности снега**

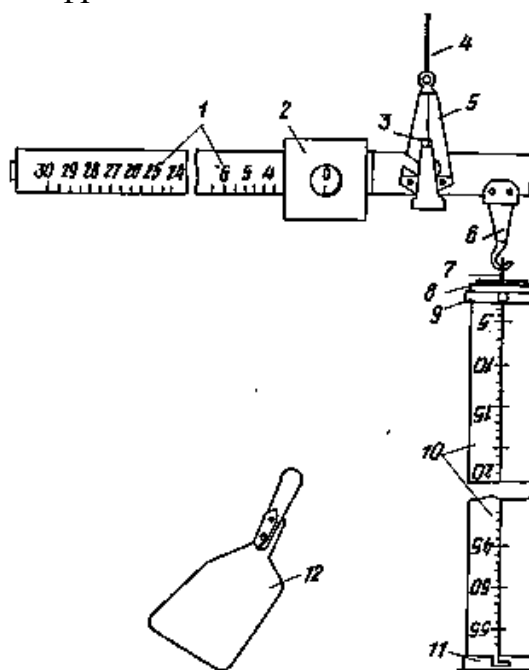
Плотность снега вычисляют с точностью до  $0,01 \text{ г/см}^3$ ; она численно равна отношению массы воды (г), находящейся в снеге, к объему снега ( $\text{см}^3$ ). Для измерения плотности служат снегомеры.

*Походный весовой снегомер* (рис. 12.2) состоит из снегозаборника, весов и лопатки. Снегозаборник состоит из металлического цилиндра 10, который с одного конца может закрываться крышкой 11, а с другого – оканчиваться кольцевым утолщением 8 с пилообразной режущей кромкой. Вдоль образующей цилиндра нанесена шкала с делениями от нуля, совпадающего с режущей кромкой кольца, до 50 см. Высота цилиндра 60 см, площадь его внутреннего поперечного сечения  $50 \text{ см}^2$ . На цилиндре находится свободно передвигаемое кольцо 9 с дужкой 7, за которую заборник подвешивается к весам.

Весы состоят из рейки коромысла 1 со шкалой с ценой деления 5 г (5 г снега при сечении заборника  $50 \text{ см}^2$  соответствуют слою воды толщиной в 1 мм). Каждая десятая отметка оцифрована.

Рис. 12.2. Снегомер весовой:

- 1 – рейка коромысла,
- 2 – передвижной груз,
- 3 – стрелка,
- 4 – кольцо,
- 5 – подвес,
- 6 – крюк,
- 7 – дужка,
- 8 – утолщение с режущей кромкой,
- 9 – передвижное кольцо,
- 10 – цилиндр,
- 11 – крышка,
- 12 – лопаточка



На рейке укреплены две призмы. Одна призма ребром опирается на подвес 5, имеющий кольцо 4, за которое удерживаются весы при взвешивании. Вторая призма (на рисунке не видна) служит опорой для крюка 6, к которому подвешивается снегозаборник. Для уравновешивания весов служит свободно передвигающийся по рейке 1 передвижной груз 2, через

круглое отверстие которого видна шкала. На нижней скошенной кромке отверстия имеется риска, служащая указателем для отсчета по шкале весов при их уравнивании. Равновесие весов определяется по совпадению стрелки 3, укрепленной на рейке 1, с риской под прямоугольным окном подвеса 5.

Контроль нуля весов осуществляют при уравнивании их снегозаборником с пустым цилиндром. При этом указатель (риска) на гире должен совпадать с нулем шкалы, в противном случае в показания весов вводят поправку на смещение нуля.

Измерения с помощью снегомера производят в следующем порядке. Проверяют показания весов при взвешивании пустого снегозаборника (эти показания с обратным знаком принимают за поправку при дальнейшем взвешивании). Снимают снегозаборник и, открыв крышку, отвесно погружают его режущей кромкой в снег.

Если снежный покров меньше 60 см, то, погрузив цилиндр в снег до соприкосновения его нижнего края с поверхностью почвы, отсчитывают высоту снежного покрова по шкале цилиндра (для контроля перед взятием пробы толщину снежного покрова определяют также с помощью переносной рейки). Затем закрывают крышку и лопаткой, входящей в комплект снегомера, счищают снег с одной стороны заборника, аккуратно подсовывают ее под режущий край так, чтобы весь снег, заключенный в цилиндре, там остался. Не отнимая лопатки, вынимают заборник из снега и переворачивают его крышкой книзу.

Очищают заборник от приставшего снаружи снега, подвешивают его за дужку к крючку весов (став спиной к ветру) и, держа в руке весы за кольцо, взвешивают заборник со снегом; результат записывают (число делений шкалы весов).

Расчет плотности снега определяется по массе и объему его пробы. Масса взятой пробы равна  $5n$ , где  $n$  – число делений, отсчитанных по шкале весов, а объем составляет  $50 h$  см<sup>3</sup>, где  $h$  – отсчет по шкале заборника глубины его погружения при взятии пробы.

Отсюда плотность снега  $d$  равна:

$$d = \frac{5n}{50h} = \frac{n}{10h}.$$

Если снежный покров больше 60 см, весь столб снега вырезают последовательно в несколько приемов. Для определения плотности в этом случае значение  $h$  равно сумме всех отсчетов высот при взятии проб;  $n$  – сумма всех отсчетов по весам. При снегомерных съемах плотность снега измеряют через каждые 20 замеров высоты снежного покрова.

Весовым снегомером можно определить не только плотность снега, но и запасы воды в снегу. Эти запасы будут равны числу делений на весах

( $n$ ). Убедиться в этом нетрудно. Вес снега ( $5n$ ) одновременно будет и весом воды, полученной из взятой пробы снега и, следовательно, объемом ее ( $5n \text{ см}^3$ ). Зная объем воды ( $5n \text{ см}^3$ ) и приемную площадь цилиндра ( $5n \text{ см}^2$ ), можно рассчитать высоту слоя воды в миллиметрах. Для этого  $5n \text{ см}^3$  делим на  $50 \text{ см}^2$  и для перевода в миллиметры умножаем на 10.

Таким образом, высота слоя воды в миллиметрах будет  $\frac{5n \cdot 10}{50}$  равна  $n$ .

Следовательно, число делений на весах, отсчитанное при взвешивании пробы, одновременно соответствует высоте слоя воды в миллиметрах, который образовался бы при таянии снега.

Если известен запас воды в снеге в миллиметрах, можно рассчитать, сколько воды в тоннах или кубических метрах имеется на площади в 1 га. Для этого число делений на весах умножают на 10. Например, весы показывают 20 делений, значит запас воды в снеге на гектаре составит  $200 \text{ м}^3$ , или 200 т.

### **Обработка полевого материала**

Цель обработки полевого материала – оценить надежность полученных данных. Для этого должны быть статистически обработаны ряды (наблюдения, замеры):

- по высоте снежного покрова;
- его плотности;
- запасу воды в снеге.

Основные статистики таковы (Дворецкий, 1961; Зайцев, 1984):

$M$  – *среднее значение признака* (среднее арифметическое значение), где  $n$  – число наблюдений (замеров  $x$ ) (сумму значений признака ( $x$ ) делят на число наблюдений (замеров)):

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

$\sigma$  – *среднее квадратичное отклонение* – это среднее отклонение отдельных вариант ряда от среднего значения данного признака.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}},$$

где  $x$  – отклонение от средней,  $n$  – число наблюдений.

Оно характеризует степень рассеяния ряда, степень колеблемости значений признака вокруг его среднего значения. Чем больше величина среднего квадратического отклонения, тем при одних и тех же средних значениях признака больше разбросанность отдельных значений признака. По величине среднего значения признака и величине среднего квадратического отклонения можно определить возможное наибольшее и возможное

наименьшее значение признака, которые от среднего значения признака отличаются на тройную величину среднего квадратического отклонения  $\sigma$ . Показателем степени надежности вывода является коэффициент, или показатель достоверности  $t$ .

Коэффициент достоверности $t$ .....	1	1,65	2	2,58	3	3,29
Вероятность правильности вывода...	0,68	0,90	0,95	0,99	0,997	0,999

При  $t = 1$  мы можем утверждать, что в 68 % случаев из 100 % возможных наше заключение оправдается; при  $t = 2$  можно утверждать, что 95 % случаев из 100 % возможных наш вывод соответствует действительности и возможность ошибочного заключения составляет всего 5 % из 100 % возможных случаев (пятипроцентная точность заключения); при  $t = 3$  наш вывод достоверен, так как возможность ошибочного заключения составляет всего 0,3 % из 100 % возможных случаев, что приемлемо даже при строгих научных выводах.

Значения признака, отклоняющиеся от среднего более чем на тройную величину среднего квадратического отклонения, из обработки следует исключить как принадлежащие к другой совокупности.

В практических целях для оценки предельных значений признака в совокупности среднее квадратическое отклонение можно брать не с предельным коэффициентом  $t = 3$ , а с коэффициентом  $t = 2,6$  – при этой оценке предельных значений в 99 % случаев из 100 % возможных действительные крайние значения не выйдут за пределы вычисленных для них границ  $M \pm 2,6 \sigma$ . Этот второй прием оценки колебаний признака пригоден и для научных целей, так как возможность ошибочного заключения составляет всего 1 %;

$m_x$  – *ошибка среднего значения*. Она определяется по формуле

$$m_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}};$$

где  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение;  $n$  – число наблюдений;

$C, V$  – *коэффициент изменчивости* – это среднее квадратическое отклонение, выраженное в процентах от среднего значения признака.

$$C, V = \frac{100\sigma}{M}.$$

Он характеризует те же свойства совокупности, что и среднее квадратическое отклонение, и представляет средний процент отклонения вариант ряда от их среднего значения. Наибольшее возможное отклонение равно  $\pm 3 C, V$  %.

На основании величины коэффициента изменчивости можно установить характеристику изменчивости по следующей схеме:

Коэффициент изменчивости.....	до 5 %	6–10 %	11–20 %	21–50 %	больше 50 %
Степень изменчивости.....	слабая	умеренная	значительная	большая	очень большая

$P$  – *точность опыта* или *процент ошибки наблюдения* – это процент расхождения между генеральной и выборочной средней, который вычисляется по формулам

$$P = \frac{C}{\sqrt{n}} = \frac{100m_{\sigma}}{M}.$$

Точность опыта  $P$  показывает, на сколько процентов можно ошибиться, если утверждать, что генеральная средняя равна полученной выборочной средней.

При научных исследованиях точность опыта принимается обычно равной 5–7 %.

В качестве примера приведем методику статистической обработки основных характеристик снежного покрова. Полевые замеры выполнены на вырубке около оз. Песчаное (пос. Северка) и сведены в табл. 12.2, 12.3.

Таблица 12.2

#### Характеристика снежного покрова

Число замеров	Высота снежного покрова, h, см	Число делений на весах, n	Плотность снега, d, г/см <sup>3</sup>	Запас воды в снеге, мм
1	70	170	0,243	170
2	86	210	0,244	210
3	83	181	0,218	181
4	75	180	0,240	180
5	85	170	0,200	170
6	82	195	0,237	195
7	83	198	0,239	198
8	86	200	0,233	200
9	83	210	0,253	210
10	85	200	0,235	200
11	80	166	0,208	166
12	81	199	0,246	199
13	80	191	0,239	191
14	75	181	0,241	181
15	81	187	0,231	187
Среднее (M)	81	189	0,234	189,2

Таблица 12.3

## Основные статистические показатели характеристик снежного покрова

Число замеров, $n$	Снежный покров			Плотность снега, $\text{г/см}^3$	Отклонение от среднего $x$	Отклонение в квадрате $x^2$	Запас воды в снеге, мм	Отклонение от среднего $x$	Отклонение в квадрате $x^2$
	Высота $h$ , см	Отклонение от среднего $x$	Отклонение в квадрате $x^2$						
1	70	11	121	0,24	0,01	0,0001	170	19	361
2	86	5	25	0,24	0,01	0,0001	210	21	441
3	83	2	4	0,22	0,01	0,0001	181	8	64
4	75	6	36	0,24	0,01	0,0001	180	9	81
5	85	4	16	0,20	0,03	0,0009	170	19	361
6	82	1	1	0,24	0,01	0,0001	195	6	36
7	83	2	4	0,24	0,01	0,0001	198	9	81
8	86	5	25	0,23	0	0	200	11	121
9	83	2	4	0,25	0,02	0,0004	210	21	441
10	85	4	16	0,24	0,01	0,0001	200	11	121
11	80	1	1	0,21	0,02	0,0004	166	23	529
12	81	0	0	0,25	0,02	0,0004	199	10	100
13	80	1	1	0,24	0,01	0,0001	191	2	4
14	75	6	36	0,24	0,01	0,0001	181	8	64
15	81	0	0	0,23	0	0	187	2	4
$n = 15$ $\sqrt{n} = 3,87$	Среднее $M = 81$	-	Сумма $x^2$ $\sum \delta^2 = 290$	Среднее $M = 0,23$	-	Сумма $x^2$ $\sum \delta^2 = 0,0030$	Среднее $M = 189$	-	Сумма $x^2$ $\sum \delta^2 = 2809$
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{290}{14}} = \sqrt{20,71} = 4,25 \text{ см}$ $m_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{4,55}{3,87} = 1,18 \text{ см}$ $C, V = \frac{100\sigma}{\bar{x}} = \frac{455}{81} = 5,6 \%$ $P = \frac{C, V}{\sqrt{n}} = \frac{5,6}{3,87} = 1,45 \%$			$\sigma = \sqrt{\frac{0,0030}{14}} = 0,015 \text{ г/см}^3$ $m_x = \frac{0,015}{3,87} = 0,004 \text{ г/см}^3$ $C, V = \frac{1,5}{0,23} = 6,5 \%$ $P = \frac{6,5}{3,87} = 1,68 \%$			$\sigma = \sqrt{\frac{2809}{14}} = \sqrt{200,6} = 14,2 \text{ мм}$ $m_x = \frac{14,2}{3,87} = 3,67 \text{ мм}$ $C, V = \frac{1420}{189} = 7,5 \%$ $P = \frac{7,5}{3,87} = 1,94 \%$			

При характеристике среднего значения (М) обычно указывают и его ошибку ( $m_x$ ). В нашем примере средняя высота снежного покрова должна писаться так:  $81 \pm 1,18$  см.

Отметим, что все характеристики снежного покрова статистически достоверны и получены с высокой точностью (Р не превышает 2 %).

Для общей характеристики снежного покрова изучаемого года ее сравнивают с многолетним рядом наблюдений. Так сделаем и мы. Для сравнения приведем характеристики снежного покрова за 18-летний период наблюдений по району работ (табл. 12.4).

Таблица 12.4

Характеристика снежного покрова  
(данные за 18 лет по Чиндяеву, 1995)

Статистики	Мощность (высота), см	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Запас воды, мм
М	52,0	0,188	96,8
$m_x$	3,5	0,001	7,3
С, V	28,7	30,5	31,5
Р, %	6,8	7,3	75

Оказалось, что снежный покров в 2010 г. был и аномально высоким (81 см против 52 см, или более 156 %) и существенно более плотным ( $0,230$  г/см<sup>3</sup> против  $0,188$  г/см<sup>3</sup>, или 122 %) и содержал в себе более чем вдвое больше воды (198 мм против 96,8 мм, или 204,5 %), т. е. и по этому показателю также был аномальным.

## Изучение озер

Крупнейшей по массе малой составляющей гидросферы являются воды озер. *Озеро* – естественный водоем суши с замедленным водообменом. Как правило, озера обладают выработанными под воздействием ветрового волнения берегами.

Озера на поверхности суши распространены повсеместно. Наибольшая озерность (отношение площади озер к общей площади суши) характерна для увлажненных районов древнего оледенения (север Европы, Канада, север США). Много озер в районах многолетней мерзлоты, в некоторых засушливых районах внутреннего стока (юг Западной Сибири, Северный Казахстан), в поймах и в дельтах рек.

Наиболее богата озерами Финляндия, ее озерность составляет 9,4, Швеция – 8,6, Россия – около 2,1 %. Озер в России больше всего на Кольском полуострове (6,3 % территории), в Карелии и на северо-западе европейской части (5,4 %), на Западно-Сибирской низменности (4,3 %).

Наибольшее число крупных озер находится в Африке, Азии и Северной Америке (табл. 12.5).

Несмотря на то, что озера входят в малые составляющие гидросферы, среди них есть и такие, которые по праву называются морями.

Это крупнейшие озера мира: Каспийское море в Европе, площадь которого 395 тыс. км<sup>2</sup>, за ним следуют озера Верхнее в Северной Америке (83 тыс. км<sup>2</sup>), Виктория в Африке (69 тыс. км<sup>2</sup>) и Аральское море в Азии (67 тыс. км<sup>2</sup>).

Таблица 12.5

#### Характеристика крупнейших озер мира

Часть света	Озера	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Объем, тыс. км <sup>3</sup>	Максимальная глубина, м
Европа	Каспийское море	395	76	980
Азия	Аральское море	67	1,1	69
	Байкал	32	23	1741
Африка	Виктория	69	2,7	92
	Танганьика	33	18,9	1435
	Ньяса	31	1,7	706
	Чад	17	0,04	12
Северная Америка	Верхнее	83	1,16	406
	Гурон	60	3,58	229
	Мичиган	58	4,68	281
	Большое			
	Медвежье	30	1,0	137

Самыми глубокими озерами мира являются Байкал в Азии, глубина которого достигает 1741 м, и Танганьика в Африке глубиной 1435 м.

А самое мелкое из крупных озер мира – озеро Чад в Африке с глубиной всего около 12 м.

Россия богата крупными озерами (табл. 12.6). В них сосредоточено 26 500 км<sup>3</sup> воды; причем только в восьми крупнейших пресных озерах (Байкал, Ладожское, Онежское, Чудское с Псковским, Таймыр, Ханка, Белое) находится 24 250 км<sup>3</sup> воды (91,5 %). На долю Байкала приходится 86,8 % запасов пресных вод в озерах России и более 25 % запасов вод во всех пресных озерах мира. Байкалу по запасу пресной воды уступают все озера Земли, в том числе и Танганьика – 21 %, и Верхнее – 13 % объема воды пресных озер планеты. По данным РосНИИВХа, в России более 2 млн озер с суммарной площадью более 3,5 тыс. км<sup>2</sup>. Из них 90 % – это мелководные водоемы площадью от 0,01 до 1 км<sup>2</sup> и глубинами менее 1,5 м.



## Характеристика крупных озер

Название	Площадь зеркала, тыс. км <sup>2</sup>	Глубина, м		Объем воды, тыс. км <sup>3</sup>
		средняя	наибольшая	
Каспийское море	395,0	190	980	76,1
Аральское море	67,0	16	69	10,2
Таймыр	4,6	–	26	13
Ханка	4,2	–	11	19
<i>Байкал</i>	<i>31,5</i>	<i>1620</i>	<i>1741</i>	<i>23,0</i>
Балхаш	18,2	6,1	26	0,11
Ладожское	17,7	5,1	230	0,91
Белое	1,29	–	20	0,52
Онежское	9,6	29	127	0,3
Иссык-Куль	6,2	279	702	1,73
Чудское с Псковским	3,6	–	15	0,03

Многие современные озера были образованы в результате отступления ледника в период последнего оледенения. Таково происхождение Ладожского, Онежского, а также пяти Великих американских озер. Глубочайшие озера возникли там, где образовались провалы в результате разломов и опускания земной коры. Большую глубину имеют «круглые озера», располагающиеся в кратерах потухших вулканов и карстовых воронках.

Очень живописные, чистые и глубокие озера нередко образуются в горах в результате катастрофических горных обвалов (например Рида на Кавказе, Сарезское озеро на Памире).

В районах повышенной влажности, где поступление воды намного превышает ее расход на испарение, озера становятся проточными, давая начало рекам. В этом (и не только) отношении уникален *Байкал*. Байкал – одно из древнейших озер планеты. Это далекое азиатское озеро (г. Иркутск) среди диких горных хребтов и глухой медвежьей тайги. Его возраст 25 млн лет. С какого времени, с какого геологического периода истории Земли ведет свое летоисчисление Славное море? «Тайна сия велика есть» – так должен ответить на этот вопрос строгий ученый муж. Тем не менее, говоря о возрасте Байкала, можно с большой степенью вероятности придерживаться определенного порядка величин. Учитывая глубокий реликтовый эндемизм фауны озера, большинство исследователей определяют его возраст в 20–30 млн лет! Такая продолжительность существования озера может показаться неправдоподобной. Большинство озер, особенно ледникового и старичного происхождения, живут 10–15 тыс. лет, а затем заполняются осадками и исчезают с лица Земли. На Байкале нет признаков старения, как у многих озер мира. Наоборот, исследования последних лет

позволили геофизикам высказать гипотезу о том, что Байкал является зарождающимся океаном. Это подтверждается тем, что его берега расходятся со скоростью до 2 см в год, подобно тому, как расходятся континенты Африки и Южной Америки.

Среди озер земного шара озеро Байкал занимает первое место и по глубине. На Земле только 6 озер имеют глубину более 500 м. Отметка глубины в южной котловине Байкала – 1423, в средней – 1637 м (предельная глубина Танганьики – 1435 м, Иссык-Куля – 702), в средней – 890 м. Его длина – 636 км, площадь водной поверхности – 31 500 км<sup>2</sup>. Байкал в 1,7 раза больше Ладожского озера, самого крупного в Европе. Среди пресных озер мира он занимает шестое место. Больше него два африканских озера – Виктория-Ньянза и Танганьика и три из пяти Великих американских озер – Верхнее, Гурон и Мичиган.

Байкальская впадина чуть шире современного озера, но гораздо глубже его. Самая глубокая точка коренной впадины Байкала лежит примерно на 5–7 тыс. м ниже уровня мирового океана. «Корни» впадины пересекают всю земную кору и уходят в верхнюю мантию на глубину 50–60 км. Это глубочайшая котловина земной суши.

В гидрологическом отношении Байкал также уникален. В него впадает несколько сот рек и речушек, а вытекает лишь одна – Ангара, мощная, стремительная.

Байкал – самое крупное хранилище пресной воды на планете (23 тыс. км<sup>3</sup>), что превышает объем воды, содержащийся в пяти Великих озерах Северной Америки (Верхнее, Мичиган, Гурон, Эри, Онтарио) вместе взятых, или в 2 раза больше, чем в озере Танганьика. В котловине Байкала сосредоточено около 20 % мировых запасов пресных озерных вод планеты (исключая ледники, снежники и льды, где вода находится в твердом состоянии).

Байкал и самое чистое на Земле естественное хранилище пресной питьевой воды. Редкая чистота и исключительные свойства байкальской воды обусловлены жизнедеятельностью животного и растительного мира озера. За год армада рачков (эпишура) способна трижды очистить верхний 50-метровый слой воды. Учеными установлено, что капля воды, попадая в Байкал из его притоков, отстаивается здесь годами. Водообмен (замена глубинных вод поверхностными) происходит в северной котловине за 225 лет, в средней – за 132 года и в южной – за 66 лет.

Байкал – не только чрезвычайно чистое, но и самое прозрачное озеро на Земле. Изумительная прозрачность байкальской воды давно уже стала легендой. Весной, после освобождения ото льда, прозрачность воды достигает 40 м, это в десятки раз больше, чем в других озерах. Например, в Каспии прозрачность воды составляет 25 м, на Иссык-Куле – 20 м. Байкальская вода незаменима во время путешествий. Ее запас позволяет га-

рантировано избежать кишечно-желудочных проблем, вставать на ночлег в любом месте, не тратя время на поиск ручьев, источников, колодцев. В байкальской воде очень мало растворенных и взвешенных минеральных веществ, ничтожно мало органических примесей, много кислорода. Минерализация вод озера – 96,4 мг/л, в то время как во многих других озерах она доходит до 400 мг/л и более. Слабо минерализованная байкальская вода идеально подходит для организма человека. Анализы, сделанные в лабораторных центрах с мировой репутацией, подтвердили соответствие байкальской воды всем жестким нормам, предъявляемым к питьевой воде. От чистоты воды зависит ее прозрачность.

Исключительность многих физико-географических особенностей озера явилась причиной необычайного разнообразия его животного и растительного царств.

Разнообразие органического мира поражает воображение, но не менее феноменально и его своеобразие. Множество обитающих в озере животных и растений не встречается больше ни в одном водоеме земного шара.

В Байкале 848 видов эндемичных животных (около 60 %) и 133 вида эндемичных растений (15 %). В фауне озера 97 эндемичных родов (каждый четвертый род эндемичен) и 11 семейств. Все это позволяет выделить озеро в Байкальскую подобласть Голарктики, равноценную громадной по площади Европейско-Сибирской подобласти. Некоторые исследователи возводят его в ранг Байкальской зоогеографической области.

Открыты еще не все байкальские организмы. Если к 1962 г. в нем было обнаружено 1219 видов животных, то к 1978 г. их количество увеличилось на 179 – ежегодно в Байкале открывают около 10 новых животных. К 1978 г. было описано около 2250 видов организмов – 1398 животных и более 850 растений.

Здесь много рачков-бокоплавов – 225 видов (треть мировой фауны), ракушковых рачков, или остракод, – более 100 видов, брюхоногих моллюсков – 83 вида, олигохет – 66 видов, планарий – около 50 видов, простейших – более 300 видов.

В озере обитает 52 вида рыб, среди которых 27 – очень разнообразные по форме тела, расцветке и образу жизни бычки-подкаменщики, или широколобки. Два вида – большая и малая голомянки – известны ихтиологам всего мира.

Байкал ежегодно замерзает. В первые 3–4 дня при температуре воздуха ниже минус 20 °С лед нарастает по 4–5 см в сутки. В конце октября замерзают мелководные заливы, 1–14 января – глубоководные районы. В южной части Байкал закрыт льдом 4–4,5, в северной части – 6–6,5 мес. По акватории озера толщина льда колеблется от 70 до 113 см. Торосы достигают высоты 1,5–3 м. Лед толщиной 50 см выдерживает вес до 15 т, поэтому зимой по льду Байкала можно свободно передвигаться на автомоби-

лях. Вдоль северо-западного побережья и в Малом море образуется свободный от снега прозрачный лед, сквозь который на мелководье можно видеть дно. Взлом льда начинается от мыса Б. Кадыльный 25–30 апреля, что вызывается таянием льда под воздействием входящих потоков теплых вод подводных источников. В последнюю очередь (9–14 июня) освобождается ото льда северная часть озера.

Озеро оказывает смягчающее влияние на климат. Огромные водные массы озера в летний период прогреваются до глубины 200–250 м и, как аккумулятор, накапливают большое количество тепла. Поэтому зима на Байкале более мягкая, а лето прохладнее, чем на остальной территории Сибири. Поэтому разность температуры воздуха между Иркутском и побережьем Байкала в дневные часы достигает 8–10 °С.

### **Морфология и морфометрия озер**

Во всех озерах выделяют основные морфологические элементы: котловину, т.е. естественное понижение земной поверхности различного происхождения, в пределах которого и расположено озеро; ложе (или чашу) озера, непосредственно занятое водой (рис. 12.3, а).

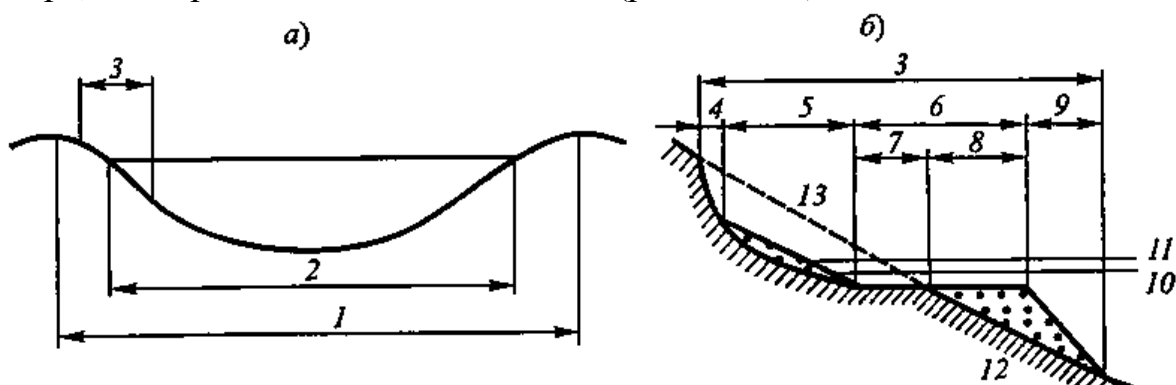


Рис. 12.3. Схема озерной котловины (а) и ее береговой области (б):  
1 – котловина; 2 – ложе (чаша); 3 – береговая область; 4 – береговой уступ; 5 – побережье; 6 – береговая отмель; 7, 8 – абразионная и аккумулятивная части береговой отмели; 9 – подводный откос; 10, 11 – низший и высший уровни воды; 12 – коренные породы; 13 – начальный профиль берега

Основные морфометрические характеристики озера следующие (рис. 12.4).

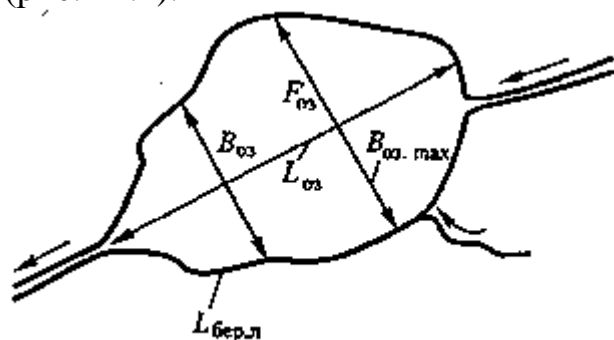


Рис. 12.4. Морфометрические характеристики озера

*Площадь озера (зеркала)  $F_{оз}$*  – площадь водной поверхности озера за вычетом занятой островами. Площадь озера проще всего определить по его плану при помощи палетки.

*Длина озера  $L_{оз}$*  – кратчайшее расстояние по поверхности воды вдоль оси озера между наиболее удаленными точками береговой линии.

*Ширина озера  $B_{оз}$*  – расстояние между противоположными берегами озера, измеренное по линии, перпендикулярной оси озера в любой его части. Различают *наибольшую*, или *максимальную*, *ширину озера  $B_{оз,max}$*  и *среднюю ширину озера*, равную отношению площади озера к его длине:

$$B = F_{оз}/L_{оз}.$$

*Длина береговой линии  $L_{бер.л.}$* , проведенная по урезу воды, измеряется по плану озера малым раствором циркуля-измерителя (2–3 мм) либо при помощи влажной нитки.

*Объем воды в озере  $V_{оз}$*  можно определить по способу призм. Согласно этому методу, объем озера вычисляют по следующей формуле:

$$V_{оз.} = \frac{(F_1 + F_2)h_1}{2} + \frac{(F_2 + F_3)h_2}{2} + \frac{F_n h_n}{2},$$

где  $F_1, F_2, F_n$  – площади, ограниченные смежными изобатами,  $h_1, h_2, h_n$  – разности соседних отметок изобат (т. е. высоты сечения между изобатами).

*Изобатами* называются линии равных глубин, проведенные на карте так, что они соединяют все точки, имеющие одинаковую глубину относительно нуля.

Важными морфометрическими характеристиками озера являются его *глубина  $h_{оз}$*  (в разных частях озера она различна), *максимальная глубина  $h_{оз,max}$* , *средняя глубина  $h_{оз,ср}$* , которая определяется по формуле

$$h_{оз,ср} = V_{оз}/F_{оз}.$$

Если озеро небольшое, то достаточно ограничиться измерением глубины в 3–5 характерных точках, в том числе обязательно в самом глубоком месте. Кроме того, если озеро проточное, необходимо сделать промеры глубин перед входом впадающих и у выхода вытекающих речек.

Для детального изучения рельефа дна вдоль озера выполняют продольный ход, перпендикулярно к которому разбивают ряд параллельных поперечников (профилей) с более часто расположенными промерными точками.

Мелководную береговую зону исследуют более детально, в центральной же части водоема, имеющей большие глубины, число промерных линий может быть сокращено в два-три раза. Профили должны осветить все

характерные места озерной чаши, т. е. пройти через наиболее глубокие места, мели, сужения, расширения и т. д.

На озерах округлой формы с ровным дном достаточно наметить два крестообразно пересекающихся профиля (рис. 12.5, *а*). Можно также при округлой форме озера промерные работы производить методом полярных створов, разбивая промерные профили в разных направлениях из одной и той же береговой точки (рис. 12.5, *б*).

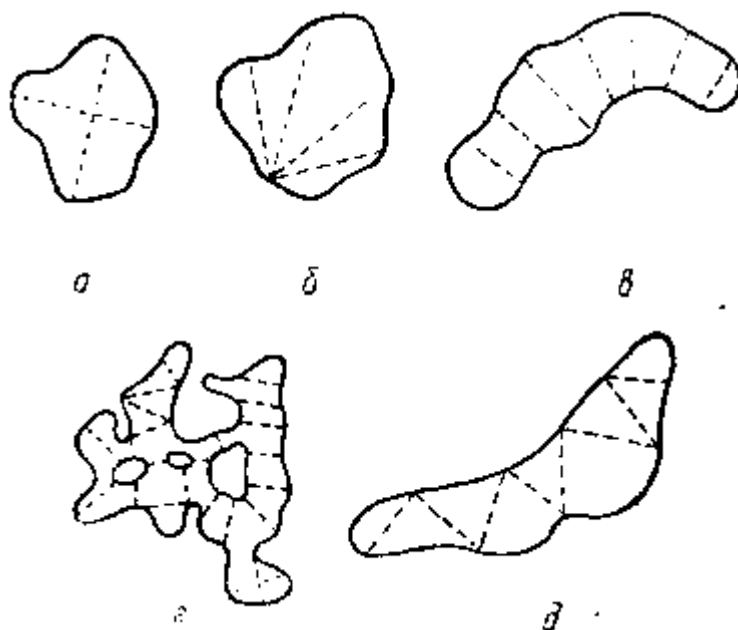


Рис. 12.5. Способы разбивки промерных профилей при исследовании озер

На узких, сильно вытянутых в длину озерах промерные профили целесообразнее всего закладывать в виде системы поперечников, разбитых примерно на одинаковом расстоянии друг от друга, перпендикулярно к направлению наибольшей протяженности озера (рис. 12.5, *в*).

На озерах сложной лопастной формы с многочисленными островами и неровным дном промерные линии удобно располагать веерообразно, связывая вспомогательными съемочными ходами отдельные острова друг с другом и с наружной береговой линией (рис. 12.5, *г*).

Наконец, очень выгодна зигзагообразная система промерных профилей, осуществляемая от одного берега к противоположному по непрерывной ломаной линии (рис. 12.5, *д*).

Измерение глубин при небольшой их величине производят при помощи 3–4-метровой рейки, т. е. деревянного прямого шеста, размеченного краской или надрезами на дециметры, полуметры и целые метры. Измеряя глубины, необходимо следить за тем, чтобы рейка всегда находилась строго в вертикальном положении.

Если теперь нанести на план продольный ход и все поперечники и на каждом из них разместить промерные точки, вписав рядом соответствующие им глубины, то по этим данным можно будет на плане провести

линии равных глубин (изобаты). Изобаты на плане озера всегда замкнутые линии, их проводят через 0,5 или 1,0 м (рис. 12.6).

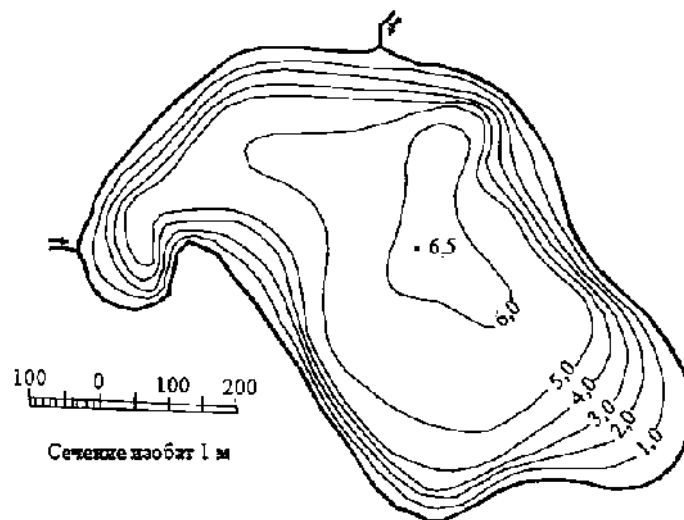


Рис. 12.6. Пример плана озера в изобатах

По плану и профилям озера характеризуют главнейшие элементы озерной чаши (площадь озера, его длину, ширину, распределение глубин, объем воды в озере).

### Изучение рек

Наименьшее количество воды на поверхности Земли находится в такой важной для человека малой составляющей гидросферы, как реки – голубые артерии планеты. Если остановить на мгновение течение всех рек и в это время определить объем воды во всех руслах, то ее окажется ничтожно мало даже по сравнению с другими малыми составляющими гидросферы.

Для более четкого понятия, что такое река, необходимо знать следующие определения.

*Водоток* – углубление на земной поверхности, по которому движется вода в направлении уклона.

*Река* – водоток, имеющий свой водосбор и четко выраженное русло.

*Исток* – начало реки.

*Пойма* – площадь, заливаемая водой во время половодья.

*Пережат* – русловая гряда.

*Плес* – понижения дна реки между перекатами.

*Меандрирующие* – извилистые русла.

*Речная терраса* – врезание русла реки.

*Старица* – бывшие участки русла реки на поймах.

*Устье (дельта)* – место впадения реки в какой-то водоток (озеро, море, океан).

*Эстуарий* – это устье реки, расширяющиеся в сторону моря в виде воронки.

Если течение реки слабое, а приливы и отливы не могут рассеять взвеси по большой территории, осадки скапливаются в устье (рис. 12.7). При этом образуется *дельта*.



Рис. 12.7. Типы речных устьев: 1 – эстуарий, 2 – дельта

Форма и протяженность дельты реки зависят от ее ширины и скорости течения. Если течение очень слабое, дельта напоминает широко расставленные пальцы руки. У такой реки со временем донные осадки наслаиваются друг на друга и дельта растет в длину и ширину. Обычно дельта имеет форму треугольника, рассеченного множеством протоков.

Постепенно растущие песчаные гряды могут перегородивать протоки в дельте. Эти природные плотины регулярно затопляются во время паводка реки. С течением времени оба конца песчаного барьера могут соединиться с берегом и сформировать *лагуну*. Самая известная из них – Венецианская лагуна на побережье Адриатического моря.

Природные плотины лагун защищают прибрежные земли от затопления морем и постепенно отвоевывают у него все большую территорию.

*Водосборной площадью* называется площадь, с которой вода стекает в тот или иной водоток (реку, ручей, канал и др.), а площадь и толща почвогрунта, откуда происходит сток, называются *бассейном*. Однако эти понятия обычно отождествляются вследствие сложности определения границы бассейна. Поэтому при расчетах определяют водосборные площади, ограниченные водоразделами, хотя поверхностный и подземный водосборы обычно не совпадают.

Реки по длине и площади водосбора делятся:

- на *самые малые* длиной до 25 км
- *малые* – от 26 до 100 км
- *средние* – от 101 до 500 км
- *большие* – от 501 до 1000 км.

На долю самых малых рек, имеющих протяженность русла менее 10 км, приходится около 25 % водотоков.



Реки в отличие от других малых составляющих гидросферы – это быстрые транспортеры воды. Вода в них возобновляется намного быстрее, чем в любой другой составляющей гидросферы. Поэтому, имея сравнительно небольшой мгновенный запас воды в своих руслах, реки в течение года доставляют к своим устьям массу воды в 30–40 раз большую, чем масса воды в самой реке.

Возобновляемые водные ресурсы – речной сток – распределены по земному шару неравномерно. Наибольшую величину стока имеют Азия (32 % стока всех рек планеты) и Южная Америка (26 %), наименьшую – Европа (7 %) и Австралия с Океанией (5 %). Водообеспеченность территории в расчете на 1 км<sup>2</sup> наибольшая в Южной Америке и наименьшая – в Африке. В наибольшей степени население обеспечено речной водой (в расчете на одного жителя) в Южной Америке и на островах Океании, в наименьшей – население Европы и Азии (здесь сосредоточено 77 % населения планеты и лишь 37 % мировых запасов возобновляемых пресных вод).

Из стран мира наиболее обеспечены речными водными ресурсами Бразилия – 9230, Россия – 4348, США – 2850, Китай – 2600 км<sup>3</sup> воды в год.

Реки разнообразны по своим размерам, глубине и скорости течения. Такой гигант, как Амазонка, крупнейшая река мира, имеет длину, почти равную радиусу Земли, а количество воды, проносимое ею через поперечное сечение в устье, составляет 200 тыс. м<sup>3</sup>/с. Остальные реки значительно меньше (табл. 12.7).

Таблица 12.7

#### Характеристика крупнейших рек мира

№ п/п	Река	Расход воды в устье среднегодовой, тыс. м <sup>3</sup> /с	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Длина, тыс. км
1	Амазонка с Мараньоном	200	6915	6,3
2	Конго	39	2	2,9
3	Ганг и Брахманутра	41	4	4,4
4	Янцзы	19	3	6,0
5	Енисей	34	2580	5,8
6	Миссисипи с Миссури	20	3300	5,9
7	Лена	17	2490	4,4
8	Замбези	16	1330	2,7
9	Меконг	15	810	4,5
10	Ориноко	14	1085	2,4
11	Обь с Иртышом	13	2990	5,6
12	Нигер	12	2090	4,2
13	Амур	11	1855	4,4
14	Волга	8	1380	3,1
15	Дунай	6	817	2,9

Реки России принадлежат к бассейнам трех океанов: Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического, некоторые – бессточному бассейну Каспийского моря. Большая часть рек питается талыми водами, с чем связано такое явление, как ежегодное половодье (разлив рек весной). Некоторые реки Сибири и Дальнего Востока основное питание получают летом за счет дождевых вод. Общая длина российских рек составляет 2,3 млн км. (3 раза от Земли до Луны и обратно), а объем годового стока – 4000 км<sup>3</sup>.

Многие реки России имеют протяженность 1,5–2 тыс. км, протекая от берегов Ледовитого океана до южных окраин страны. Волга, Лена, Енисей, Ангара, Обь, Иртыш и другие испокон веков имели жизненно важное значение, и значение это сохраняется по сей день. Они являются не только источниками пресной воды, многих ценных видов рыб, но и важными путями для перевозки грузов.

В зависимости от целей использования реки она характеризуется одним из трех важнейших показателей: *водностью* (расходом воды в устье), *площадью водосбора* и *длиной*.

По этим показателям крупнейшие реки России выглядят следующим образом (табл. 12.8).

Таблица 12.8

#### Характеристика крупнейших рек России

Морфологические характеристики реки								
Занимаемое место	Река	Водность, тыс. м <sup>3</sup> /с	Занимаемое место	Река	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Занимаемое место	Река	Длина, тыс. км
1	Енисей	17,4	1	Обь	2,9	1	Енисей	5850
2	Лена	15,5	2	Енисей	более 2	2	Обь	4400
3	Обь	12,5	3	Лена	более 2	3	Лена	5570
4	Амур	11,0	4	Амур	более 2	4	Амур	4444
5	Волга	8,0	5	Иртыш	1,6	5	Волга	3090
6	Колыма	4,0	6	Волга	1,4	6	Колыма	2600

Наиболее многоводными являются сибирские реки – Енисей, Лена, Обь.

Волга – крупнейшая река Европы и одна из величайших в мире по всем морфологическим показателям – занимает лишь 5-е место. Несмотря на это, она остается наиболее важной рекой России, потому что в ее бассейне проживает более 60 млн человек и здесь производится более 30 % промышленной и сельскохозяйственной продукции нашей страны.

Распределение речных водных ресурсов на территории РФ в силу природно-географических причин носит зональный характер. Около 80 %

всех водных ресурсов находятся в зоне избыточного увлажнения, которая занимает 48 % территории страны (северные, восточные и горные районы). На зону с большим дефицитом речных вод, охватывающую 27 % территории страны (пустынные и полупустынные районы, а также территории сухих степей), приходится лишь 2 % ресурсов речных вод, на территорию, находящуюся в средних широтах (25 % общей площади) и имеющую удовлетворительную увлажненность, – 13 % стока речных вод.

Поступление воды в реки обусловлено круговоротом воды в природе. Объем воды, поступающей в реки, а следовательно, и объем годового стока в разные годы неодинаковы. Однако ежегодно отмечаются характерные периоды режима рек, зависящие от условий водного питания. Такое характерное состояние водного режима реки, повторяющееся в определенные сезоны, называется фазой водного режима реки. Основные фазы водного режима рек: половодье, паводок, межень (зимняя и летняя).

*Половодье* – фаза водного режима, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях, в один и тот же сезон, характеризующийся наибольшей водностью, высоким и длительным подъемом уровня воды, и вызываемая снеготаянием или совместным таянием снега и ледников.

*Паводок* – фаза водного режима, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей.

*Межень* – фаза водного режима, ежегодно повторяющаяся в одни и те же сезоны, характеризующаяся малой водностью, длительным стоянием низких уровней и возникающая вследствие уменьшения водного питания реки. Водное питание обычно уменьшается летом и зимой, поэтому различают летнюю и зимнюю межень.

Для изучения реки необходимо знать характеристики водного потока. Поток воды характеризуется горизонтом (уровнем), живым сечением, смоченным периметром и гидравлическим радиусом (рис. 12.8).

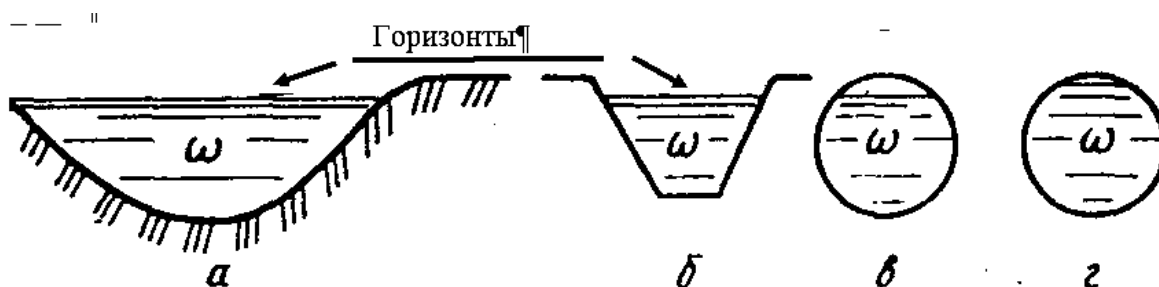


Рис. 12.8. Живое сечение потока:  
а – в реках, б – в каналах, в, г – в трубах

*Уровнем* или *горизонтом* называют уровень воды в водном объекте относительно постоянной горизонтальной поверхности.

*Живым сечением потока* ( $w$  – омега, м<sup>2</sup>) называется площадь поперечного сечения потока, нормальная к направлению движения воды.

*Смоченным периметром* ( $\chi$  – кси, м) называется длина линии соприкосновения воды со стенками и дном потока на его поперечном разрезе.

*Гидравлическим радиусом* ( $R$  – эр, м) называется отношение площади живого сечения к смоченному периметру

$$R = \frac{w}{\chi}.$$

*Расход воды* ( $Q$ , куб) – это объем воды, протекающий в единицу времени через живое сечение потока, вычисляется по формуле

$$Q = w v,$$

где  $Q$  – расход, м<sup>3</sup>/с или л/с;

$w$  – площадь живого сечения потока, м<sup>2</sup>;

$v$  – средняя скорость течения воды, м/с.

*Вычисление расхода воды по поверхностной скорости, определенной поплавками, и живому сечению потока*

Для определения поверхностной скорости на реке выбирают прямолинейный незаросший участок без подпора воды. На выбранном участке разбивают три створа (рис. 12.9). Расстояние между крайними створами должно равняться приблизительно 3–4-кратной ширине реки. Кроме этого, поплавков должен проходить это расстояние не менее чем за 25 с.

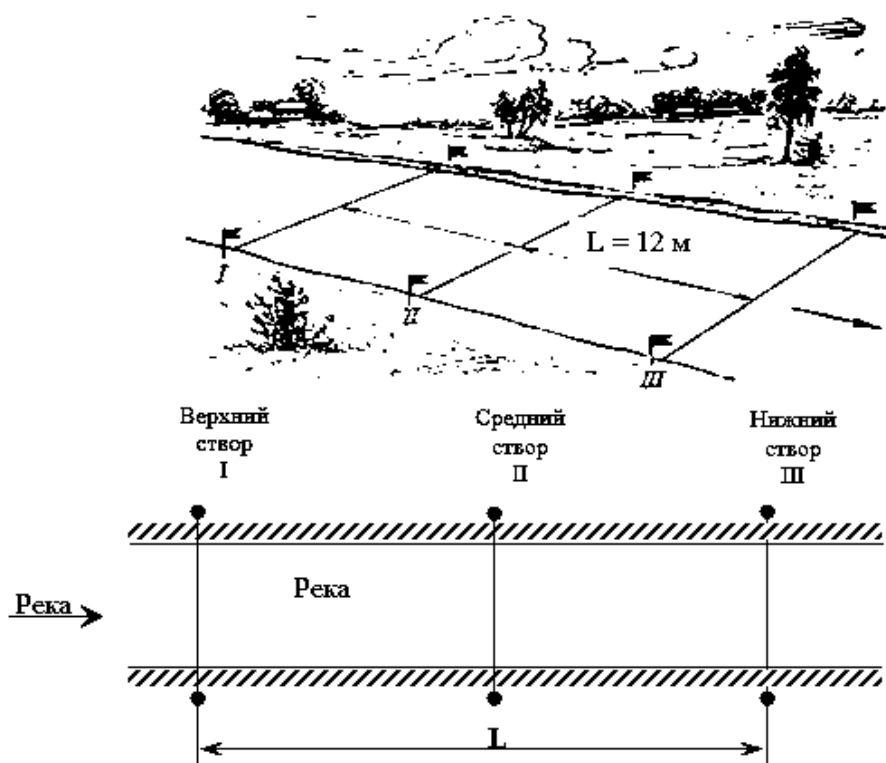


Рис. 12.9. Разбивка створов на реке

Поплавки (не менее 10 шт.) бросают на середину реки на 1–2 м выше верхнего створа, где наибольшая скорость течения воды.

Секундомером засекают время прохождения каждого поплавка через верхний и нижний створы. После этого проводят детальные промеры живых сечений на каждом створе (рис. 12.10) и по этим данным в масштабе чертят поперечные сечения потока. На каждом поперечном сечении определяют живое сечение, смоченный периметр и гидравлический радиус.

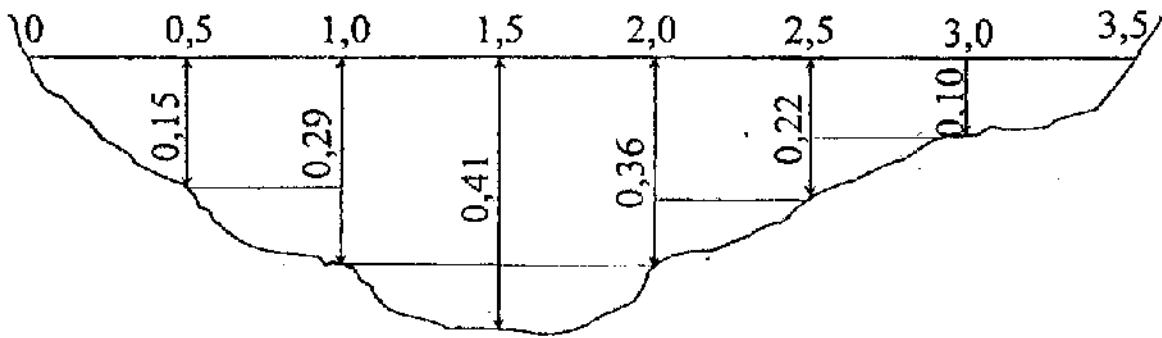


Рис. 12.10. Промеры живых сечений

### Пример

Дано: Расстояние между крайними створами  $L = 12$  м.

Время прохождения поплавков расстояния  $L$ : 32, 29, 36, 30, 28, 35, 31, 33, 30, 32 с.

Данные промеров живых сечений:

		Верхний створ							
Расстояние от уреза воды, м		0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Глубина воды, м		0	0,15	0,29	0,41	0,36	0,22	0,10	0
		Средний створ							
Расстояние от уреза воды, м		0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	2,9	
Глубина воды, м		0	0,11	0,40	0,40	0,42	0,21	0	
		Нижний створ							
Расстояние от уреза воды, м		0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Глубина воды, м		0	0,16	0,28	0,40	0,46	0,40	0,25	0

Площадь живого сечения  $w$  определяют как сумму элементарных фигур (треугольников и трапеций), а смоченный периметр  $\chi$  – как сумму гипотенуз прямоугольных треугольников.

Тогда эти параметры на створах составят следующие величины:

$$\begin{aligned}\chi_B &= 3,59 \text{ м}, & w_B &= 0,76 \text{ м}^2, \\ \chi_C &= 3,10 \text{ м}, & w_C &= 0,76 \text{ м}^2, \\ \chi_H &= 4,22 \text{ м}, & w_H &= 1,09 \text{ м}^2,\end{aligned}$$

$$w = \frac{\omega_B + 2\omega_C + \omega_H}{4} = 0,84 \text{ м}^2,$$

$$\chi = \frac{\chi_B + 2\chi_C + \chi_H}{4} = 3,5 \text{ м}.$$

Среднее время  $t_{cp}$  равно среднему из двух наименьших значений времени прохождения поплавок створов:

$$t_{cp} = \frac{29 + 28}{2} = 28,5 \text{ с}.$$

Максимальная поверхностная скорость составит:

$$v_{нов} = \frac{L}{t_{cp}} = \frac{12}{28,5} = 0,42 \text{ м/с}.$$

Для вычисления расхода воды необходимо перейти от поверхностной (максимальной) к средней скорости течения воды, что осуществляется через переходной коэффициент  $K$ :

$$K = \frac{C}{C + 14}.$$

Здесь  $C$  – скоростной коэффициент формулы Шези, который определяется по формуле Базена:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}},$$

где  $\gamma$  – коэффициент шероховатости, для чистых земляных русел  $\gamma = 1,30$ ;  
 $R$  – гидравлический радиус.

Тогда

$$R = \frac{w_{cp}}{\chi_{cp}} = \frac{0,84}{3,50} = 0,24 \text{ м}.$$

$$C = \frac{87}{1 + \frac{1,30}{\sqrt{0,24}}} = 24,2; K_1 = \frac{24,2}{24,2 + 14} = 0,63.$$

Средняя скорость ( $v_{cp}$ ) течения составит:

$$v_{cp} = 0,63 \times 0,42 = 0,27 \text{ м/с},$$

а расход

$$Q = w_{cp} v_{cp} = 0,84 \times 0,27 = 0,23 \text{ м}^3/\text{с},$$

или  $19\,872 \text{ м}^3/\text{сут}$ , или  $19,87 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

(Для перевода расхода из  $\text{м}^3/\text{с}$  в  $\text{м}^3/\text{сут}$  надо значение в  $\text{м}^3/\text{с}$  умножить на число секунд в сутках ( $60 \times 60 \times 24 = 86\,400 \text{ с}$ .)

#### Определение расхода воды водосливами

Водосливы применяются для определения расхода воды по каналам, мелким водотокам, на водосборных сооружениях при плотинах, а также в качестве шлюзов-регуляторов.

Водосливом называется перегородивающее водный поток сооружение, в котором струя воды переливается через его верхнюю кромку.

По форме выреза в кромке различают водосливы прямоугольные, трапецидальные и треугольные (рис. 12.11).

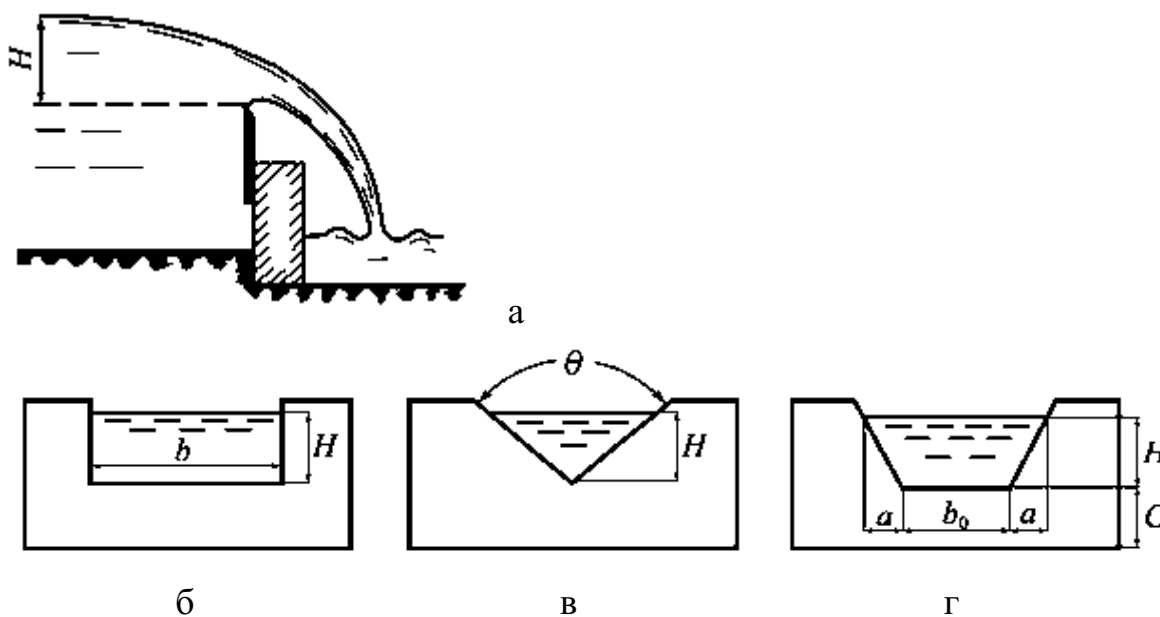


Рис. 12.11. Водосливы: а – общий вид; б – прямоугольный; в – треугольный, г – трапецидальный

Для переливания воды в перегородивающей стенке обычно устраивается вырез (рис. 12.12). Нижнее ребро выреза называется *шириной водослива* ( $b$ ), а толщина его стенки – *шириной порога* ( $a$ ). Часть водного потока перед водосливом называется *верхним бьефом*, за водосливом – *нижним бьефом*. Наибольшее превышение горизонта воды в верхнем бьефе над порогом водослива называют *напором* ( $H$ ).

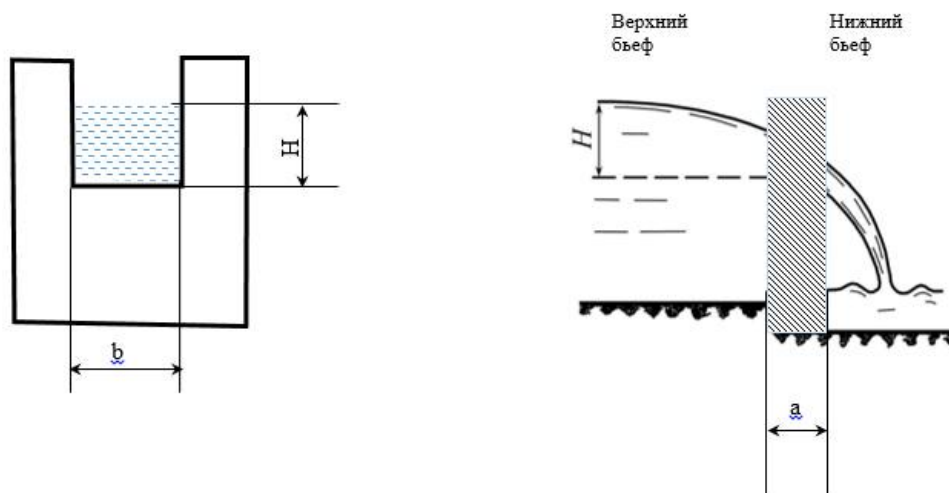


Рис. 12.12. Характеристика параметров водосливов: а – ширина порога (толщина стенки); b – ширина водослива; H – величина напора

Различают водосливы и по толщине порога (толщине стенки, на рис. 12.12 обозначена «а»).

Водослив с тонкой стенкой – такой, у которого ребро порога острое. Такие водосливы называют гидрометрическими.

У водосливов с широким порогом толщина стенки в 2–3 раза больше величины напора (H).

У водосливов практических профилей очертания порога совпадают с контуром падающей струи.

По влиянию глубины воды в нижнем бьефе на пропускную способность водослива различают затопленные и незатопленные водосливы. У незатопленных водосливов уровень нижнего бьефа не влияет на расход воды через водослив, у затопленных уровень нижнего бьефа снижает расход.

Расход воды через водосливы определяется по формулам: для прямоугольного незатопленного водослива с тонкой стенкой

$$Q = 1,95 bH\sqrt{H} ;$$

для трапецеидального незатопленного водослива с тонкой стенкой

$$Q = 1,86 bH\sqrt{H} ;$$

для треугольного незатопленного водослива (с углом вреза 90 °)

$$Q = 1,4H^2\sqrt{H} .$$

Для наглядности приводим расход воды по каналу через треугольный незатопленный водослив с тонкой стенкой (водослив выполнен из листа металла диаметром 1–2 мм и углом вреза 90 °) при различных напорах H (табл. 12.9).



Таблица 12.9

Расход воды ( $Q$ ) по треугольному водосливу  
при разных напорах ( $H$ )

$H$ , см	$Q$ , л/с	$H$ , см	$Q$ , л/с
2	0,14	12	7,00
4	0,42	14	10,22
6	1,24	16	14,35
8	2,53	18	19,20
10	4,43	20	25,10

### **Изучение родников**

Значительная часть воды на нашей планете скрыта под ее поверхностью. С давних времен эту воду называли *подземной*. Подземные воды – это единственный вид полезных ископаемых, запасы которых могут возобновляться в процессе эксплуатации.

По условиям залегания выделяют *три типа подземных вод*.

1. *Верховодкой* называются подземные воды, залегающие вблизи поверхности земли и отличающиеся непостоянством распространения и дебита. Она занимает ограниченные территории, это явление временное, и происходит оно в период достаточного увлажнения; в засушливое время года верховодка исчезает. Верховодка приурочена к первому от поверхности земли водоупорному пласту. В тех случаях, когда водоупорный пласт залегают вблизи поверхности или выходит на поверхность, в дождливые сезоны развивается заболачивание.

2. *Грунтовыми* называются воды, залегающие на первом водоупорном горизонте ниже верховодки. Они приурочены к водонепроницаемому пласту и характеризуются более или менее постоянным дебитом. Они могут накапливаться как в рыхлых пористых породах, так и в твердых трещиноватых. Уровень грунтовых вод представляет собой неровную поверхность, повторяющую неровности рельефа. Грунтовые воды перемещаются в сторону понижения рельефа. Уровень грунтовых вод подвержен постоянным колебаниям. На него влияют различные факторы. Грунтовые воды используются и как питьевая вода, и как вода для полива.

3. *Напорными*, или *артезианскими*, называют такие воды, которые находятся в водоносном слое, заключенном между двумя водоупорными слоями, и испытывают гидростатическое давление, обусловленное разностью уровней в месте питания и выхода воды на поверхность. Область питания у артезианских вод обычно лежит выше области стока воды и выше выхода напорных вод на поверхность земли. Если в центре такой чаши, или мульды, пробурить скважину, то вода из нее будет вытекать в виде фонтана по закону сообщающихся сосудов. Такую воду называют артезианской.

*Источники (родники)* – места естественной разгрузки грунтовых вод на земную поверхность. Различают несколько типов такой разгрузки. *Контактные* выходы грунтовых вод образуются в тех случаях, когда эрозионные врезы вскрывают место контакта уровня грунтовых вод с подстилающими слабопроницаемыми породами (рис. 12.13). *Депрессионные* выходы грунтовых вод могут быть приурочены к понижениям земной поверхности, вскрывающим кривую депрессии грунтовых вод. Третий тип разгрузки грунтовых вод на земную поверхность – *экранированный*. В этом случае источники формируются в местах, где поток грунтовых вод достигает границы распространения слабопроницаемых пород («экрана»).

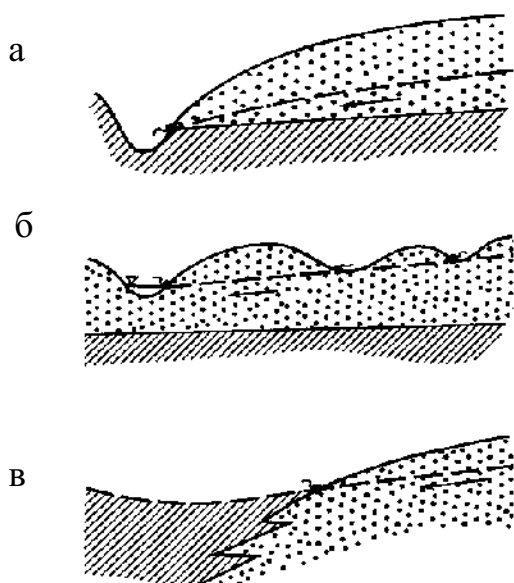


Рис. 12.13. Основные схемы формирования естественных выходов грунтовых вод (источников или родников) на земную поверхность:  
 а – контактовый;  
 б – депрессионный;  
 в – экранированный

### ***Программа исследования родников***

Цель исследований – дать физико-географическое описание родника (источника), определить особенности его гидрологического режима, качество воды в нем, а также предложить мероприятия по обустройству родника и благоустройству прилегающей к нему территории.

В соответствии с поставленной целью решаются следующие задачи:

- проанализировать литературные данные по теме исследования;
- обобщить основные климатические характеристики района работ;
- составить физико-географическое описание источника (паспорт родника);
- определить дебит родника;
- выполнить анализ качества воды из родника;
- оценить экологическое состояние источника;
- предложить мероприятия по обустройству родника и благоустройству прилегающей к нему территории.

### *Паспорт родника*

1. Номер источника
2. Название источника
3. Область, район, населенный пункт
4. Элемент рельефа
5. Геологические условия выхода воды:
  - характеристика пласта, из которого вытекает подземная вода;
  - породы водоупорного пласта;
  - выход воды на поверхность (из трещин, промежутков между частями пород и т.д.);
  - характер вытекания воды (вытекает спокойно, бурлит, бьет струйками, фонтанирует и т.д.).
6. Растительность вблизи родника.
7. Физические особенности воды источника:
  - прозрачность воды;
  - запах;
  - вкус;
  - уровень кислотности;
  - температура воды;
  - замерзание источника, сроки замерзания;
  - дебит источника.
8. Участие источника в питании ручья, реки, озера.
9. Влияние родника на окружающую местность (провалы, оседания, оползни, размывы, заболачивание и т.д.)
10. Хозяйственное использование источника.
11. Кто составил описание источника.

### *Методика исследования*

1. Адрес, местоположение (деревня, город, поселок, район, область, расположение).
2. Характеристика местности (краткое описание местности, расположение родника в рельефе: овраг, склон балки, берег реки и т.п.).
3. Выход родника (из каких горных пород вытекает родник: пески, глины, мергель, песчаник, известняки; их строение, зернистость, трещиноватость).

Определение характера источника. Выход воды на поверхность земли может быть различный: а) вытекает спокойно, б) бурлит, в) бьет струйками, г) фонтанирует. Так определяется характер родника, который зависит от силы напора воды. При отсутствии напора вода вытекает спокойно, изливаясь только под влиянием силы тяжести. При напоре она бурлит, бьет струйками или образует фонтан.

4. Определение мощности родника. Дебит источника – это его мощность или его возможный расход воды. Определяют дебит следующим об-

разом: под трубу, из которой вытекает вода, ставят стеклянную банку емкостью 1 л (или любой другой известной емкости) и по секундомеру вычисляют время заполнения банки водой. Затем рассчитывают расход воды: а) за 1 мин; б) за 1 ч; в) за сутки (примерный дебит в л/мин или л/с).

5. Куда течет вода источника? Родники часто служат истоком ручья или реки. Чтобы установить участие родника в питании водотока, необходимо пройти вдоль ручья, чтобы убедиться, действительно ли есть ручей, по которому стекает вода источника.

6. Зависимость количества воды в роднике от погоды. Для установления зависимости подземных вод от времени года и погоды проводится стационарное наблюдение. В определенный день каждого месяца измеряют дебит источника. На основе числовых данных строят таблицу, показывающую зависимость состояния подземных вод от количества осадков.

7. Определение влияния родника на окружающую местность. Наличие вблизи родника провалов, проседаний, оползней, размывов, болот свидетельствует о его влиянии на окружающую местность. Провалы – это отрицательные формы рельефа, образующиеся в результате оседания поверхностных горных пород. Они, как правило, имеют небольшие размеры, но крутые склоны. Образуются при растворении известковых пород природными водами (в результате выщелачивания). Проседания образуются по причине выноса подземными водами мелкоземов (глинистых и илистых частиц). Обычно они имеют округлую форму, небольшую глубину, пологие склоны. Такие формы рельефа называются западинами. Оползни – это скользящее смещение горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести пласта по водоупорному горизонту при наклонном его залегании. Размыв поверхностных горных пород идет под механическим воздействием воды, стекающей по склону. Заболачивание происходит в результате смыкания поверхностных и подземных вод, обычно в понижениях, при близком расположении водоупорного пласта к поверхности. Признаками заболачивания являются: избыточное увлажнение, непросыхающие даже летом участки.

8. Свойства родниковой воды (прозрачность, температура, цвет, запах, вкусовые качества, жесткость, кислотность):

– прозрачность воды. Для определения прозрачности воду наливают в плоскодонный стакан. Путем чтения стандартного хорошо освещенного шрифта через столб воды (см) определяют прозрачность;

– температуру воды, взятой из источника, определяют погружением термометра на 3–5 мин;

– цветность зависит от присутствия в воде солей железа и гуминовых кислот. Цветность определяют путем сравнения с дистиллированной водой. Два стакана из бесцветного стекла заполняют водой: один – дистиллированной, другой – исследуемой. Цвет воды рассматривают, сравнивая стаканы на фоне листа белой бумаги при дневном освещении, сбоку, затем

сверху, подложив лист белой бумаги под дно стакана. Наблюдаемый цвет записывают по интенсивности окраски: бурый, светло-коричневый, желтый, светло-желтый, бесцветный;

– *характер и интенсивность запаха* воды определяют по ощущению воспринимаемого запаха только что набранной воды при температуре окружающей среды (землистый, хлорный, бензиновый и т.д.). Затем родниковую воду наливают в бутылку, закрывают, резко встряхивают, также определяют запах;

– *вкус и привкус* воды можно определить органолептическим методом. Характер вкуса или привкуса различают по ощущениям, набирая воду в рот малыми порциями, не проглатывая, задерживая ее во рту на 3–5 с;

– *жесткость* определяют, намыливая руки и смывая пену;

– *кислотность* устанавливают с помощью универсальной лакмусовой бумажки. Для этого берут универсальную лакмусовую бумагу и цветную шкалу к ней. Смачивают бумажную ленточку родниковой водой, наблюдая изменение ее окраски, сравнивают с цветной шкалой, где нанесены величины водородного показателя рН. (Если рН = 7, вода не содержит свободных кислот и щелочей. Если рН не равен 7, то вода имеет кислую или щелочную реакцию);

– *свойства воды при длительном хранении* (2 недели при комнатной температуре).

9. Качественное определение растворимых примесей воды.

Сульфаты (соли серной кислоты) определяют по помутнению воды в пробирке от растворов хлорида бария; хлориды (соли соляной кислоты) – по помутнению воды от раствора ляписа (нитрата серебра) с последующим охлаждением в струе холодной воды; гидрокарбонаты (кислые соли угольной кислоты) – только при величинах рН, равных или больше 7. Для этого к исследуемой воде прибавляют по каплям раствор соляной кислоты. Интенсивное выделение пузырьков газа без запаха свидетельствует о наличии гидрокарбонатов.

10. Состав осадка (известковый, железистый, кремнистый и т. д.)

Изучить, есть ли осадок на поверхности камней, веточек, находящихся в роднике, какой цвет осадка. Если при выпаривании воды сухой остаток имеет желтый или желтоватый цвет, то следует сделать в разных пробирках пробы на соли железа растворами желтой и красной кровяных солей, а также роданида аммония или калия. Признаки – появление осадков синего цвета от кровяных солей и кроваво-красного окрашивания от роданида свидетельствуют о наличии ионов железа. Если на остаток после выпаривания подействовать раствором соляной кислоты и при этом будет наблюдаться вскипание с выделением пузырьков газа, значит, вода обладает гидрокарбонатной жесткостью.

Если вода на вкус соленая или горько-соленая, то можно проверить сухой остаток на наличие солей натрия или калия. Для этого на кончике

чистого ножа из нержавеющей стали внести немного сухого остатка в наружный конус пламени горелки. Желтая окраска пламени горелки укажет на соли натрия, сиренево-фиолетовая – на соли калия, кирпично-красная – на соли кальция.

11. Растительность вблизи родника. Описание растительности дается по типам (древесная, кустарниковая, травянистая, мохово-лишайниковая) и по видовому составу.

12. Животный мир вблизи родника. Непосредственные наблюдения за млекопитающими, посещающими родник или источник, провести сложно. Большинство этих млекопитающих очень осторожны и скрываются, прежде чем их успеешь разглядеть. Часто информацию о посетителях родника дают следы на влажной земле, снегу.

Интересные наблюдения у родника можно провести за птицами. Многие птицы часто посещают водоемы или живут около них. Выяснить, что привлекает птиц, замеченных у родника, к нему: источник воды для питья и купания, пища, удобные места для гнезд. Птиц можно наблюдать непосредственно: они менее осторожны, чем млекопитающие. С познавательной точки зрения было интересно познакомиться с обитающими около родника земноводными.

13. Использование родника (для питьевых целей, хозяйственных, сколько хозяйств берут воду). Опрос посетителей родника.

14. Санитарное состояние родника, окружающей территории, обустройство (сруб, труба, каменная кладка), ограждение, озеленение.

15. Охрана родника (кто охраняет, выполняет работу по благоустройству).

16. Предложения по охране и благоустройству (лестница, лавочки, экологические знаки, знак на автомагистрали, мусорные баки и т.д.).

### Рекомендуемая литература

1. Дворецкий, М. Л. Практическое пособие по вариационной статистике / М. Л. Дворецкий. – Йошкар-Ола: Поволжский лесотехнический институт, 1961. – 100 с.

2. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – Москва : Наука, 1984. – 484 с.

3. Наставление метеорологическим станциям и постам. – Вып. 3. – Часть 1 : Метеорологические наблюдения на станциях. – Ленинград : ГИМИЗ, 1985. – 300 с.

4. Стернзат, М. С. Метеорологические приборы и измерения / М. С. Стернзат. – Ленинград : ГИМИЗ, 1978. – 392 с.

5. Чиндяев, А. С. Лесоводственная эффективность осушения болотных лесов Среднего Урала / А. С. Чиндяев. – Екатеринбург: УГЛТА, 1995. – 185 с.

6. Чиндяев, А. С. Гидросфера земного шара : учебное пособие / А. С. Чиндяев, М. А. Маевская, И. А. Иматова. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. – 282 с.









## 13. ГЕОДЕЗИЯ И ОРИЕНТИРОВАНИЕ

### Ориентирование на местности с помощью компаса

**О**риентирование на местности — это определение своего местоположения относительно сторон света, которое позволяет человеку выявить направление движения на конечную точку своего маршрута.

Существует четыре основных способа определения своего местоположения относительно сторон света на местности. Они зависят от наличия приборов и необходимых материалов, вида ориентиров.

- В первом случае используется географическая карта: выбирается изображенный на ней объект, вблизи которого вы находитесь, по расположению объекта на местности карта ориентируется (наиболее удобны для ориентирования карты линейные объекты – реки, горные системы, береговые линии, просеки, линии ЛЭП и т. п.). Ориентирование карты заключается в таком ее расположении, чтобы изображение направлений линий границ объекта на ней совпадало с фактическим. В этом случае карта окажется сориентированной относительно сторон горизонта – верх на север, низ на юг.

- Можно определить своё местоположение по небесным светилам – днем по солнцу, ночью по звездам. Для этого необходимо знание расположения звезд на небесном куполе. Чаще всего в северном полушарии для определения северного направления используют полярную звезду (из ковша Малой Медведицы). Недостатки данного способа – зависимость от погодных условий (невозможно использовать в пасмурную погоду).

- Если ничего из вышеперечисленного недоступно, остается определять верное направление к цели, ориентируясь по природным объектам и признакам. Эти признаки обычно связаны с тем, что южная сторона склонов, опушек леса, отдельных деревьев в Северном полушарии лучше освещается и прогревается солнцем. В связи с этим возникают моменты увеличения прироста деревьев по диаметру с южной стороны (по годовым кольцам на пнях); расположение муравейников на южной стороне дерева, а мхов на северной и т. п. Однако следует учитывать, что многообразие

природных условий часто смешивает экологические факторы, оказывающие влияние на данные признаки и точность определения своего нахождения относительно сторон горизонта весьма низка, особенно если вы находитесь внутри плотного лесного массива.

• Для постоянного и надежного ориентирования на местности используют компас или другие навигационные приборы, которых в настоящее время достаточно много (различного типа навигаторы, радиоэлектронные компасы и пр.). Точность современных приборов очень высока, они содержат карты, позволяют прокладывать или фиксировать маршрут, однако они имеют такие недостатки, как энергозависимость, необходимость наличия над районом навигационных спутников и их доступность для аппарата, доступности сети сотовой связи и т.д. Поэтому старый, не такой точный, но независимый от этих факторов магнитный компас все еще активно используется.

#### *Ориентирование с помощью магнитного компаса*

Использование магнитного компаса основано на способности магнитной стрелки располагаться вдоль магнитного меридиана земли, т. е. практически в направлении север – юг. Тогда, сориентировав шкалу компаса относительно магнитной стрелки, мы сможем не только найти свое положение относительно сторон горизонта, но и определить необходимое нам направление движения.

Общее устройство магнитного компаса приведено на рис. 13.1.

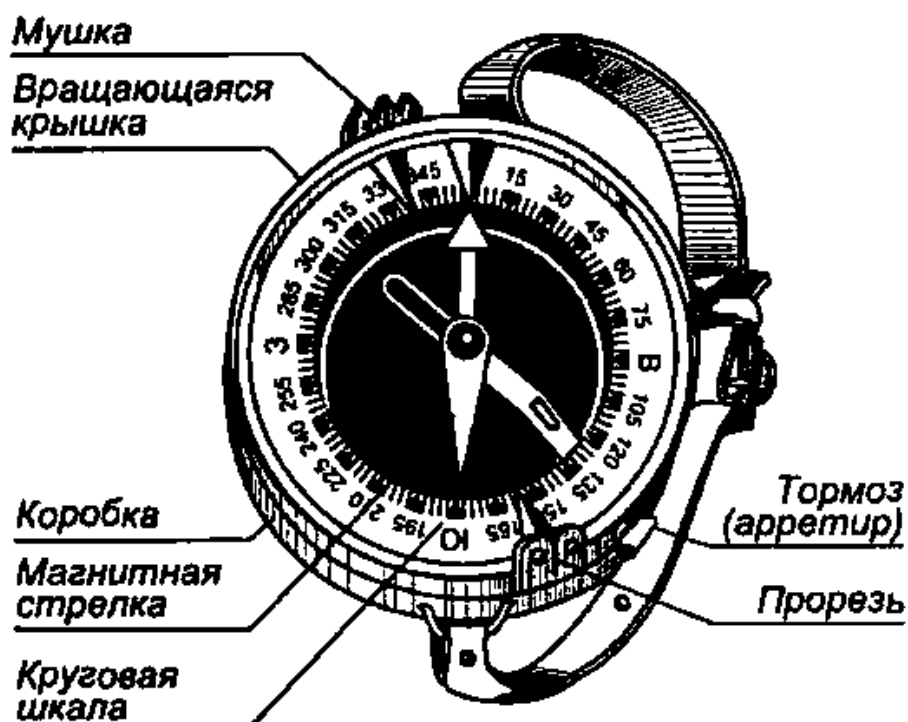


Рис. 13.1. Устройство магнитного компаса

В пластмассовом корпусе (коробке) расположены:

- магнитная стрелка, свободно вращающаяся на оси в центре компаса и ориентирующаяся под воздействием магнитного поля земли вдоль магнитного меридиана, т. е. практически в направлении север – юг, стрелка показывает на север;
- круговая шкала, разбитая на  $360^\circ$ , для определения азимута;
- арретир, тормоз для закрепления магнитной стрелки, когда компас не используется;
- вращающаяся крышка с прорезью и мушкой для точного определения направления (азимута).

#### *Определение азимута на объект*

Если с помощью компаса нужно измерить азимут на объект (ориентир), то тут алгоритм действий будет зависеть от того, какой моделью мы пользуемся.

Рассмотрим два основных варианта и способы ориентирования с их помощью.

Вариант 1. Измерение азимута с помощью компаса с фиксированной шкалой и подвижной стрелкой:

- компас располагается в горизонтальной плоскости;
- целик и мушка визируются на нужный ориентир;
- при фиксированном положении компаса его шкала (лимб) вращается до тех пор, пока северная часть магнитной стрелки не укажет на значение  $0^\circ/360^\circ$  на шкале.

Теперь указатель компаса показывает значение на шкале, соответствующее магнитному азимуту на ориентир.

Вариант 2. Измерение азимута с помощью компаса со стрелкой, прикрепленной к шкале:

- компас располагается горизонтально;
- целик и мушка наводятся на объект, на который измеряется азимут;
- выжидается время, пока шкала и стрелка повернутся и остановятся. Указатель покажет цифру на шкале, соответствующую измеряемому магнитному азимуту.

Вид сориентированного в направлении север – юг компаса приведен на рис. 13.2.

Красный конец магнитной стрелки, показывающий направление на север, совмещен с показаниями шкалы компаса 0 (или  $360^\circ$ ).

Второй конец магнитной стрелки указывает на юг ( $180^\circ$ ).

Вправо  $90^\circ$  – восток, слева  $270^\circ$  – запад.

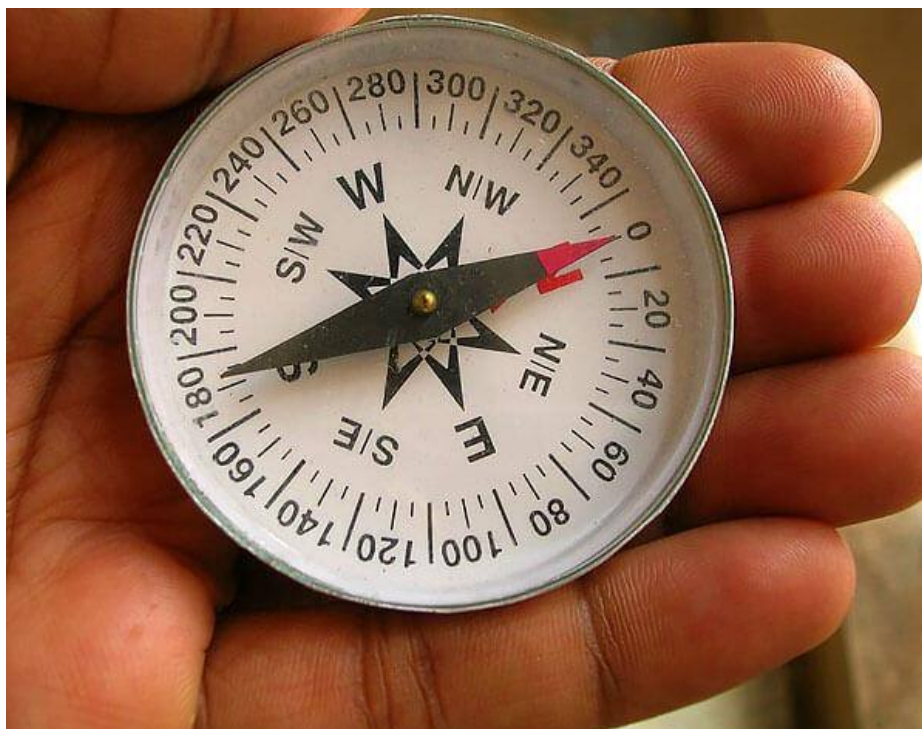


Рис. 13.2. Сориентированный магнитный компас

#### *Определение направления по азимуту*

Теперь рассмотрим, как определить направление по известному азимуту. Рассматривать также будем для двух моделей.

Вариант 1. Определение направления с помощью компаса с фиксированной шкалой и подвижной стрелкой:

- компас располагается горизонтально;
- лимб поворачивают до тех пор, пока указатель не укажет на цифру на шкале, соответствующую заданному азимуту, по которому определяется направление;
- компас поворачивается в горизонтальной плоскости, пока северная часть магнитной стрелки не укажет на значение  $0^\circ/360^\circ$  на шкале;
- компас удерживается в таком положении. Теперь мушка и целик укажут искомое направление.

Вариант 2. Определение направления с помощью компаса со стрелкой, прикрепленной к шкале:

- компас удерживается в горизонтальной плоскости;
- прибор вращается в горизонтальной плоскости до тех пор, пока указатель не укажет на шкале лимба цифру, соответствующую заданному азимуту;
- компас неподвижно фиксируется, а через мушку и целик отслеживается искомое направление.

Умение правильно определять азимут (и направление движения) необходимо при прохождении заданных маршрутов. На приведенном примере фрагмента маршрутного листа лесного многоборья рассмотрим алгоритм действия участника, проходящего трассу.

### МАРШРУТНЫЙ ЛИСТ № \_\_

Команда \_\_\_\_\_

Старт \_\_\_\_\_ Финиш \_\_\_\_\_

№	Азимут, град	Дистанция, м	Пароль	Задержка	Отметка	Штрафн.
Старт			Старт			
1	175	150				
2	220	300				
3	60	250				
4	...	...				
ИТОГО						

Время прохождения трассы \_\_\_\_\_

Штрафные баллы \_\_\_\_\_

Штрафное время \_\_\_\_\_

Общее время \_\_\_\_\_

1. Участник располагает компас над точкой 1, ориентирует его и определяет направление, отвечающее азимуту  $175^\circ$ . Для начала движения по азимуту намечается хорошо видимый ориентир на удалении, в данном случае 150–200 м.

2. Участник движется в направлении намеченного ориентира на указанное в маршрутном листе расстояние (дистанцию). Контроль дистанции осуществляется обычно подсчетом шагов (должен знать длину своего шага при различных условиях). По прохождении указанного расстояния (150 м) должен найти ориентир 2.

3. При нахождении ориентира алгоритм действия повторяется: над точкой ориентируется компас, определяются новый азимут ( $220^\circ$ ), направление движения с засечкой ориентира и т. д.

Типичные ошибки, возникающие при прохождении маршрута и обусловленные обычно неопытностью и торопливостью участников:

– неверное определение направления; возможные причины: неправильная ориентация компаса или ее нарушение в момент перехода от ориентации прибора к определению азимута; неисправность компаса – размагничивание или заедание стрелки (подвижной шкалы); наличие вблизи компаса в момент измерений металлических предметов или намагниченных предметов (в том числе кредитных карт и сотовых телефонов);

– неверное определение дистанции, пройденной в заданном направлении, – срываясь на бег, участник значительно увеличивает длину своего шага.

## Геодезические съемки

### Виды съемок и их классификация

Совокупность действий, выполняемых на местности для получения *плана*, карты или профиля, называется *съемкой*.

Основными действиями при съемках являются геодезические измерения:

- *линейные*, в результате которых определяют расстояния между точками местности;
- *угловые*, позволяющие определять горизонтальные и вертикальные углы между направлениями на заданные точки;
- *высотные*, или *нивелирование*, в результате которых определяют превышения между точками местности.

Если съемка проводится для получения плана с изображением только ситуации, то ее называют *горизонтальной (плановой)*, или *контурной*.

Съемка, в результате которой должен быть получен план или карта с изображением ситуации и рельефа, называется *топографической*. При топографической съемке наряду с другими действиями производят измерения с целью определения высот точек местности.

Данный раздел указаний предназначен для членов школьных лесничеств и экологических объединений старших классов. Изучение методов и способов инструментальной (точной) съемки местности предполагает участие специалистов (представителей лесничеств, учителей географии, преподавателей, сотрудников, студентов и магистрантов высших учебных заведений и т.п.), знакомых с работой данных инструментов.

Знания и умения, приобретенные членами школьных лесничеств и экологических объединений при изучении данного раздела, могут быть базой при проведении научных исследований, играют значительную роль в профессиональной ориентации школьников.

### Буссольная съемка

Буссольная съемка местности является горизонтальной съемкой малой точности на небольших участках местности, а также используется для съемки ситуации при других, более точных методах съемки. Основными инструментами в этой съемке являются буссоль, эклиметр (прибор для измерения углов наклона) и мерная лента.

Работа при производстве буссольной съемки строится в такой последовательности:

- 1) знакомство с устройством буссоли (рис. 13.3);
- 2) проверки буссоли;
- 3) рекогносцировка участка съемки;
- 4) измерение азимутов и длин сторон полигона;
- 5) съемка ситуации;
- 6) составление плана местности.

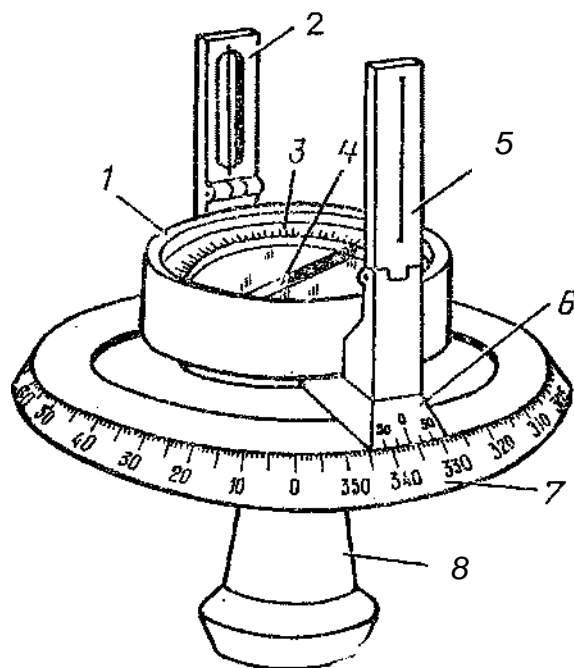


Рис. 13.3. Устройство буссоли геодезической БГ-2:

1 – коробка; 2, 5 – предметный и глазной диоптры; 3 – буссольное кольцо; 4 – магнитная стрелка; 6 – алидадная линейка с верньером; 7 – горизонтальный круг с лимбом; 8 – втулка

### Проверки буссоли

Прибором для измерения магнитных азимутов и румбов линий местности служит буссоль. В центре коробки буссоли на острие шпильки надета магнитная стрелка с вороненым (темным) северным концом. Для уравновешивания магнитной стрелки на южный ее конец надевают подвижную муфту, т.е. грузик.

Перед началом полевых работ у буссоли должны быть проверены следующие условия:

- магнитная стрелка должна быть уравновешена.

Для проверки при помощи накладного уровня приводят градусное кольцо буссоли в горизонтальное положение. Концы стрелки в этом случае должны находиться в плоскости кольца буссоли.

При несоблюдении этого условия передвигают муфту на южном конце стрелки и устанавливают ее в горизонтальное положение;

– приведя градусное кольцо буссоли в горизонтальное положение, замечают отсчет на кольце по северному концу стрелки. При помощи железного стержня выводят стрелку из равновесия, а затем, убрав железный стержень, ждут, пока стрелка успокоится.

Если отсчет на кольце по северному концу стрелки тот же, то условие выполнено. В противном случае буссоль заменяют;

– стрелка должна вращаться в центре градусного кольца буссоли.

При выполнении этого условия разность отсчетов на кольце буссоли по обоим концам стрелки должна составлять  $180^\circ$ , в противном случае буссоль заменяется.

### **Подготовительные работы**

Перед началом съемочных работ выполняется поверка угломерных приборов и тренировочные измерения ими.

На открытом участке пересеченной местности с достаточным числом контуров учимся устанавливать прибор, проверяем и отъюстировываем буссоль, производим несколько пробных угловых измерений. Проводим пробные измерения расстояний, практически изучаем способы съемки ситуации, ведение журнала и абриса.

Установку буссоли на станции начинаем с установки штатива или стойки – легкого прочного кола. Штатив с помощью нитяного отвеса центрируем над забитым в грунт колышком. Отклонение острия отвеса от центра его верхнего среза не должно превышать 5 см. Стойку вбиваем в грунт рядом с колышком. Ее вертикальность проверяем нитяным отвесом, удерживая нить в 2–3 см от вершины стойки.

С комплектом приборов буссольной съемки работа осуществляется бригадой из 2–3 человек. Каждый должен последовательно выполнить проверки прибора. В рабочей тетради составляется отчет о выполненной работе.

Для тренировки в измерении направлений и углов определяются с точки стояния прибора магнитные азимуты на две вехи, установленные в 70–100 м от прибора, сначала по буссольному кольцу, затем – по лимбу. Разность между соответствующими азимутами не должна превышать  $2t$ , где  $t$  – точность отсчета по стрелке буссоли, равная половине наименьшего деления кольца, обычно  $30'$ .

Измерение магнитных азимутов выполняется следующим образом. Установленную на штативе или заостренной с двух концов палке буссоль поворачивают до тех пор, пока диаметр лимба (юг – север) не совпадает с направлением успокоившейся магнитной стрелки, принявшей горизон-



тальное положение. При этом под глазным диоптром на алидаде выставляют отсчет  $180^\circ$ , а также совмещают северный конец магнитной стрелки с  $0^\circ$  под глазным диоптром. Тогда диаметр лимба  $0-180^\circ$  и плоскость диоптров, проходящая через щель глазного и нить предметного диоптров, примут направление магнитного меридиана ( $A_m = 0^\circ$ ). В таком положении (рис. 13.4) буссоль закрепляют (фиксируют).

Перейдите в точку стояния одной из вех и измерьте обратный азимут на начальную станцию. Прямой азимут не должен отличаться от обратного более чем на  $1^\circ$  (сверх  $180^\circ$ ). При допустимом расхождении вычисляют средний (прямой) азимут  $A_{cp}$  по формуле

$$A_{cp} = (A_{np} + A_{обр} \pm 180^\circ) / 2,$$

где  $A_{np}$  и  $A_{обр}$  – соответственно прямой и обратный магнитные азимуты одного направления.

Принимаем и в этом случае величину предельного расхождения в азимутах одного направления равной  $2t$ , расхождение в углах в соответствии с теорией погрешностей допустимо иметь не более  $3t$ .

Для тренировки измерения расстояний землемерной лентой на местности преподавателем указывается отрезок длиной  $180-200$  м, расчищается и провешивается линия, а затем, работая группами по  $2-3$  чел., проводят измерения этой линии в прямом и обратном направлениях. Если какая-то часть отрезка имеет уклон  $3^\circ$  и более, для данного отрезка измеряется вертикальный угол. По полученным результатам вычисляется горизонтальное проложение. В ходе работ ведется журнал измерения расстояний.

В конце тренировочных занятий освоите методику проложения буссольного хода и способы съемки ситуации с ведением абриса.

### **Продолжение буссольных ходов и съемка ситуации**

**Рекогносцировка участка и закрепление его вершин.** С целью изучения местности, закрепления вершин ходов и определения способов съемки ситуации бригада обходит участок по его периметру и внутренним линиям – границам выделов, дорогам, канавам и др. Эту работу начинают с начальной точки хода, которую обычно совмещают с квартальным столбом или с хорошо опознаваемой на карте точкой местности (перекрестком дорог, углом леса, мостом и т. п.).



Рис. 13.4. Буссоль на вешке, готовая к работе

Начальную сторону основного хода (полигона) располагают на квартальной просеке. Если это сделать невозможно, проектируют привязку участка к топографо-геодезической основе. Вершины полигона выбирают в местах, удобных для установки буссоли. Нельзя выбирать их близко к железнодорожным линиям, к электролиниям высокого напряжения и в других местах, где показания магнитной стрелки могут быть искажены.

Одновременно с вершины полигона должна хорошо просматриваться близлежащая местность, подлежащая съемке, и должна быть взаимная видимость между соседними вершинами полигона. Вершины полигона закрепляются на местности колышками, забитыми на уровне поверхности земли, а рядом с ними забивается второй колышек (сторожок), на стесанной поверхности которого записывается номер вершины полигона и номер бригады, производящей съемку.

Между направлением на другой геодезический пункт (точку местности) и первой стороной хода проектируют измерение привязочного угла. Стороны буссольных ходов не должны превышать 150 м, а при работе буссолью БГ-2 – 300 м.

В производственных условиях вершины хозяйственных участков в процессе их съемки закрепляют столбами. На учебной практике их закрепляют деревянными кольями длиной 15–20 см, толщиной около 6 см, забиваемыми вровень с землей. На верхний срез кола наносят крестообразную насечку или забивают в него гвоздь. Отмеченную таким образом вершину угла называют точкой (станцией). Для облегчения отыскания точки в 15–20 см от нее забивают другой кол длиной 30–40 см, возвышающийся над поверхностью земли на 10–15 см. Его называют сторожком. На затесе сторожка подписывают порядковый номер точки и номер бригады. На всем участке нумерация точек сквозная. В замкнутом ходе точки нумеруют по ходу часовой стрелки. Это прямое направление хода. Если двигаться в этом направлении, снимаемый участок все время будет находиться справа. Съёмочные пикеты обозначают в журнале и абрисе.

Результаты рекогносцировки отображают на глазомерно составленной схеме. На ней показывают точки хода с их номерами, примерное расположение снимаемых контуров и объектов. Схему перечерчивают в бригадный журнал и абрис буссольной съемки.

Съемка периметра полигона. Работу на вершине и стороне хода начинают с составления абриса (рис. 13.5).

На нем схематически изображают плановое положение контуров и объектов местности, расположенных вблизи съёмочной точки (линии), надписывают их количественные и качественные характеристики. В процессе измерений абрис дополняют графическими построениями, числовыми и текстовыми надписями, указывающими на способ съемки и получаемые результаты. При этом всегда следят, достаточно ли на абрисе данных,

чтобы составить по ним план снятого участка, четко ли изображены объекты и сделаны надписи, не возникнет ли путаница при камеральной работе. Обычно на странице абрисного журнала помещают результаты съемки с 1–2 станций или сторон.

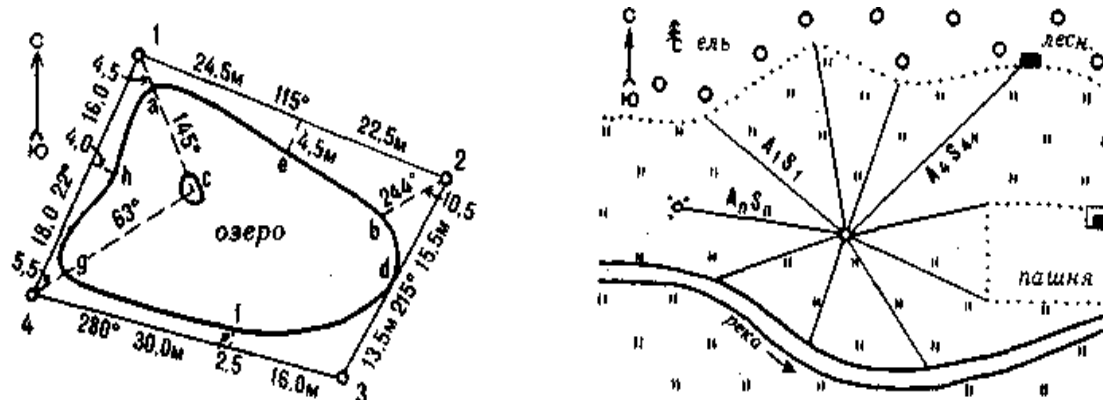


Рис. 13.5. Абрис участка при буссольной съемке

Угловые измерения выполняют после центрирования, нивелирования и ориентирования прибора по магнитной стрелке. Сначала визируют на заднюю, затем на переднюю точки хода. Отсчеты читают по двум верньерам (по I – градусы и минуты, по II – только минуты). Из них выводят средние азимуты и записывают их в графы журнала буссольной съемки (табл. 13.1). Из прямого и обратного азимутов, если расхождение между ними не превышает  $30'$ , выводят средний азимут (гр. 5). При больших расхождениях повторяют измерение на данной станции и, если оно выполнено правильно, возвращаются на предыдущую станцию, чтобы там проконтролировать работу. Причиной недопустимых расхождений обычно бывает невнимательность при установке прибора, его ориентировании, визировании и снятии отсчетов.

Таблица 13.1

Журнал буссольной съемки

Станция	Точка визирования	Азимут			Румб прямой	Горизонтальное проложение, м
		прямой	обратный	средний (прямой)		
1	2	3	4	5	6	7

В нашем примере полигон имеет четыре вершины. Измерения проводятся в каждой вершине при соблюдении порядка обхода полигона по ходу часовой стрелки (см. рис. 13.5).

Если буссоль установлена в вершине I, то измеряется прямой магнитный азимут  $A_{M-I-II}$  стороны I–II и обратный магнитный азимут  $A_{M-I-IV}$  стороны полигона IV–I. В вершине II измеряются  $A_{M-II-III}$  – прямой магнитный азимут стороны полигона II–III и обратный  $A_{M-II-I}$  стороны I–II и т.д. Результаты измерений заносятся в ведомость полевых измерений.

По значениям прямых и обратных азимутов вычисляются средние азимуты каждой стороны полигона:

$$A_{cp(пр)} = \frac{A_{пр} + A_{обр} \pm 180^0}{2}$$

и румбы сторон, соответствующие этим средним азимутам:

- I четверть, СВ  $r_{(CB)} = A_{cp} (CB)$ ;
- II четверть, ЮВ  $r_{(ЮВ)} = 180^0 - A_{cp} (ЮВ)$ ;
- III четверть, ЮЗ  $r_{(ЮЗ)} = A_{cp} - 180^0 (ЮЗ)$ ;
- IV четверть, СЗ  $r_{(СЗ)} = 360^0 - A_{cp} (СЗ)$ .

Измерение длин сторон полигона выполняется стальной мерной лентой (рулеткой) дважды, т.е. в прямом и обратном направлениях. Из двух значений длин каждой стороны вычисляются их средние величины

$$L_{cp} = \frac{L_{пр} + L_{обр}}{2} .$$

Одновременно с измерением длин сторон измеряют их углы наклона к горизонту  $v$  эклиметром или любым другим прибором. Результаты измерений заносят в ведомость (табл. 13.2) и вычисляют горизонтальное положение средних значений длин сторон

$$L_{гор} = L_{cp} \cos v .$$

Таблица 13.2

Ведомость линейных и угловых измерений

Номера вершин полигона	Магнитные азимуты		Средний магнитн. азимут $A_{Mcp(пр)}$	Магнитн. румб соответст. $A_{Mcp(пр)}$	Измеренная длина сторон		Среднее значение $L_{cp}$	Угол наклона, $v$ град	Горизонтальное проложение измер. длины
	прямо $A_{Mпр}$	обратно $A_{Mобр}$			$L_1, м$	$L_2, м$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### ***Съемка ситуации***

Сразу же после окончания измерений углов хода на станции снимите с нее и те объекты, положение которых выгодно определять полярным способом и угловыми засечками. Наметьте такие объекты, при необходимости выставьте на них вехи и отобразите схематически в абрисе.

Полярный способ целесообразно применять при работе буссолью БГ-2. Полярные углы в виде отсчетов по лимбу буссоли можно определять от направления на заднюю (переднюю) точку хода или от северного направления магнитной стрелки. О принятом вами способе измерений сделайте отметку в буссольном журнале и абрисе.

При съемке ситуации полярным способом отсчеты с горизонтального круга буссоли снимают лишь по одному верньеру.

Линейные измерения выполняют землемерной лентой и рулетками. Линии хода измеряют дважды – в прямом и обратном направлениях по методике. Одновременно с промером в прямом направлении снимают ситуацию и определяют данные для приведения к горизонту наклонных частей линий хода (длину и угол наклона – от  $5^\circ$  и больше). Обратное измерение выполняют для контроля. Отсчеты с ленты снимают с точностью до десятых долей метра. Результаты измерений и вычислений записывают на правых страницах журнала буссольной съемки.

### **Составление плана участка местности по материалам буссольной съемки**

*Проверка и обработка полевых измерений.* В журнале буссольной съемки проверяют вычисления азимутов и длин сторон. Все прямые азимуты переводят в румбы и записывают их в 6-ю графу журнала. Если материалы буссольной съемки будут использоваться для составления плана, геодезической основой которого являются пункты государственной геодезической сети, то магнитные азимуты переводят в дирекционные углы.

При проверке правильности измерения линий вновь вычисляют средние значения сторон ходов, абсолютную и относительную погрешности. Проверенное горизонтальное проложение стороны записывают рядом с ее румбом в графу 1 журнала.

Если в замкнутом ходе, кроме азимутов, измерены все внутренние углы, то находят их сумму и вычисляют угловую невязку, по величине которой судят о качестве угловых измерений. Угловая невязка в полигоне не должна превышать  $\pm 10' \sqrt{n}$ , где  $n$  – число углов поворота.

## Составление плана по данным буссольной съемки

Это первичный документ всей съемки, поэтому он должен вестись аккуратно, все способы съемок должны быть с цифровыми данными, написанными четко и по правилам.

На основании ведомости полевых измерений и абриса вычерчивается план участка местности буссольной съемки в туши по условным знакам. Масштаб плана, особенности его оформления согласовываются с преподавателем.

При составлении плана вначале на листе бумаги выбирают северное направление меридиана так, чтобы все точки полигона разместились на этом плане. Для построения азимутов (румбов) сторон полигона пользуются транспортиром, а длины линий этих сторон откладывают в масштабе по линейке.

Наметив на плане положение вершины I, проводят через нее линию, параллельную принятому северному направлению меридиана. Затем от вершины I транспортиром строят румб первой стороны полигона I-II, равный СВ:36°10'. Проводят линию под этим углом и откладывают на этой линии длину стороны I-II, равную 87,47 м, выраженную в масштабе плана. Так получают положение вершины II. Построение всех остальных вершин полигона на плане производится аналогично.

Для контроля обязательно нужно построить румб последней стороны полигона (в нашем примере это сторона IV-I) и отложить в масштабе длину этой стороны. Вследствие ошибок полевых измерений или ошибок графических построений вершина I не совпадает с начальным своим положением, а займет новое положение (рис. 13.6).

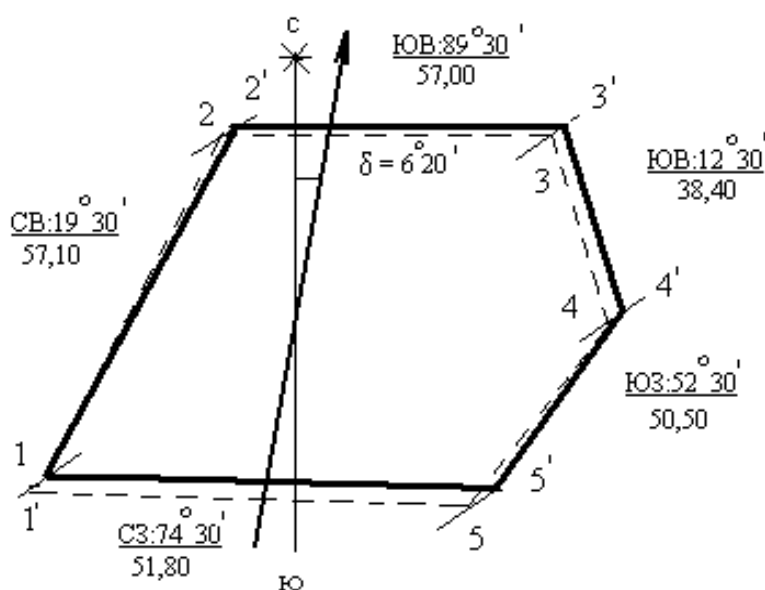


Рис. 13.6. Графический способ распределения невязки

Отрезок несовпадения положения вершины I на плане представляет линейную невязку  $\Delta$ , истинную величину которой нужно определить по масштабу с плана (циркулем-измерителем и масштабной линейкой). Если периметр полигона обозначить через  $P$ , то относительная невязка не должна превышать 1:200, т. е.  $\frac{\Delta}{P} \leq \frac{1}{200}$ . Если ошибка в построении плана не обнаружена, то надо проверять полевые измерения. Проверке подлежат полевые измерения длин сторон полигона и азимуты.

Чтобы, приступая к построению плана, быть уверенным в правильности всех исходных данных, нужно по окончании полевых наблюдений сделать предварительную накладку вершин полигона.

Вследствие накопления неизбежных ошибок измерений и построений в результате составления плана ход может не сомкнуться. Отрезок, характеризующий несмыкание хода (полигона), называется линейной невязкой. Если линейная невязка не превышает допустимых значений, ее распределяют пропорционально длинам сторон графическим способом (рис. 13.7).



Рис. 13.7. График поправок

После распределения невязки вершины полигона получают окончательное (увязанное) положение. Когда основные точки и линии нанесены на план, можно наносить ситуацию.

По окончании работы над вычерчиванием плана все вспомогательные линии, лишние размеры, взятые с абриса для построения плана, на чистовой вариант не наносятся, а их первоначальное изображение (в карандаше) удаляется.

## Геометрическое нивелирование трассы

### Основные инструменты, принадлежности и условия для геометрического нивелирования

Сущность нивелирования заключается в определении превышений между нивелирными точками по оси трассы (рис. 13.8).

Геометрическое нивелирование выполняется геодезическими инструментами – нивелирами в комплекте с нивелирными рейками.

Основными условиями выполнения геометрического нивелирования являются:

– горизонтальное положение визирной оси зрительной трубы нивелира;

– вертикальное положение реек, устраиваемых на точках, нивелирование которых необходимо выполнить.

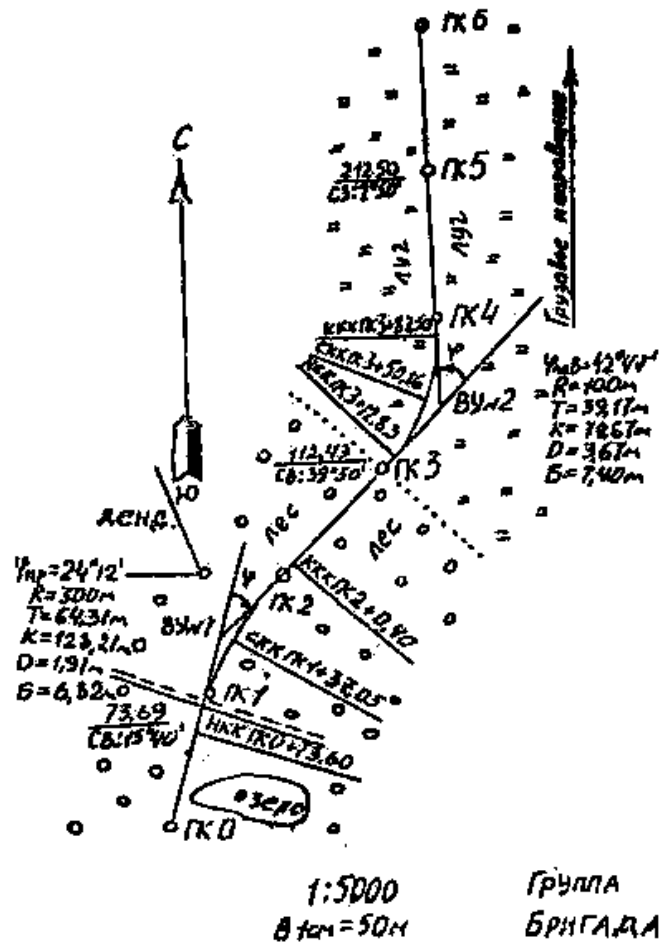


Рис. 13.8. План трассы

В настоящее время для технического нивелирования в инженерной геодезии применяются глухие нивелиры, в том числе глухой нивелир ЗН-5Л, у которых зрительная труба и цилиндрический уровень наглухо скреплены между собой.

Малогабаритный нивелир ЗН-5Л относится к нивелирам технической точности. Нивелир имеет зрительную трубу прямого изображения с внутренней фокусировкой. Для снижения влияния одностороннего нагрева на величину угла  $i$  зрительная труба и цилиндрический уровень помещены внутри корпуса 12 (рис. 13.9, а) верхней части прибора. Объектив 11 зрительной трубы выведен наружу, на его оправу можно надеть линзовую насадку для визирования на рейку, расположенную ближе 1,2 м.

Внешний вид прибора с наименованием основных элементов приведен на рис. 13.9, в.



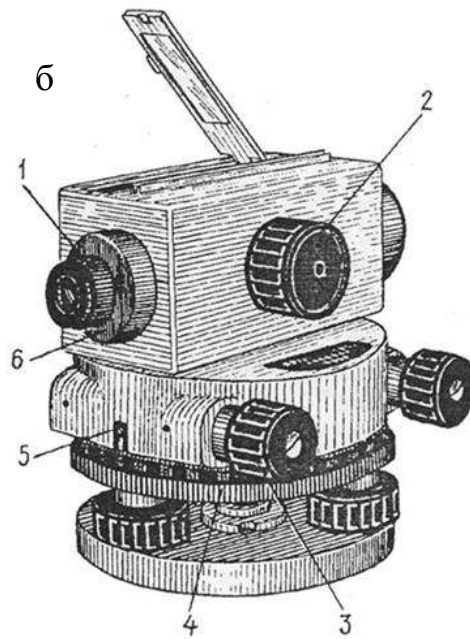
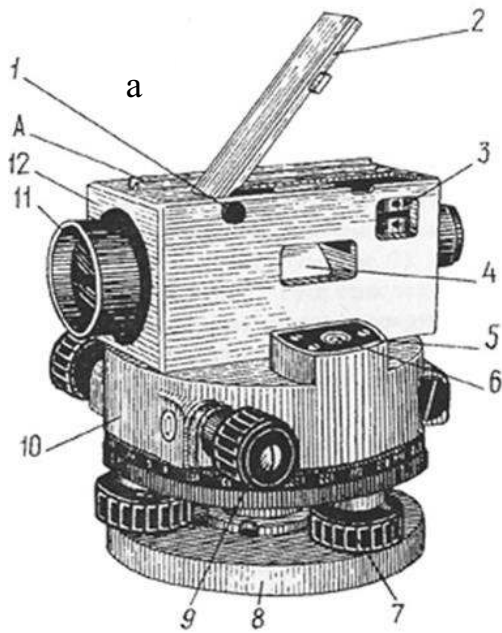


Рис. 13.9. Внешний вид нивелира 3Н-5Л:

- а – 1 – заглушка; 2 – зеркало;
- 3 – юстировочная гайка;
- 4 – белый экран;
- 5 – юстировочные винты круглого уровня; 6 – круглый уровень;
- 7 – подъемный винт; 8 – пластина подставки;
- 9 – наводящий винт;
- 10 – корпус подставки;
- 11 – объектив; 12 – корпус;
- А – продольный прилив (механический визир).
- б – 1 – диоптрийное кольцо;
- 2 – кремальера;
- 3 – элевационный винт;
- 4 – металлический лимб;
- 5 – индекс; 6 – гайка;
- в – внешний вид прибора

Вращением диоптрийного кольца 1 (см. рис. 13.9, б) окуляр устанавливают по глазу до появления четкого изображения сетки нитей. Кремальерой 2 зрительную трубу фокусируют при наведении на рейку. На верхней плоскости корпуса 12 (см. рис. 13.9, а) имеется продольный прилив А, выполняющий роль механического визира для предварительного наведения нивелира на рейку.

Цилиндрический уровень подсвечивается белым экраном 4. Зеркало 2 служит для удобства наблюдения за положением пузырька уровня. Угол  $i$  (непараллельность оси цилиндрического уровня визирной оси зритель-

ной трубы) приводят к нулю юстировкой уровня с помощью двух гаек 3, доступ к которым открыт через окно.

Верхняя часть нивелира связана с корпусом подставки 10 безлюфтовым пружинным шарниром и может наклоняться относительно подставки с помощью элевационного винта 3 (см. рис. 13.9, б). Осевая система нивелира расположена внутри корпуса 10 (см. рис. 13,9, а), снабжена червячной передачей и фрикционным устройством, позволяющим свободно вращать нивелир вокруг оси и в то же время выполнять точное наведение на рейку без ограничения угла поворота. Рукоятки наводящего винта 9 расположены по обе стороны прибора, что делает одинаково удобной работу как правой, так и левой рукой.

На верхней плоскости корпуса находится круглый уровень 6 для установки оси нивелира в отвесное положение. Юстировку круглого уровня выполняют винтами 5. Между корпусом подставки и пластиной 8 в нивелире ЗН-5Л расположен металлический лимб 4 (см. рис. 13.9, б), который можно вращать, взявшись за накатанный поясок и установить в требуемое положение. Отсчет по лимбу берут с помощью индекса 5. При вращении нивелира лимб остается неподвижным.

Предварительная установка нивелира ЗН-5Л в рабочее положение осуществляется по круглому уровню выведением его пузырька на середину ампулы с помощью подъемных винтов.

Окончательная установка нивелира, или готовность к взятию отсчетов по рейкам, достигается выведением пузырька цилиндрического уровня на середину (в нуль-пункт) с помощью элевационного винта.

При производстве геометрического нивелирования используются двухсторонние рейки, на одной стороне которых нанесены сантиметровые деления черного и белого цвета, а на другой – красного и белого. Начало счета по черной стороне рейки – от нуля, а по красной – от 4600, 4700 или 4783. Поэтому отсчеты по красной и черной сторонам рейки, взятые на одном и том же пикете, будут разными, но разность отсчетов по черной и красной сторонам рейки должна равняться постоянному числу, равному началу оцифровки красной стороны рейки. Это условие является контролем взятия правильных отсчетов по рейкам на каждой из нивелируемых точек.

В комплект входят две рейки. Целесообразно, чтобы обе они имели одинаковую оцифровку, т.е. имели одно и то же контрольное число.

Отсчёт по шкале шашечных реек производится в миллиметрах (рис. 13.10). Единицы миллиметров оцениваются глазомерно. Рейки могут быть двухсторонними или односторонними. При использовании односторонних реек контроль измерений можно выполнять путём повторного нивелирования с другим горизонтом прибора.

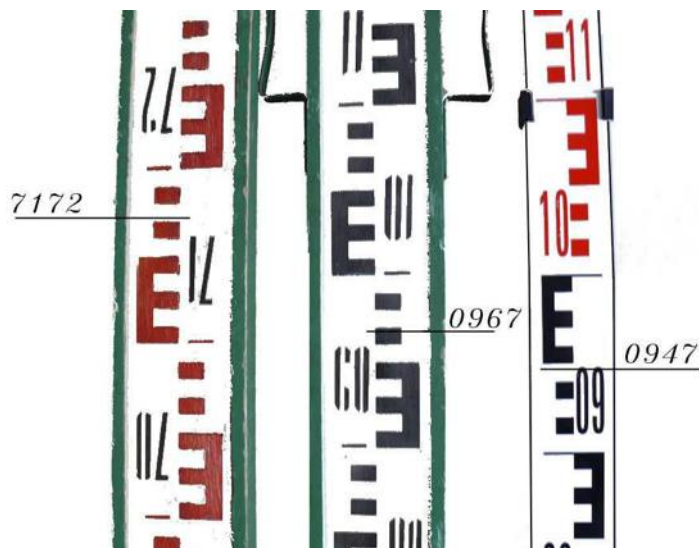


Рис. 13.10. Изображение цифр нивелирных реек

Изображение цифр может быть, как прямым, так и обратным. Однако рейку следует устанавливать так, что бы направление шкалы было всегда снизу вверх.

### Поверки и юстировка нивелира 3Н-5Л

Нивелир 3Н-5Л имеет следующие основные оси: основную ось или ось вращения прибора; визирную ось зрительной трубы, которая проходит через заднюю узловую точку объектива и перекрестье сетки нитей; ось цилиндрического уровня, которая проходит по касательной к внутренней поверхности ампулы в точке «0»-пункта; ось установочного уровня, которая проходит по нормали к внутренней поверхности ампулы уровня в точке «0»-пункта.

Для эффективной работы с прибором до начала нивелирования следует выполнить необходимые поверки.

#### I. Поверка по круглому уровню.

Требуемое условие: ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Проверка условия. Контур пузырька установочного уровня располагается concentрично сетке уровня с помощью подъемных винтов и верхняя часть прибора со зрительной трубой поворачивается на 180°. Если пузырек при этом выходит за пределы малого ограничительного кольца, то условие считается невыполненным.

Порядок исправления. На половину дуги смещения пузырек возвращается исправительными винтами уровня, а на другую половину – подъемными винтами. После этого верхняя часть прибора вновь поворачивает-

ся на  $180^\circ$ . Если наблюдается отклонение пузырька, то производят вторичное исправление.

### II. Поверка по сетке нитей.

Требуемое условие: средняя горизонтальная нить должна быть перпендикулярна оси вращения прибора.

Проверка условия. Прибор приводится в рабочее положение и производятся отсчеты по рейке для левого и правого концов средней горизонтальной нити. Отсчеты должны совпадать.

Порядок исправления. Окулярную трубку с сеткой нитей вращают вокруг геометрической оси до выполнения требуемого условия. Для обеспечения возможности вращения следует освободить, а затем закрепить винты, которыми окулярная трубка крепится к основному корпусу трубы.

### III. Поверка по главному условию.

Требуемое условие: для нивелира с уровнем при трубе визирная ось зрительной трубы должна быть параллельна оси цилиндрического уровня (определение угла  $i$ ).

Проверка условия. На местности на расстоянии 50–70 м друг от друга выбираются и закрепляются два пункта. В качестве таких пунктов можно принять две неподвижные нивелирные рейки. Устанавливают нивелир в створе двух реек точно посередине между ними. Затем следует нивелир привести в рабочее положение, навести на одну рейку, элевационным винтом вывести пузырек цилиндрического уровня на середину и взять отсчет  $a_1$  по рейке. Навести нивелир на вторую рейку, вывести пузырек уровня на середину и взять отсчет  $b_1$  (рис. 13.11).

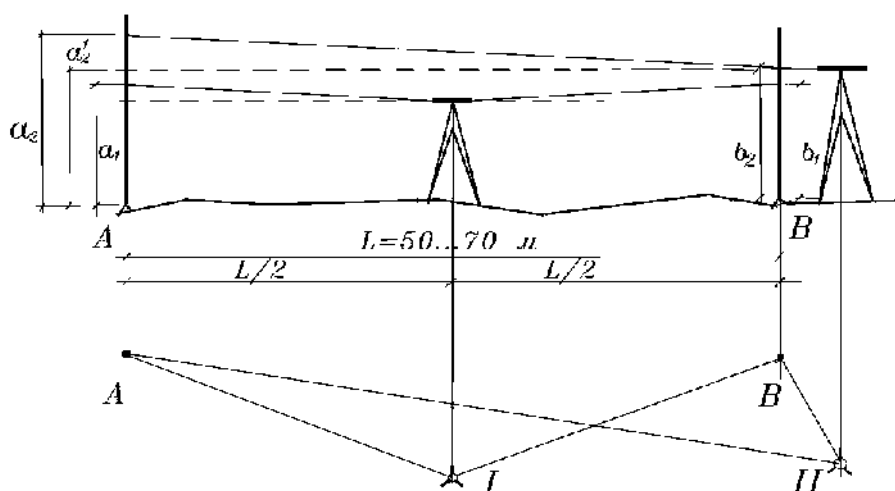


Рис. 13.11. Схема выполнения проверки по главному условию

Далее следует перенести нивелир и расположить его за передней рейкой на расстоянии 2–4 м от нее и несколько в стороне от створа, чтобы можно было наблюдать как первую, так и вторую рейку. Взять отсчеты  $a_2$

по дальней и  $b_2$  по ближней рейкам, не забывая при этом каждый раз выводить пузырек уровня на середину элевационным винтом. Вычисленное значение  $\alpha_2'$  для дальней рейки по формуле не должно отличаться от фактического отсчета  $\alpha_2$  более чем на 4 мм.

$$\alpha_2' = (\alpha_1 - b_1) + b_2.$$

Отсчёты  $\alpha$  и  $b$  следует производить по двум сторонам рейки или при двух горизонтах прибора.

Если действительное значение угла  $i$  больше нормируемого, выполняют юстировку.

Порядок исправления. Параллельность оси цилиндрического уровня визирной оси зрительной трубы достигается юстировочными гайками 3 (см. рис. 13.9, а). Шпилькой из комплекта нивелира, отпуская одну гайку и затягивая другую, вывести пузырек цилиндрического уровня на середину, после того как элевационным винтом по дальней рейке установлен отсчет, равный  $\alpha_2'$ . Для контроля поверку повторяют.

### **Методика, техника и последовательность нивелирования трассы**

Нивелирование по пикетам выполняется с целью построения профиля, т. е. вертикального разреза земной поверхности вдоль трассы или вдоль оси любого линейного сооружения.

Нивелирование трассы обычно производят по пикетам способом «из середины», когда нивелир устанавливается (приводится в рабочее положение) на равных расстояниях между начальной и конечной точками, нивелирование которых возможно с данной установки прибора, называемой станцией. Эти точки называются связующими (рис. 13.12).

После установки нивелира на правильно выбранной станции зрительную трубу наводят на рейку, установленную на задней связующей точке, и берут отсчеты по черной (Зч) и красной (Зкр) сторонам рейки.

Записывают отсчеты в журнал нивелирования и сразу вычисляют контрольное число рейки ( $P_3$ ) как разницу между отсчетами по красной и черной сторонам рейки:  $Z_{кр} - Z_{ч} = P_3$ . Если контрольное число рейки, полученное по отсчетам, отличается от действительного числа контрольного числа больше чем на  $\pm 4$  мм, то нивелирование задней связующей точки повторяют. Если же разница не превышает  $\pm 4$  мм, то зрительную трубу нивелира наводят на переднюю связующую точку, берут отсчеты по черной (Пч) и красной (Пкр) сторонам рейки, записывают их в журнал, вычисляют контрольное число рейки  $P_{кр} - P_{ч} = P_{п}$ , сопоставляют его с действительным контрольным числом передней рейки.

Связующие точки:  
 ПК0, ПК1, ПК2, х1, ПК3  
 Промежуточные точки:  
 ПК1+23; ПК1+90

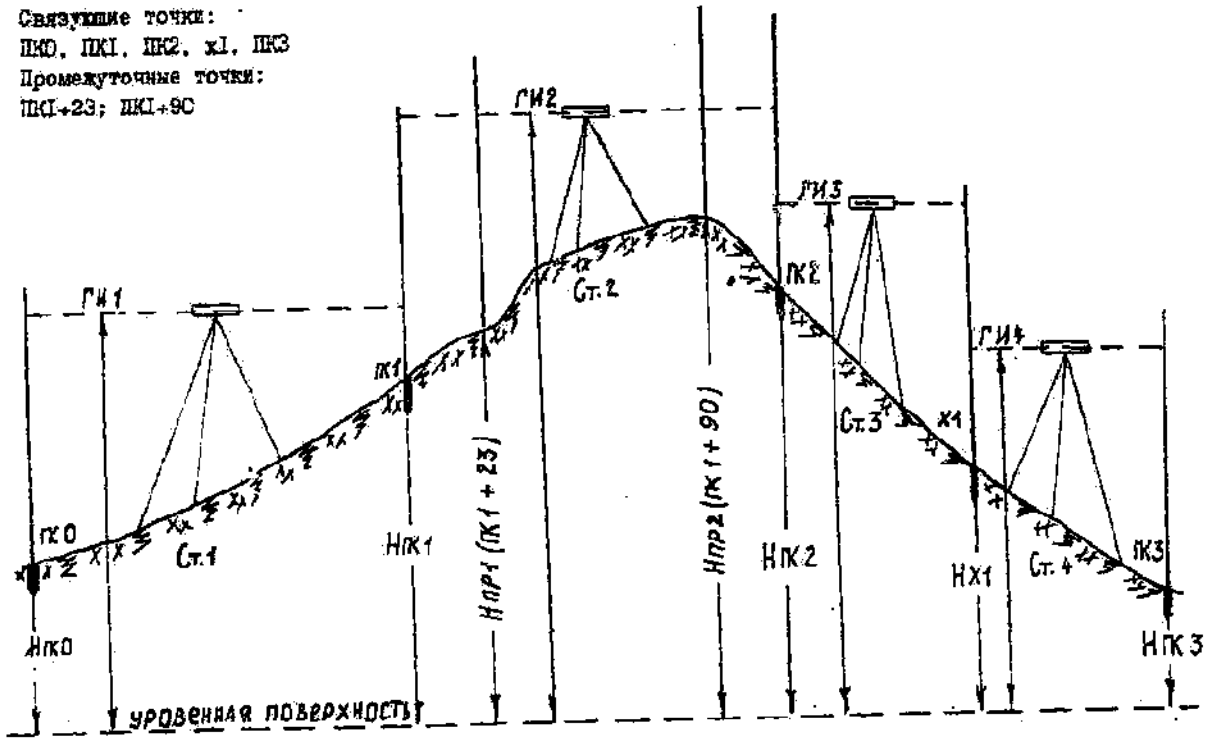


Рис. 13.12. Схема выбора станций и определения горизонта инструмента (ГИ)

Если разница превышает  $\pm 4$  мм, то нивелирование передней связующей точки повторяют. Если эта разница меньше  $\pm 4$  мм, то считают, что нивелирование связующих точек на данной станции выполнено достаточно точно, и приступают к вычислению превышений между этими связующими точками как разности отсчетов по черной и красной сторонам задней и передней реек:

$$h_{ч} = 3_{ч} - П_{ч},$$

$$h_{кр} = 3_{кр} + П_{кр}.$$

Если превышение между парой связующих точек, полученное по черной и по красной сторонам реек, отличается более чем на  $\pm 4$  мм, то нивелирование на данной станции повторяют заново.

Если эта разница  $h_{ч} - h_{кр} \leq \pm 4$  мм, то приступают к нивелированию поперечников, промежуточных точек на данной станции, а если их нет, то переходят на новую, следующую по трассе, станцию и продолжают нивелирование по аналогии с описанием выше для предыдущей станции.

На следующей станции нивелирование начинают с последней связующей точки предыдущей станции. Поэтому при выборе места установки нивелира на любой следующей станции обязательным условием является видимость на предыдущую связующую точку.

Нивелирование промежуточных точек рекомендуется выполнять только по одной черной стороне рейки.

Когда трасса проходит по местности с большими перепадами высот и определить превышение между соседними пикетами с одной станции не представляется возможным, то в таких случаях между пикетами временно закрепляют «икс-точки» (Хт).

Нивелирование по Х-точкам производится так же, как по связующим точкам: отсчеты берутся по обеим сторонам реек и на каждой станции определяют два значения превышений: по черной и красной сторонам реек.

При наличии реперов с известными геодезическими высотами в начале и конце трассы ее нивелирование производится только в одном – прямом – направлении с обязательной привязкой к этим реперам.

Если имеется только один репер, то нивелирование трассы выполняется в прямом и обратном направлениях с обязательной двойной привязкой к этому реперу: от репера по трассе до конечного пикета и обратно по трассе до этого же репера. В обратном нивелирном ходе нивелируются только связующие точки трассы: пикеты и Х-точки.

### Обработка журналов нивелирования

В процессе нивелирования все полученные отсчеты и контрольные вычисления записываются в журнал технического нивелирования установленной формы (табл. 13.3). Журнал заполняется так, чтобы каждая его левая страница начиналась отсчетом на переднюю связывающую точку (П) любой станции. Такая запись облегчает выполнение так называемого постраничного контроля.

Таблица 13.3

Журнал технического нивелирования

№ станций	№ пикетов	Отсчеты по р-кам			Превышения			Поправки к средним	Горизонт	Высота пикетов	
		зад-ние	перед-ние	про-меж.	вычисл.	сред.	испр. ад.				вышения
1.	ПК 0	2149			470	470	469	- 1		88,393	ПК 0
	ПК 1	6848	1679 6378		470					88,852	ПК 1
2.	ПК 1	6234 7932							92,083		
	+ 27 + 90			1008 1752						91,075 90,314	27 + 90
	ПК 2		2205 6305		1029 1027	1028	1026	- 2		89,868	ПК 2
3.	ПК 2	0478 5187									
	X		1566 6500		-1120 -1120	-1120	-1121	- 1		86,767	"
4.	X	0088 4786			-3605 -3877	-3806	-3807	- 1			
	ПК 3		3693 6593							84,980	ПК 3
	Σ		30699 37551		-0856	-3423	-3433	. 5			

Контроль  $\Sigma 3 - \Sigma 11 = \Sigma 4 = 2 \Sigma 109$ ;  $\Sigma 109 = H_1 - H_2$

Рекомендуется такая последовательность обработки результатов геометрического нивелирования трассы по пикетам.

1. Проверка записей и зарисовок, сделанных в полевом журнале.
2. Проверка вычислений превышений между связующими точками, полученных дважды в результате нивелирования по черной и красной сторонам реек:

$$\begin{aligned} h_{ч} &= Z_{ч} - П_{ч}, \\ h_{кр} &= Z_{кр} + П_{кр}, \\ h_{ср} &= \frac{h_{ч} + h_{кр}}{2}. \end{aligned}$$

3. Выполнение постраничного контроля по связующим точкам.

На каждой странице и по всему журналу нивелирования подсчитываются:

- суммы всех задних отсчетов  $\sum Z$  по обеим сторонам реек;
- суммы всех передних отсчетов  $\sum П$  по обеим сторонам реек;
- алгебраические суммы всех превышений  $\sum (h_{ч} + h_{кр})$ , полученных и по черным и по красным сторонам реек;
- алгебраические суммы всех средних превышений  $\sum h_{ср}$ .

Постраничный контроль должен отвечать условию

$$\sum Z - \sum П = \sum (h_{ч} - h_{кр}) = 2 \sum h_{ср}.$$

4. Вычисление и распределение невязки нивелирного хода.

Фактическую невязку нивелирного хода  $fh_{ф}$ , выполненного в прямом и обратном направлениях, вычисляют по формуле

$$\sum h_{ф} = \sum h_{пр} - \sum h_{об},$$

где  $\sum h_{пр}$  – сумма средних превышений между связующими точками в прямом ходе, мм;

$\sum h_{об}$  – сумма средних превышений между связующими точками в обратном ходе, мм.

Эту невязку сопоставляют с допустимой невязкой  $fh_{д}$ , мм, которая вычисляется по формуле

$$fh_{д} \leq 50\sqrt{L},$$

где  $L$  – длина хода в одном направлении, км.



Если  $fh_\phi > fh_\delta$ , то проверяют вычисления, а при необходимости повторяют нивелирование.

Если  $fh_\phi < fh_\delta$ , то половину фактической невязки распределяют с противоположным знаком поровну во все средние превышения прямого хода и вычисляют исправленные превышения:

$$h_{испр} = h_{ср} \pm h.$$

5. Вычисление геодезических высот связующих точек выполняют с использованием исправленных превышений и известной высоты начального репера или пикета ( $H_n$ ):

$$\begin{aligned} H_{нк0} &= H_n + h_{0испр}, \\ H_{нк1} &= H_{нк0} + h_{1испр} \quad \text{и т. д.} \end{aligned}$$

Проверку правильности вычислений высот всех связующих точек производят по выражению

$$\sum h_{испр} = H_k - H_n,$$

где  $\sum h_{испр}$  – алгебраическая сумма исправленных превышений;

$H_n, H_k$  – высота начальной и конечной точек нивелирного хода по трассе.

6. После вычислений высот связующих точек приступают к вычислению высот всех промежуточных точек. Для этого определяют горизонт инструмента ГИ, т. е. высоту визирного луча на данной станции – горизонт инструмента на станции равен высоте связующей точки плюс отсчета по рейке на этой же точке:

$$\begin{aligned} ГИ_{СТ} &= H_з + a_з, \\ ГИ_{СТ} &= H_{П} + a_{П}. \end{aligned}$$

Высота любой промежуточной точки на данной станции равна горизонту инструмента минус отсчет по рейке на этой же промежуточной точке:

$$H_i = ГИ_i - a_i.$$

### Построение продольного и поперечного профилей

Для наглядного графического представления результатов нивелирования по трассе профили строят на миллиметровой бумаге по данным пикетажного и нивелирного журналов по вычисленным высотам пикетов, связующих и промежуточных точек.

При построении продольного профиля вертикальный масштаб (Мв) принимается в 10 раз крупнее горизонтального (Мг). Обычно Мв=1:500 (в 1 см 5 м), Мг= 1:5000 (в 1 см 50 м). При этом пользуются установленной типовой сеткой профиля, графы которого рекомендуется заполнять в определенном порядке (рис. 13.13).

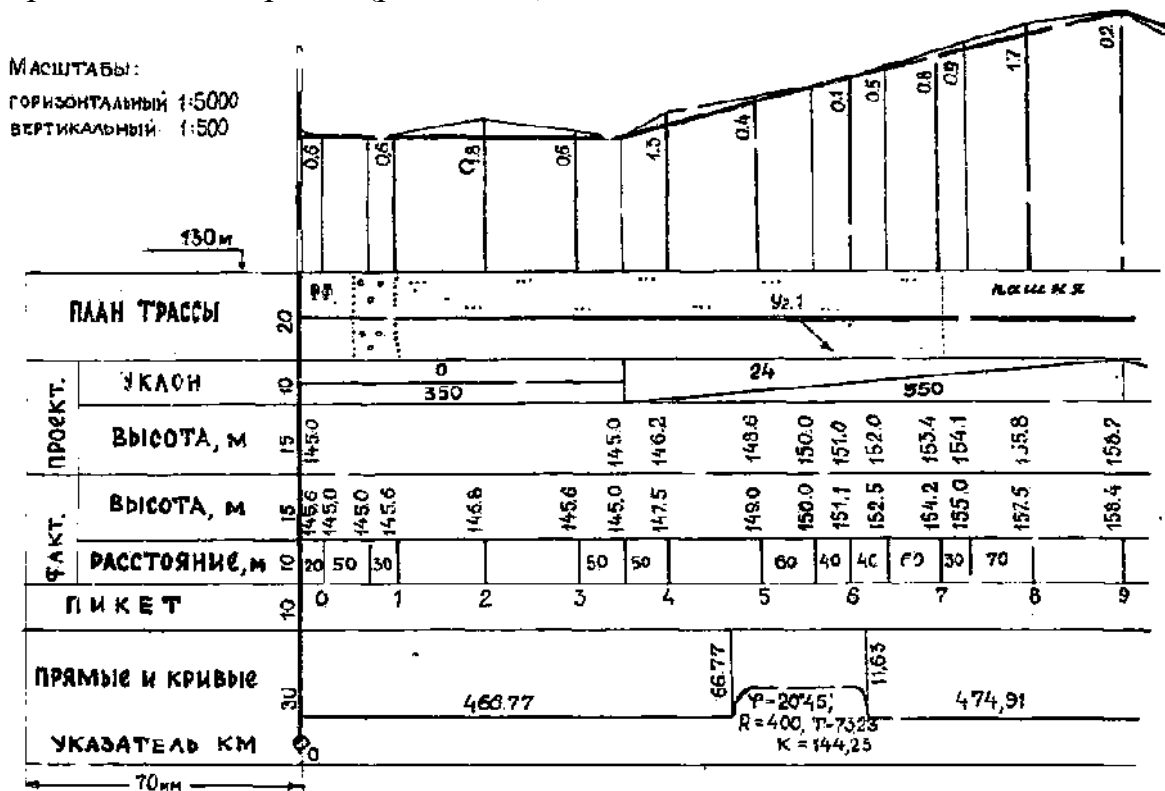


Рис. 13.13. Продольный профиль трассы

1. В строке ПИКЕТЫ в горизонтальном масштабе профиля откладываются 100-метровые отрезки, концы которых нумеруются соответственно 0, 1, 2, 3... и т.д.

2. Одновременно в строке РАССТОЯНИЕ вертикальными линиями отмечают в масштабе плюсовые точки, высоты которых определены при нивелировании трассы.

Сумма расстояний между плюсовыми точками в пределах любого пикета должна равняться 100 м.

3. В самой нижней строке ПЛАН ТРАССЫ, КИЛОМЕТРЫ строят условный план трассы, представляющий чередование прямолинейных участков трассы и закруглений на ее поворотах.

Строго на своих местах в привязке к пикетам в соответствии с ведомостью прямых и кривых показывают протяженность (длину) и ориентировку (румбы) прямых участков трассы, а также расположение и главные элементы кривых.

Закругления изображают дугами:

- дуга, обращенная выпуклостью вверх, означает поворот трассы вправо (конец дуги направлен вниз вправо);
- дуга, обращенная выпуклостью вниз, означает поворот влево (конец дуги направлен вверх влево).

Над или под дугами записывают значения основных элементов соответствующей кривой: радиус закругления, угол поворота, длину тангенса и кривой.

Точки начала и конца каждой кривой соединяют вертикальными линиями с графой РАССТОЯНИЕ и рядом с этими линиями записывают расстояния от обоих ближайших пикетов до начала и конца данной кривой. Ниже плана трассы проставляются километровые указатели через каждые 10 пикетов.

4. Посередине строки РАЗВЕРНУТЫЙ ПЛАН ТРАССЫ, СИТУАЦИЯ проводят прямую линию, условно представляющую трассу. Полосу шириной по 50 м в обе стороны вдоль трассы заполняют топографической ситуацией из пикетажной книжки.

5. В строку ВЫСОТА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ из журнала нивелирования напротив всех пикетов и плюсовых точек выписывают их высоты.

6. По высотам пикетов и плюсовых точек строят продольный профиль с таким расчетом, чтобы для наглядности самая низкая точка профиля была выше линии условного горизонта примерно на 4–5 см.

От линии условного горизонта в масштабе 1:500 откладывают вверх по ординатам отрезки, равные разности между высотой наносимой на профиль точки и высотой условного горизонта. Полученные точки соединяют между собой ломаной линией, которая и представляет профиль трассы.

Оставшиеся две строки ПРОЕКТНЫЕ УКЛОНЫ и ПРОЕКТНЫЕ ВЫСОТЫ заполняют данными из раздела «Проектирование по профилю».

Построение поперечных профилей обычно выполняют на том же листе миллиметровки. Масштабы поперечников, и вертикальные и горизонтальный, 1:500, сетка профиля упрощенная, содержит следующие графы (рис. 13.14):

- 1) пикеты, расстояния;
- 2) высота земной поверхности;
- 3) профиль.

Построение поперечных профилей осуществляется в полной аналогии с построением продольного профиля.

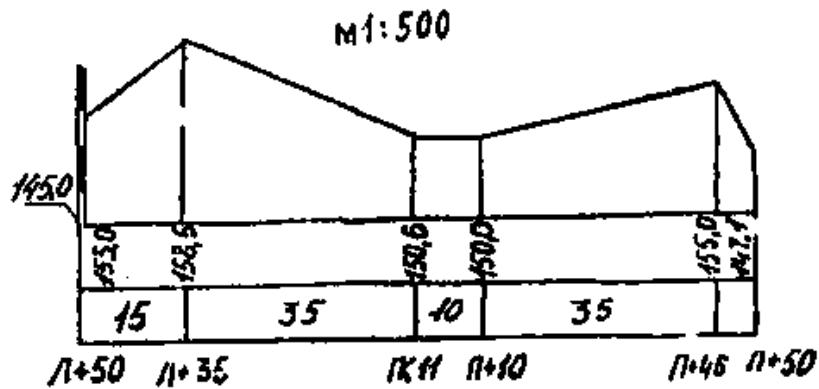


Рис. 13.14. Поперечный профиль

### Рекомендуемая литература

1. Чудинов, С. А. Геометрическое нивелирование трассы : методические указания по учебной практике для студентов очной и заочной форм обучения направления 270800.62 «Строительство» / С. А. Чудинов, М. В. Валл. – Екатеринбург, 2013. – 25 с.
2. Ганьшин, В. Н. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых / В. Н. Ганьшин, Л. С. Хренов. – Москва : Недра, 1985.
3. Строительные нормы и правила СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги : утверждены постановлением Госстроя СССР от 17.12.1985 № 233 (ред. от 30.06.2003). – URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200095529>





## 14. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ КОНКУРСНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

**Р**егулярное проведение конкурсных мероприятий важнейшая составная часть работы школьных лесничеств и экологических объединений. В процессе проведения конкурсов решается ряд актуальных задач движения:

- в процессе подготовки к конкурсам актуализируются и закрепляются знания, полученные учащимися во время теоретических и практических занятий;

- определяются лидеры по освоению программ обучения и лучшие школьные лесничества и экологические объединения на различных уровнях (школа, район, область и пр.);

- происходит обмен опытом в областях организационной и учебной работы;

- обобщается опыт работы лучших школьных лесничеств и их руководителей с целью широкого применения всеми участниками движения.

Все вместе это предопределяет активизацию работы школьных лесничеств и экологических объединений в последующие периоды времени.

Перечень конкурсных мероприятий, практикуемых в рамках движения школьных лесничеств достаточно широк – от рамок школы, района – до всероссийских масштабов. Но в данной работе мы рассмотрим ограниченную, итоговую часть подобных мероприятий, относящихся к рамкам субъекта или УФО. К ним мы отнесем региональные и окружные конкурсы – слеты (форумы) школьных лесничеств.

Эффективность проводимых конкурсных мероприятий в решающей степени зависит от качественной их подготовки и компетентной команды организаторов и судей. Данная работа призвана помочь руководителям школьных лесничеств и экологических объединений в подготовке и проведении оговоренных мероприятий на районном уровне с целью адаптации к конкурсам более высокого ранга – субъект Федерации, УФО.

Рекомендации основаны на опыте 20-летней работы МЛА по организации и проведению слетов школьных лесничеств ХМАО-Югры и Свердловской области; форумов и слетов школьных лесничеств и экологических объединений Уральского Федерального округа.

### **Слет школьных лесничеств и экологических объединений**

Слет (конкурс) школьных лесничеств и экологических объединений можно проводить на различных уровнях: от масштабов отдельного образовательного учреждения (школа) до города, далее соответственно района и т. д. Основное условие – наличие достаточного количества команд-конкурсантов (обычно не менее 5). Максимальное количество команд обычно не оговаривается, но по опыту работы желательно не превышать отметку в 20–25 команд для обеспечения оптимальных условий проведения слета и работы судейской бригады.

Следующим шагом является определение организаторов слета и распределение обязанностей исполнителей. Состав оргкомитета зависит от уровня мероприятия: если слет проходит в масштабах одного образовательного учреждения, достаточно представителей школы, представителей органов управления лесным хозяйством (лесничество), спонсоров мероприятия. Более высокие уровни предполагают привлечение представителей администраций районов и т.д.

***Положение о слете.*** Важным шагом в подготовке мероприятия является разработка положения о его проведении. Разрабатывается положение организаторами слета с обязательным участием представителей органов управления лесным хозяйством. Положение о проведении слета должно достаточно подробно и ясно (не допуская двусмысленных толкований) показывать:

- организаторов, место и время проведения мероприятия;
- возможных участников слета;
- перечень необходимых документов и порядок их предоставления;
- программу слета и регламент проведения мероприятия;
- систему оценок различных конкурсов и правила подведения итогов;
- порядок разрешения спорных ситуаций во время проведения слета.

Положение согласовывается со всеми заинтересованными сторонами и утверждается организаторами слета.

Положение должно быть доведено до участников слета за время, обеспечивающее возможность подготовки команд к проведению конкурса. Обычно в положении оговариваются возможность и условия внесения изменений.



**Программа слета школьных лесничеств** содержит перечень обязательных и может включать в себя целый ряд дополнительных конкурсных мероприятий на усмотрение организаторов. Основное условие – в конкурсной программе должна превалировать лесная тематика.

К обязательным мероприятиям слета относят:

- конкурс «Приветствие»;
- конкурс агитбригад;
- конкурсы по специальным дисциплинам лесного профиля;
- лесное многоборье.

Вариативная часть программы слета может включать:

- экоротики;
- конкурсы рисунков и плакатов;
- конкурсы фотографий;
- конкурсы различных экологических проектов;
- конкурсы поделок;
- обустройство бивака;
- конкурс эрудитов;
- конкурс лесных поваров;
- и другие по усмотрению организаторов.

Возможный вид программы слета рассмотрим на примере программы проведения «Лесной робинзонады» в УГЛТУ (табл. 14.1).

Таблица 14.1

Программа «Лесной робинзонады»

Время	Мероприятие	Место проведения
До 9:00	Заезд и регистрация участников	УЛК - 2, Р - II
9:30	Открытие	УЛК - 2, Р - I
10:00	«Приветствие»	УЛК -2, Р - II
11:00	Конкурс специалистов (таксация, лесоведение, геодезия)	Лесопарк им. лесоводов России
12:20	Обед	УЛК-2, столовая
13:00	Конкурс специалистов (ботаника, дендрология, зоология, энтомология, фитопатология, экология)	УЛК-2, Р - I Р - II Р - IV
14:30	Лесное многоборье	Лесопарк им. лесоводов России
16:30	Конкурс агитбригад	УЛК -2, Р - II
17:30	«Лесной эрудит»	УЛК-2, Р - I
18:30	Закрытие «Лесной робинзонады»	УЛК -2, Р - II
19:30	Отъезд участников	

При определении пункта «**Заезд и регистрация участников**» следует учитывать следующие факторы:

- 1) точное время заезда и выезда с мероприятия;
- 2) населенный пункт участников мероприятия;
- 3) день недели (по будням могут возникнуть сложности с городским транспортом)

«**Открытие**» мероприятия должно проходить спустя 15–30 мин после заезда, так как организаторы должны успеть проанализировать данные, провести инструктажи и оформить выставки из материалов, привезенных командами.

«Открытие» включает:

- переключку команд;
- приветственное слово организаторам, главному судье и приглашенным гостям мероприятия;
- представление утвержденной программы;
- жеребьевку команд на конкурсы мероприятия.

Конкурсная программа мероприятия состоит из различных творческих, индивидуальных и командных конкурсов и для удобства должна быть организована в следующем порядке:

1) «Приветствие» – конкурс, в котором участники могут познакомиться и рассказать о себе;

2) конкурс специалистов – конкурс, в котором участники должны быть сконцентрированы, так как подразумевает демонстрацию знаний по лесным дисциплинам за период подготовки. Решение теоретических, а также практических заданий. Конкурс индивидуальный и вся ответственность лежит на участнике. Конкурс специалистов следует проводить в 2 этапа, так как чаще всего одни и те же члены школьных лесничеств участвуют параллельно в двух конкурсах (например на конкурсах ботаников и лесоводов). В первом этапе необходимо проводить конкурсы, в которых участвует 1 представитель от команды (ботаника, дендрология, фитопатология, зоология, экология, энтомология);

3) лесное многоборье – конкурс, который включает работу всей команды, где проверяются не только теоретические знания по специализированным предметам, но и практические навыки и умения, а также спортивная подготовка участников. Данный вид конкурса не может стоять перед конкурсом специалистов, так как участники затратят большое количество энергии и сил при выполнении заданий на этапах и в дальнейшем будут не способны на активную мозговую деятельность, и результаты будут неудовлетворительными;

4) конкурс агитбригад – это конкурс, который может проводиться в числе последних, так как не требует значительных физических усилий и способствует в целом эмоциональной разрядке участников;

5) лесной эрудит – конкурс, который хорошо подходит в тех случаях, когда судейская коллегия подводит итоги. Как правило, на это уходит не менее 40 мин (подведение итогов, распределение подарков, печать грамот).

После проведения конкурсной программы проходит **награждение** участников, которое проводит главный судья мероприятия. Рекомендуется проводить награждение, начиная с III места, сохраняя интригу до конца мероприятия.

Награждение проводят в следующем порядке:

- 1) творческие и командные конкурсы;
- 2) специализированные конкурсы;
- 3) общекомандные конкурсы;
- 4) итог всего мероприятия.

Ориентировочная программа направляется участникам мероприятия за месяц до начала мероприятия, после чего ожидается обратная реакция, проводится корректировка, и окончательная программа предоставляется участникам за 5–7 дней до начала конкурса.

**Информационное обеспечение.** Данные по организации и проведению мероприятия могут быть опубликованы на сайте организации, а также в социальных сетях.

### **Конкурсы по специальным дисциплинам лесного профиля (спецконкурсы)**

*Цель:* проверка знаний по специальным дисциплинам, специальной терминологии, умений строить логичные четкие умозаключения по поставленному вопросу, кратко формулировать ответ.

В классическом варианте состоят из двух частей:

1 – теоретическая часть, представляющая тестовое задание по дисциплине, которое выполняется участниками на специально подготовленных бланках;

2 – практическая часть – работа с гербариями, коллекциями, с природными объектами, с приборами и оборудованием.

Перечень спецконкурсов может включать следующие: ботаника, дендрология, лесоведение, таксация, геодезия, биология, энтомология, фитопатология, лесное семеноводство, лесные культуры, экология леса и др. Выбор количества специализированных конкурсов в рамках слета зависит от количественного состава команд (расчет на каждого члена команды – 1 индивидуальный спецконкурс + командные) и возможностей организаторов слета (наличие квалифицированных судей).

Все индивидуальные специализированные конкурсы проводятся одновременно. Для проведения каждого конкурса отводится отдельное место

с возможностью организации письменной работы с тестом (или на компьютере). Заранее подготовленное тестовое задание выдается участникам конкурса в оговоренное графиком время – время на работу над тестом ограничивают (обычно из расчета 1 вопрос – 1 мин).

После выполнения и сдачи судье конкурса тестового задания участники приступают к выполнению практической части.

Практическая часть задания может включать:

- определение видов растений и животных, следов их жизнедеятельности в природе, по гербариям, коллекциям, рисункам и фотографиям;
- выполнение практических измерений и описаний на объектах в лесу;
- выполнение геодезических измерений, расчетов и построений;
- выполнение лабораторных исследований.

Практическая часть в обязательном порядке предполагает заполнение бланков выполнения конкурсного задания.

Итоги спецконкурсов подводятся судейской бригадой по представленным бланкам ответов – количество баллов, начисляемых за каждый ответ тестовых заданий, количество баллов в зависимости от степени выполнения практических работ, добавляемые премиальные баллы (определяет судья этапа). Победители конкурсов определяются по наибольшей сумме баллов, набранных за теоретическую и практическую части.

По итогам каждого специализированного конкурса заполняется общий протокол с указанием набранных командами баллов и занятым итоговым местом (табл. 14.2).

Таблица 14.2

Рекомендуемая шкала оценивания ответов  
в индивидуальных конкурсах

Теоретическая часть		
№ п/п	Тип задания	Балл
1	Тест с 1 правильным ответом	1
2	Тест с несколькими правильными ответами	2
3	Задание с открытым ответом	3
4	Задания с развернутым ответом (кейсовые задания)	4
Практическая часть (ботаника, дендрология, зоология, фитопатология, энтомология)		
1	Только родовое название на латыни	0,3
2	Полное биологическое название на латыни	0,5
3	Семейство/Отряд	0,5
4	Только родовое название	0,5
5	Полное биологическое название	1

## Конкурс «Ботаника»

Количество участников: 1.

Время, отведенное на конкурс: 60 мин. Теоретическая часть – 30 мин. Практическая часть – 30 мин.

Необходимые приборы: ручки, карандаши

### Описание конкурса

Теоретическая часть включает решение заданий, которые проверяют знания участников по строению и жизнедеятельности травянистых растений, а также по систематике. В табл. 14.3 представлен перечень возможных тем, которые необходимо изучить для успешного результата.

Таблица 14.3

### Программа подготовки для конкурса «Ботаника»

№ п/п	Тема
<i>1. Анатомия семенных растений</i>	
1	Ботаника как наука
2	Общая характеристика растений
3	Клетка – основная структурная и функциональная единица растительного организма
4	Растительные ткани
5	Анатомия коря
6	Анатомия побега и его частей
<i>2. Морфология семенных растений</i>	
7	Корень и корневые системы
8	Побег и побеговые системы
9	Лист
10	Размножение и воспроизведение растений
11	Строение цветка и соцветий
12	Разнообразие семян и плодов
<i>3. Систематика растений</i>	
13	Систематика растений как наука. Надцарство ядерные (царство грибы, царство растения). Низшие растения, или водоросли
14	Высшие споровые растения (отделы: моховидные, плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные)
15	Семенные растения. Отдел голосеменные
16	Отдел покрытосеменные
<i>4. Наука о растительности</i>	
17	Растительные сообщества, их основные признаки
18	Основные типы растительности
	Жизненные формы растений
	Индикационная ботаника

Практическая часть включает определение видов по гербариям, описаниям. Необходимо дать правильное полное биологическое название вида растения и по возможности латинское (например: Земляника лесная *Fragaria vesca*).

### **Конкурс «Дендрология»**

Количество участников: 1.

Время, отведенное на конкурс: 60 мин. Теоретическая часть – 20 мин. Практическая часть – 40 мин.

Необходимые приборы: ручки, карандаши.

#### *Описание конкурса*

Теоретическая часть включает решение заданий, которые проверяют знания участников по строению и жизнедеятельности древесных растений, а также по систематике. В табл. 14.4 представлен перечень возможных тем, которые необходимо изучить для успешного результата.

*Таблица 14.4*

#### Список тем для подготовки к конкурсу «Дендрология»

№ п/п	Тема
1	Дендрология как наука о древесных растениях. Задачи дендрологии и её связь с лесными дисциплинами
2	Характеристика жизненных форм древесных растений
3	Вид и внутривидовая изменчивость древесных растений. Понятие о виде. Вид как система популяций
4	Экология древесных растений. Понятие об экологии, её история, связь с другими науками. Классификация экологических факторов. Тепло как экологический фактор. Экологические группы древесных растений по отношению к теплу. Свет как экологический фактор. Влияние света на физиологические процессы. Экологические группы древесных растений по отношению к свету. Вода как экологический фактор. Экологические группы древесных растений по отношению к воде. Воздух и ветер как экологические факторы. Почвенно-грунтовые факторы. Эдафические группы древесных растений. Биотические экологические факторы. Формы их влияния на древесные растения. Антропогенные факторы. Древесные растения и урбанизированная среда
5	Лесной биогеоценоз и его компоненты. Понятие о биогеоценозе. Биогеоценоз как элементарная единица биосферы. Компоненты биогеоценоза. Фитоценоз как основной элемент биогеоценоза. Структура и динамика лесных фитоценозов. Систематические единицы геоботаники
6	Голосеменные. Общая характеристика отдела голосеменных. Классификация отдела. Класс хвойных как наиболее важный из современных голосеменных
7	Покрытосеменные. Общая характеристика отдела покрытосеменных. Классификация отдела. Сравнительная характеристика семейств, включающих наиболее хозяйственно ценные виды: березовые, буковые, ореховые, ивовые, ильмовые, кленовые, розоцветные, жимолостные, маслинные
8	Природные зоны страны. Понятие о природных зонах. Характеристика природных зон. Древесная растительность природных зон

Практическая часть представляет собой определение древесных видов по гербариям, цветным таблицам, в природе, по семенам, шишкам, плодам и т.д. Необходимо дать правильное полное биологическое название вида растения.

Для удобства подготовки к конкурсам «Ботаника» и «Дендрология» школьным лесничествам требуется составление собственных гербариев.

#### *Рекомендации по составлению гербариев*

Выбор растений для гербария:

- растения должны быть здоровыми, целыми;
- собирают обычно экземпляры цветущие (или спороносящие);
- многие группы растений требуют сбора в различных состояниях, так как их определяют по разным признакам.

Основные правила закладки растений:

- 1) после сбора растение закладывается в гербарную папку;
- 2) каждый лист растения распрямляется;
- 3) один или несколько листьев переворачиваются нижней стороной вверх;
- 4) если листья или побеги налегают друг на друга, между ними прокладывается кусочек бумаги, иначе места налегания при высыхании темнеют;
- 5) длинные стебли и листья, не помещающиеся на лист, изгибаются. Сгибы производятся под острым углом. Для того чтобы стебель не разгибался, место сгиба вставляется в прорезь в клочке бумаги. Все изгибы должны находиться на одном уровне и доходить почти до краев листа;
- 6) очень крупные растения разрезаются на части, причем закладывать их следует не все, а только наиболее характерные;
- 7) хвойные растения в гербарии почти всегда осыпаются. И поэтому следует окунуть ветку в растворенный в горячей воде столярный клей. Когда иголки растут пучками (как у лиственницы или кедра), в каждый пучок пускается капля клея;
- 8) в течение следующих дней дважды в день гербарий перекладывают, заменяя сырые прокладки сухими до полного высыхания;
- 9) закладывается этикетка. Пример этикетки представлен в табл. 14.5;

*Таблица 14.5*

Семейство	
Вид	
Местоположение	
Дата	

10) готовые растения, высушенные и определенные, закрепляются на листе плотной бумаги, и в правом нижнем углу закрепляется этикетка.

## Конкурс «Зоология»

Количество участников: 1.

Время, отведенное на конкурс: 60 мин. Теоретическая часть – 30 мин. Практическая часть – 30 мин.

Необходимые приборы: ручки, карандаши.

### Описание конкурса

Теоретическая часть включает решение заданий, которые проверяют знания участников по строению и жизнедеятельности животных и птиц. В табл. 14.6 представлен перечень тем, которые необходимо изучить для успешного результата.

Таблица 14.6

### Список тем для подготовки к конкурсу «Зоология»

№ п/п	Тема
<i>Класс птицы</i>	
1	Внешний облик птиц. Перьевой покров
2	Особенности пищеварительной системы птиц, системы кровообращения и дыхания
3	Особенности строения скелета
4	Размножение птиц. Особенности формирования яиц
5	Периодические явления в жизни птиц, годовой жизненный цикл
6	Экологические адаптации птиц. Птицы кустарно-лесные, болотно-луговые, степно-пустынные, водные и хищные
7	Общая характеристика типичных представителей наиболее представленных отрядов: воробьиные, курообразные, гусеобразные, голенастые, дневные и ночные хищные птицы
<i>Класс млекопитающие</i>	
8	Внешний облик. Волосяной и кожный покров
9	Особенности пищеварительной системы, системы кровообращения и дыхания
10	Особенности строения скелета и зубной системы млекопитающих
11	Размножение млекопитающих
12	Роль зверей в трофических цепях
13	Экологические группы млекопитающих: наземные, подземные, водные, древесные (лазающие) формы и летающие млекопитающие
14	Общая характеристика типичных представителей наиболее часто встречающихся отрядов: насекомоядные, зайцеобразные, парнокопытные, хищные, грызуны

В практической части участникам предлагается определение видов животного мира по цветным таблицам, чучелам, следам, силуэтам, следам жизнедеятельности, также определение птиц по голосам. Необходимо дать правильное полное биологическое название вида животного и описать систематическое положение вида.



### ***Конкурс «Энтомология»***

Количество участников: 1.

Время, отведенное на конкурс: 60 мин. Теоретическая часть – 30 мин. Практическая часть – 30 мин.

Необходимые приборы: ручки, карандаши.

#### *Описание конкурса*

Теоретическая часть включает решение заданий, которые проверяют знания участников по строению и жизнедеятельности отряда членистоногие. Для успешного выполнения заданий участникам необходимо знать основы морфологии насекомых, систематику и принципы деления на отряды, жизненный цикл и трофические группы насекомых, а также знать типы повреждений растений насекомыми-вредителями.

В практической части участникам предлагаются коллекции насекомых, которые нужно определить и заполнить форму.

### ***Конкурс «Фитопатология»***

Количество участников: 1.

Время, отведенное на конкурс: 60 мин. Теоретическая часть – 30 мин. Практическая часть – 30 мин.

Необходимые приборы: ручки, карандаши.

#### *Описание конкурса*

Теоретическая часть включает вопросы, темы которых представлены в табл. 14.7.

*Таблица 14.7*

Список тем для подготовки к конкурсу «Фитопатология»

№ п/п	Тема
1	Основы морфологии грибов (вегетативное тело, плодовое тело, органы спороношения)
2	Систематика грибов и грибоподобных организмов (принципы деления на отделы и классы)
3	Экологические группы грибов. Паразиты и сапротрофы
4	Понятие о болезнях растений и их причинах. Типы болезней растений
5	Болезни отдельных возрастных групп растений и органов растений
6	Болезни плодов и семян
7	Болезни всходов и сеянцев
8	Болезни хвои и листьев
9	Болезни ветвей и стволов: некротические, сосудистые, раковые, гнилевые

В практической части участникам необходимо определить болезни растений, повреждения растений насекомыми-вредителями.

Для успешных результатов в конкурсе школьным лесничествам рекомендуется оформить собственную коллекцию. При формировании коллекции деревянистых грибов (трутовиков) после сбора их необходимо подсушить и хранить с нафталином. Грибы-паразиты высушивают вместе с растением-хозяином в виде гербария и закрепляются на лист плотной бумаги. Повреждения растений насекомыми-вредителями аккуратно удаляют с дерева и оформляют так же, как и деревянистые грибы.

### ***Конкурс «Экология»***

Количество участников: 1.

Время, отведенное на конкурс: 60 мин. Теоретическая часть – 40 мин. Практическая часть – 20 мин.

Необходимые приборы: ручки, карандаши.

#### *Описание конкурса*

В данном конкурсе участникам предлагается тестирование на знание основных понятий и законов общей экологии, экологии леса, биоиндикации (определение экологического состояния природной среды с использованием стандартных методик, по наличию растений-индикаторов, определение признаков антропогенного воздействия на предложенном участке). Определение особо охраняемых природных территорий по основным признакам, знание названий и цели создания особо охраняемых природных территорий.

В практической части предлагается дать оценку степени рекреационной нагрузки на участке; составить пищевые цепи в природных сообществах (хвойный лес, лиственный лес, река, болото, поле, огород); оценить санитарное состояние участка.

В табл. 14.8 представлен список тем, на основе которых могут быть составлены задания для конкурса.

*Таблица 14.8*

#### Список тем для подготовки к конкурсу «Экология»

№ п/п	Тема
1	Определение экологии как науки, ее разделы, объекты изучения, связь с предметами естественных дисциплин
2	Организмы и среда обитания
3	Экологические системы
4	Учение о биосфере
5	Антропогенное воздействие на окружающую среду
6	Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов

## *Конкурс «Лесоведение»*

Количество участников: 2.

Время, отведенное на конкурс: 60 мин. Теоретическая часть – 20 мин. Практическая часть – 40 мин.

Необходимые приборы: ручки, карандаши, рулетка, высотомер.

### *Описание конкурса*

В теоретической части участникам необходимо решить тестовые задания по возможным темам, представленным в табл. 14.9.

*Таблица 14.9*

### Список тем для подготовки к конкурсу «Лесоведение»

№ п/п	Тема
1	Компоненты леса, их признаки, свойства, значение в жизни лесного насаждения и для народного хозяйства
2	Морфология древостоев (лесоводственно-таксационные показатели древостоев)
3	Лес и экологические факторы (абиотические, биотические и антропогенные факторы)
4	Возобновление леса (основные понятия, виды возобновления; преимущества и недостатки искусственного и естественного, семенного и вегетативного возобновления; методы учета естественного возобновления, оценка успешности естественного возобновления)
5	Рост и развитие леса (типы древостоев по составу, строению, возрастной структуре; классы Крафта, возрастные группы древостоев)
6	Типология леса (классификация типов леса Сукачева, Погребняка, Колесникова; характеристика наиболее распространенных типов леса по Сукачеву)

В практической части необходимо провести простейшее лесоводственное описание участка лесной растительности на площадке размером 20 × 20 м; местоположение, рельеф, живой напочвенный покров, подлесок, подрост (возраст, диаметр, высота, средний годичный прирост), определить тип леса, прирост у хвойных пород за последние 5 лет.

В данном конкурсе участвуют 2 человека, так как при выполнении заданий один из участников осуществляет измерения, а другой проводит описание (например ЖНП).

При выполнении заданий рекомендуется все записи осуществлять с помощью простого карандаша, так как при неблагоприятных погодных условиях чернила ручки могут растечься.

## **Конкурс «Таксация»**

Количество участников: 2.

Время, отведенное на конкурс: 60 мин. Теоретическая часть – 20 мин. Практическая часть – 40 мин.

Необходимые приборы: ручки, карандаши, рулетка, высотомер, мерная вилка, мел, маркер.

### *Описание конкурса*

В теоретической части участникам необходимо решить тестовые задания по возможным темам, представленным в табл. 14.10.

*Таблица 14.10*

### Список тем для подготовки к конкурсу «Таксация»

№ п/п	Тема
1	Понятие «лесная таксация»
2	Цели, объекты и методы лесной таксации
3	Таксация отдельного дерева – основные таксационные показатели, используемые инструменты
4	Определение объемов растущего и срубленного деревьев, математические и физические способы
5	Показатели формы ствола (сбег, сбежистость ...)
6	Полнодревесность ствола, приросты
7	Определение, структура, происхождение и форма насаждения; состав насаждения
8	Недревесные ресурсы леса

В практической части участникам предлагается определить состав древостоя, полноту, возраст, бонитет, среднюю высоту древостоя путем построения графика высот.

Для наиболее точного определения диаметра участникам необходимо заранее с помощью мерной ленты определить высоту 1,3 м (чаще всего высота груди) и обозначить мелом на одежде.

Перечет деревьев обычно выполняют несколько человек. Один ведет «канцелярскую» работу – «точковку». Точковка ведется в виде конверта, сначала ставятся четыре точки по углам мысленного квадрата (::), затем они соединяются линиями по сторонам и диагоналям. Заполненный квадрат обозначает учет 10 деревьев.

Мерщик, подходя к дереву, достаточно громко называет древесную породу, ступень толщины (диаметр). На каждом дереве после обмера делают отметку в виде черты мелом или маркером.

## **Конкурс «Геодезия»**

Количество участников: 2.

Время, отведенное на конкурс: 60 мин. Теоретическая часть – 20 мин. Практическая часть – 40 мин.

Необходимые приборы: ручки, карандаши, рулетка, линейка, транспортир, буссоль, миллиметровая бумага.

### *Описание конкурса*

В теоретической части участникам необходимо решить тестовые задания по возможным темам, представленным в табл. 14.11.

*Таблица 14.11*

### Список тем для подготовки к конкурсу «Геодезия»

№ п/п	Тема
1	Понятие о форме и размерах Земли
5	Масштабы. Условные топографические знаки
3	Карта, план и профиль местности
4	Номенклатура и разграфка топографических планов и карт
5	Основные формы рельефа
6	Ориентирование на местности

В практической части необходимо провести съемку границ участка с помощью буссоли, промерить линии мерной лентой или 20–50-метровой рулеткой. По полученным данным построить замкнутый полигон на миллиметровой бумаге, используя транспортир и линейку.

## **Лесное многоборье**

Общекомандный конкурс (участвует команда в полном составе), предполагающий подготовку команды по всем лесным компетенциям.

Наиболее сложное в подготовке и проведении конкурсное мероприятие слета, требующее тщательной проработки всех основных моментов и одновременного участия значительного количества судей и помощников. В зависимости от времени года, погодных условий и характеристики места проведения слета возможно несколько вариантов его организации: классическое «лесное многоборье»; экологический биатлон; работа на «ключках» (лесная карусель).

Для всех вариантов: первоначально определяется перечень этапов многоборья, который зависит от наличия достаточного количества квалифицированных судей и помощников судей на этапах, возможности прокладки трассы (маршрута) многоборья и наличия необходимых природных объектов на территории проведения слета. Обязательные этапы для слета

школьных лесничеств – ориентирование, ботаника, дендрология, таксация, лесоведение, биология, защита леса. Дополнительно включают этапы: преодоление препятствия, оказание первой медицинской помощи, пирология – разведение и тушение костра, картография, стрельба и другие по желанию организаторов.

Следующий шаг – подготовка маршрута и «маршрутного листа», бланков работы на этапах. Маршрутный лист должен содержать необходимую информацию для прохождения командами – участниками трассы конкурса, необходимые графы для заполнения судейской бригадой.

Маршрутные листы проведения разновидностей лесного многоборья будут различаться между собой.

### **Вариант 1. Классическое лесное многоборье**

Организуется и проводится в лесу по заранее подготовленному маршруту. Маршрут готовится организаторами накануне. Его протяженность может составлять от 1,5 до 3 км (в зависимости от возраста участников и условий местности). Маршрут конкурса прокладывается таким образом, чтобы команды при движении по нему не имели по возможности визуального контакта друг с другом для обеспечения самостоятельности в работе. При прокладке маршрута следует учитывать проходимость местности, возможную клещевую опасность, риски потерять команды при ошибках в ориентировании. Обычно качественная прокладка маршрута требует два этапа: рекогносцировочное обследование территории и выбор примерного маршрута; приборный промер маршрута (азимуты и расстояния) с закреплением поворотных точек колышками с паролями (для упрощения прохождения – с номерами и паролями). Готовится маршрутный лист с указаниями направления и расстояниями движения.

На маршруте необходимо подобрать участки с соответствующими условиями для размещения этапов лесного многоборья.

Расстановка судей на этапы и их оборудование проводится перед началом соревнований главным судьей. На каждом этапе должны быть минимум 1 судья и 1 помощник. Судья обеспечивает выполнение конкурсного задания в соответствии с положением, помощник контролирует прибытие и убытие команд, ведет учет времени задержки команд перед занятым этапом. Выполнение задания этапа каждой командой отмечается в специальном бланке, выдаваемом судьей этапа. Время работы на этапе ограничено (обычно временем межстартового интервала).

Межстартовый интервал – промежуток времени, по истечении которого стартует следующая команда. Он зависит от количества участвующих команд (чем больше команд, тем меньше интервал), но не может быть меньше времени ограничения работы на этапе, определяется судейской бригадой.

Перед стартом многоборья проводят общее построение команд-участников, на котором проводятся инструктаж по порядку проведения мероприятия и жеребьевка очередности старта: капитанам выдаются «маршрутные листы», в которых уже проставлена очередность и время старта команды.

По готовности судейской бригады и в назначенное время дается старт первой команде, через определенный межстартовый интервал – второй и т.д.

Рекомендуется старт давать на некотором удалении от первой точки определения направления движения, указанной в маршрутном листе – для того, чтобы эта точка оказалась вне пределов видимости для последующих команд (чтобы не дублировали движение предыдущей команды).

#### *Порядок работы команды на трассе лесного многоборья*

Команда с необходимым оборудованием (оговаривается в положении) и маршрутным листом занимает место на старте в соответствии со своим порядковым номером. По команде судьи-стартера начинается движение в указанном направлении до 1 контрольной точки. С контрольной точки по компасу определяет направление движения на точку 2, двигается в ее направлении указанное в маршрутном листе расстояние, находит, записывает в специально отведенной графе маршрутного листа пароль с колышка, определяет направление движения на точку 3 и т. д.

При выходе на этап лесного многоборья команда строится по указанию судьи этапа, получает задание и приступает к его выполнению. После выполнения задания бланк сдается судье этапа, команда продолжает движение по маршруту. В случае, если время работы на этапе истекло, а задание выполнено не полностью, по команде судьи работа прекращается, бланк задания сдается не полностью заполненным, команда продолжает движение дальше.

В случае, если команда прибывает на этап, занятый предыдущей командой, в маршрутном листе делается отметка времени ожидания допуска на этап. В последующем, при подведении итогов, время ожидания вычитается из времени прохождения маршрута.

По завершении маршрута многоборья маршрутный лист с отметкой времени финиша сдается судье, фиксирующему финиш команд.

#### *Подведение итогов*

Проводится судейской бригадой после завершения лесного многоборья всеми командами. Исходными материалами служат маршрутные листы и бланки работы команд на этапах.

В итоговом протоколе отмечают следующие данные:

- время старта и финиша команды из маршрутного листа;
- общее время прохождения трассы;

- количество штрафных баллов за неправильно или не полностью выполненное задание на этапах;
- штрафное время, начисленное за штрафные баллы;
- время вынужденной задержки перед этапами;
- итоговое время прохождения маршрута;
- итоговое место, занятое в лесном многоборье.

Итоговый протокол, подписанный главным судьей, и бланки работы команд на этапах, подписанные судьями этапов, передаются в судейскую бригаду.

## **Вариант 2. Экологический биатлон**

Принципиальное отличие данного варианта проведения лесного многоборья от предыдущего – в организации маршрута, способе его прохождения и организации работы на этапах. Здесь в большей степени проявляется спортивная составляющая.

Дистанцию экологического биатлона возможно проложить на лесной поляне, стадионе или даже в спортзале. По большому кольцу маршрута располагают этапы, аналогичные в основном предыдущему варианту проведения многоборья, внутри большого кольца готовят штрафной круг меньшего диаметра.

Особое требование в этом случае предъявляется к заданиям на этапах (рубежах) – в каждом случае ответов или определений должно быть 5 (пять) – 5 выстрелов в биатлоне. Ответ на задание должен быть однозначным. Каждый неверный ответ наказывается штрафным кругом (как в спортивном биатлоне).

Возможны два варианта прохождения трассы: командная гонка – когда вся команда бежит всю дистанцию (и штрафные круги) вместе; эстафета – когда члены команды проходят трассу по одному с работой каждого участника на одном этапе и передачей эстафеты следующему участнику. В качестве «эстафетной палочки» от участника к участнику передается маршрутный лист.

*Особенности командного прохождения трассы:* после старта команда преодолевает большой круг, прибегает на этап 1, выполняет задания. В случае наличия ошибок при ответах пробегает штрафные круги и двигается к следующему этапу опять через большой круг и так до прохождения всех этапов. Время прохождения дистанции отмечается по последнему участнику команды.

*Особенности проведения эстафеты:* стартующий участник пробегает большой круг, приходит на 1 этап, выполняет задание. При наличии ошибок пробегает штрафные круги и передает эстафету следующему члену команды, который соответствующим образом выполняет задание на этапе 2, затем третий и т. д.



Четкость проведения многоборья в таком виде во многом зависит от работы судей на этапах – минимальное количество 3. В их функции входит: прием от команды (или участника) маршрутного листа; быстрая выдача заданий; оценка ответов без задержки во времени; контроль прохождения участниками штрафных кругов; возвращение маршрутного листа для продолжения движения участников.

Подведение итогов многоборья в данном случае значительно проще – учитывается чистое время прохождения дистанции всеми участниками. Штрафы за неправильные ответы складываются из времени прохождения штрафных кругов.

Этап «природное препятствие» встраивается в дистанцию основного или штрафного кругов – участники должны преодолеть его без ошибок (в случае ошибок – повтор).

Экологический биатлон возможно проводить в зимнее время на лыжах.

### **Вариант 3. Работа на ключах «Лесная карусель»**

Проводится в тех случаях, когда нет возможности проведения многоборья по двум первым вариантам: ограничено время на подготовку; не позволяют погодные условия и др.

В этом случае этапы многоборья – «ключи» – могут располагаться в помещении, например в различных классах.

Команды должны пройти все этапы без учета времени прохождения дистанции.

Подведение итогов в этом случае можно проводить по наибольшему числу набранных на всех этапах баллов за правильные ответы.

## **Творческие конкурсы**

### ***Конкурс «Приветствие»***

Цель: представление команды остальным участникам конкурса

Задачи:

– рассказать в занимательной форме о деятельности и достижениях своей команды;

– за ограниченный промежуток времени представить таланты и специализацию каждого участника команды.

Время выступления: 3–5 мин.

Количество участников: вся команда (6–8 человек).

Форма выступления: свободная.

Предъявляемые требования: глубина и содержание выступления; соответствие направлению «представление деятельности команды»; ориги-

нальность подачи информации; артистичность каждого участника и команды в целом.

#### *Описание конкурса*

Суть данного конкурса заключается в том, что участники должны представить:

- историю команды;
- членов команды;
- дела команды;
- планы команды.

Представление может быть в любой форме, но самое главное, чтобы выступление соответствовало требованиям. Практика показывает, что наиболее выигрышно выглядят команды, которые в оригинальной форме обыгрывают ситуации, используют мультимедиа и яркие образы.

Визитная карточка может быть представлена в формате видео, но обязательным условием являются комментарии к нему: до, после или во время демонстрации.

Одно из основных условий проведения конкурса – соблюдение регламента, так как нарушение регламента приводит к нарушению графика мероприятия и снижает дисциплинированность и ответственность участников.

Не допускается участие руководителей. При подготовке члены школьных лесничеств должны самостоятельно писать сценарии, ставить номера, а руководитель, в свою очередь, является консультантом. Это можно объяснить тем, что все мероприятия проводятся не для того, чтобы проверить умения руководителя, а для привлечения учащихся к самостоятельности

#### ***Конкурс агитбригад на тему «...» (определяется оргкомитетом)***

Цель: представление участниками своего отношения к поставленной экологической проблеме, а также предложение её решения.

Задачи:

- четко, лаконично раскрыть поставленную тему;
- в яркой, зрелищной форме призвать присутствующих к деятельности по охране и защите окружающего мира.

Время выступления: 5–7 мин.

Количество участников: вся команда (6–8 человек).

Форма выступления: свободная.

Предъявляемые требования: глубина и содержательность выступления; соответствие теме; соблюдение регламента; оригинальность подачи информации; артистичность каждого участника и команды в целом.

### *Описание конкурса*

Участники конкурса должны иметь представление о проблеме, которая предлагается для агитбригады. Для того чтобы грамотно организовать свое выступление, необходимо ознакомиться со специализированной литературой, где в полной мере раскрывается сущность проблемы.

Само выступление следует спланировать следующим образом:

- название проблемы;
- причина возникновения проблемы;
- призыв к решению проблемы (агитация);
- результаты и последствия проблемы (необходимо указать как положительные так и отрицательные результаты);
- пожелания.

Главное, на что судейская коллегия обращает внимание в конкурсе – это содержательность выступления. Одной из ошибок всех команд является то, что участники в большей степени стараются проявить свои таланты, отвлекая судей лишними песнями и танцами, что чаще всего плохо отражает сущность проблемы. Творчество команд не возбраняется, но нужно выстраивать логику выступления, чтобы все сочеталось.

### ***Конкурс плакатов на тему: «.....»***

Цель: представить видение экологических проблем и их решения в графической форме.

Техника выполнения: смешанная.

Используемые материалы: лист формата А2, краски, карандаши, фломастеры, маркеры.

Требования к оформлению работ:

- подпись на обороте;
- поля 4 см с каждой из сторон;
- работа должна содержать и иллюстрировать конкретный лозунг.

Требования к содержанию: оригинальный замысел; качество выполнения работы; наглядность работы; использование различных техник оформления.

### *Описание конкурса*

Участникам конкурса необходимо в яркой и наглядной форме представить отношение команды к поставленной проблеме.

На плакате не должно быть большого количества текста. Работу необходимо выполнять обязательно смешанной техникой. Подписи на плакате лучше обводить маркером/фломастером.

Очень часто встречаются работы, срисованные с различных информационных источников, как правило, их видно сразу, и при подведении итогов они не учитываются.

Работу необходимо подписывать на обратной стороне. Форма подписи представлена ниже.

#### Форма подписи плакатов

Команда	
Школа	
Населенный пункт	
Год	

#### ***Конкурс аншлагов на тему «...»***

Цель: организация практического участия школьников в решении вопросов охраны и защиты окружающей среды.

Техника выполнения: смешанная.

Используемые материалы: прочные и непромокаемые материалы, несмываемая краска, крепежные механизмы.

Требования к оформлению:

- формат А1;
- легкая транспортабельность;
- надписи хорошо читаемые с дальних расстояний;
- рисунки четкие;
- подпись на обороте;
- отсутствие мелких деталей;
- иллюстрация конкретного лозунга.

Требования к содержанию: качество выполнения работы; соответствие содержания предложенной теме; оригинальность и наглядность замысла.

#### *Описание конкурса*

Аншлаг – это лаконичное тематическое средство наглядной агитации, сопровождаемое кратким текстом.

Чаще всего аншлаг изготавливаются из непромокаемых материалов: поликарбоната, металла, композита, фанеры.

Аншлаг должен быть ветро- и влагоустойчивыми. Для предотвращения изгибов и увеличения прочности деревянных работ следует закреплять по краям бруски. Чаще всего аншлаг прикрепляют на вертикальные металлические или деревянные стойки, а также на деревья, поэтому при их изготовлении следует проработать крепления. При фиксации работы на дереве не стоит забывать о том, что вколачивать запрещено.

Аншлаг должен быть выполнен из стойких и несмываемых красок. Для удобства в оформлении следует использовать трафареты.

## Подведение итогов мероприятия

При подведении итогов мероприятия баллы, заработанные командой в конкурсах, переводятся по единой системе конкурсной программы (табл. 14.12) – это делается для удобства подсчетов.

Данная система распределена по рассмотренным ранее категориям: за творческие конкурсы – от 1 до 20 баллов, за индивидуальные конкурсы – максимум 30 баллов, и командные баллы, которые влияют на исход всего конкурса, – 50 баллов.

*Таблица 14.12*

Система оценок конкурсной программы

№	Конкурсы	Начисляемое кол-во баллов за место								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX и далее
1	Командный конкурс «Приветствие»	15	13	10	8	6	4	2	1	1
2	Конкурс плакатов	15	13	10	8	6	4	2	1	1
3	Конкурс листовок	15	13	10	8	6	4	2	1	1
4	Конкурс аншлагов	15	13	10	8	6	4	2	1	1
5	Конкурс агитбригад	20	15	10	8	6	4	2	1	1
6	Конкурс «Лесной эрудит»	20	15	10	8	6	4	2	1	1
7	Специализированные конкурсы	30	25	20	15	10	8	6	4	2
8	Конкурс «Лесное многоборье»	50	40	30	25	20	15	10	5	2
9	Экологический биатлон-эстафета	50	40	30	25	20	15	10	5	2

Для наиболее удобного анализа результатов рекомендуется подсчет проводить в программе Microsoft Office Excel.

В соответствии с набранными баллами в каждом из конкурсов команде присуждаются места.

Команды – победители мероприятия определяются по наивысшей сумме баллов, набранных командой в ходе участия во всех конкурсах (преимущество отдается команде, у которой сумма баллов больше).

При определении мест участников, набравших одинаковое количество баллов, учитывается сумма мест, занятых в разных конкурсах (преимущество отдается команде, сумма призовых мест которой меньше).

Победители каждого конкурса, занявшие призовые места, награждаются дипломами и памятным призами.

Победители общего зачёта, занявшие призовые места, награждаются дипломами и ценными призами.

Всем командам вручаются свидетельства участников мероприятия.







## 15. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ

**И**сследовательской работе школьников уделяют все больше внимания в течение образовательного процесса. Причин этому несколько. Во-первых, исследования, проводимые школьниками, помогают им лучше осваивать учебную программу – они видят конкретное приложение полученных данных, что повышает мотивацию к познанию и способствует закреплению пройденного материала. Во-вторых, школьники познают практическую составляющую различных дисциплин, что в значительной степени влияет на их профессиональное самоопределение. В-третьих, в процессе организации и проведения исследований они проходят определенные тесты на профессиональную пригодность.

Исследовательская работа (проектная деятельность) стала в связи с этим обязательной частью образовательного процесса. Исследовательских работ (или так называемых проектов) готовится великое множество практически во всех возрастных группах школьников. Часто, к нашему глубокому сожалению, содержательная часть этих проектов оставляет желать лучшего. С целью возможной корректировки сложившейся ситуации в сторону повышения качества представляемых «проектов» мы предлагаем свое видение на исследовательскую работу учащихся в рамках движения школьных лесничеств и экологических объединений.

Наш многолетний опыт участия в проектной деятельности школьников на всех ее этапах – начиная от постановки задач и заканчивая оценкой результатов – дает нам определенный массив материалов, который мы попытались обобщить и систематизировать с точки зрения преподавателей высшей школы и применительно к конкретному направлению исследовательской работы школьников в рамках движения школьных лесничеств. Причем в данном случае наши рекомендации ориентированы на школьников среднего и в первую очередь старшего возраста, стоящих на пороге профессиональной ориентации – выбора учебного заведения и направления

будущей профессиональной деятельности. Кроме того, предполагается, что использование данных рекомендаций при организации и проведении исследований будет проходить под руководством и при участии специалистов научных или образовательных учреждений.

Оценивая десятки и сотни «проектов» при защите на конкурсах различных уровней, с нашей точки зрения, следует разделить их на несколько категорий.

1. *Рефераты* – работы, основанные на изучении данных литературных источников по какому-либо вопросу. Они не привязаны к конкретным обстоятельствам, носят описательный характер, выводы и рекомендации в них носят «общечеловеческий» посыл. С точки зрения «изучения» какой-либо темы в ходе образовательного процесса имеет право быть. С точки зрения исследовательской работы старшеклассника – это только часть задачи – литературный обзор к выполняемым исследованиям.

2. *Аналитические работы* – работы, в которых автор не проводит собственных исследований, а анализирует массивы данных, собранных другими исследователями, накопленных в процессе производственной или иной сферы деятельности, и т. п. Обычно включает анализ массива данных, выявление каких-то закономерностей и трендов. Типичным примером такой работы является исследование причин возникновения пожаров в рамках определенного района. В этом случае анализируется база данных о лесных пожарах конкретного территориального лесничества без полевых исследований. Такие работы предполагают в обязательном порядке выводы и рекомендации автора.

3. *Исследовательские проекты* – работы, предполагающие практическую исследовательскую работу в лесу, на природных объектах, в лаборатории и непосредственное участие автора в проведении исследований. Такие работы предполагают разработку методики, подбор объектов, проведение практических (полевых исследований), обработку и анализ собранных материалов, выводы и рекомендации (проектное решение).

С нашей точки зрения, наиболее интересна третья категория проектов, которая позволяет школьнику наиболее полно проявить свои исследовательские способности, понять область своих интересов и возможностей. Вполне допустимы к разработке и участию в конкурсах и аналитические работы при условии актуальности темы и корректности выбранного для анализа массива данных.

Темы реферативного плана представлять нежелательно, так как они практически не содержат исследовательского момента.

Сам процесс проведения исследовательской работы можно разделить на несколько этапов:

**1) подготовка к проведению исследовательской работы:**

- выбор темы исследований;
- изучение литературных данных по теме исследований;
- разработка методики исследований;

**2) практическое проведение исследований:**

- полевые (практические) исследования;
- лабораторные (практические) исследования;
- камеральная обработка практических материалов;

**3) анализ полученных результатов;**

**4) подготовка расчетно-пояснительной записки.**

Для успешного выполнения исследований и подготовки качественного проекта чрезвычайно важна подготовительная часть. Выбранная тема часто определяет успех всей работы.

Некоторые советы в этом направлении:

– не выбирайте глобальных тем всечеловеческого масштаба – конкретной исследовательской работы не получится, максимум реферат;

– тема, выбранная для исследований, должна отвечать прежде всего на региональные экологические вопросы (состояние экосистем, рекреационные нагрузки, водные источники и пр.);

– выбранная тема должна предполагать конкретный объект (или объекты) исследования, который должен быть доступным для проведения необходимых работ – в качестве таковых могут служить лесные массивы, отдельные участки леса, отдельные компоненты леса, городские насаждения, различные водные объекты, отдельные биологические объекты и т. п.; приветствуются комплексные исследования на одном объекте, что предполагает параллельную работу группы исследователей, когда каждый выполняет свое исследование, а в итоге получаем общую, достаточно обширную характеристику объекта;

– при выборе темы исследований проконсультируйтесь с работниками лесного хозяйства, органами Росприроднадзора, сотрудниками и преподавателями научно-исследовательских и образовательных учреждений – лучший вариант привлечь специалистов в качестве консультантов или руководителей исследовательских проектов.

Важным шагом в подготовке исследований является поиск и анализ данных по выбранной теме в литературных источниках, прежде всего научных. В ходе такого поиска исследователь находит и анализирует имеющийся в стране (и в мире) опыт в решении проблем, заявленных в теме исследований, оценивает существующие методические подходы к

решению данных проблем. Материалы оформляются в виде отдельной главы расчетно-пояснительной записки (РПЗ).

Следующим важным шагом является разработка методики исследований:

- во-первых, определяется конкретная цель исследований. Цель исследований формулируется одним предложением, которое отражает суть, конечный результат работы (например «Оценка санитарного состояния сосновых молодняков в зоне рекреационных нагрузок и разработка рекомендаций по повышению их устойчивости»);

- во-вторых, определяются задачи, которые должны быть решены в процессе исследований для достижения цели; желательно, чтобы их было не бесконечное множество – достаточно 5–9; в перечень решаемых задач входит литературный поиск; состав проводимых на объекте исследований; необходимые анализы и определения, камеральная обработка материалов, подготовка рекомендаций или проекта и т. п.;

- в третьих, на основе литературных данных, собственных возможностей и возможностей поддерживающих организаций определяют методы и способы (методики) проведения исследований – методические решения каждой из поставленных задач (в методической части обозначают необходимое для получения корректных данных количество измерений (обычно не менее 200, реже – не менее 30)), анализов, необходимость «контроля», способы статистической обработки материалов и пр.;

- определяют потребность в приборах и оборудовании для проведения исследований, в том числе возможность использования оборудования сторонних организаций;

- и наконец, разрабатывается план-график проведения исследований с указанием участников и необходимого оборудования, перечнем проводимых исследований.

Практическое проведение полевых исследований начинается с рекогносцировочного обследования – уточняется соответствие объекта поставленным задачам исследований; его доступность; возможность закладки опытных и контрольных площадок для исследований и их расположение; необходимый инструментарий и его характеристика. При условии, что объект отвечает задачам планируемого исследования, проводится его детальная съемка геодезическими методами (чаще всего буссольная съемка). После рекогносцировки возможно уточнение плана-графика исследований.

Непосредственно полевые исследования осуществляют бригадным методом под руководством преподавателя (или руководителя от лесничества или иного учреждения). Выход на исследования в одиночку недопустим.

В процессе полевых исследований проводятся все инструментальные и иные действия, предусмотренные планом (перечеты, замеры), детальная фотофиксация состояния объекта исследований, его частей, процесса выполнения работ.

В ходе проведения замеров особое внимание уделяется правильности проведения измерительных действий (рис. 15.1–15.4).



Рис. 15.1. Определение диаметра дерева с помощью мерной вилки: замер проводят на высоте 1.3 м (высота груди); мерная вилка должна быть плотно прижата к стволу и соприкасаться с ним в 3 точках

Все данные измерений заносятся в подготовленные бланки (полевой журнал), в которых отражается время и место проведения замеров. Эти материалы являются первичными – базовыми – и должны храниться минимум до конца представления работы к защите. Отбираются необходимые образцы для определения (образцы растений, например), проведения химических анализов и иных исследований. На каждый отобранный образец заполняется карточка с указанием времени, места отбора и данными исследователя, произведшего отбор. Каждый образец отбирается, формируется и хранится в соответствии с определенными требованиями, которые предварительно необходимо изучить.

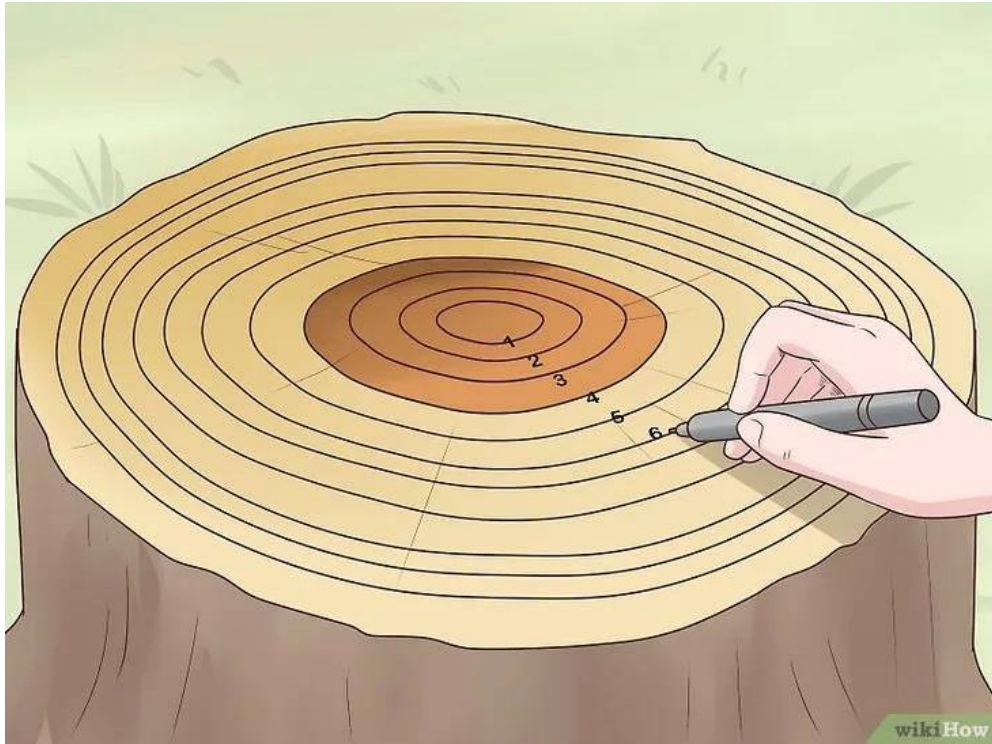


Рис. 15.2. Определение возраста дерева на спиле (пне) по годичным кольцам

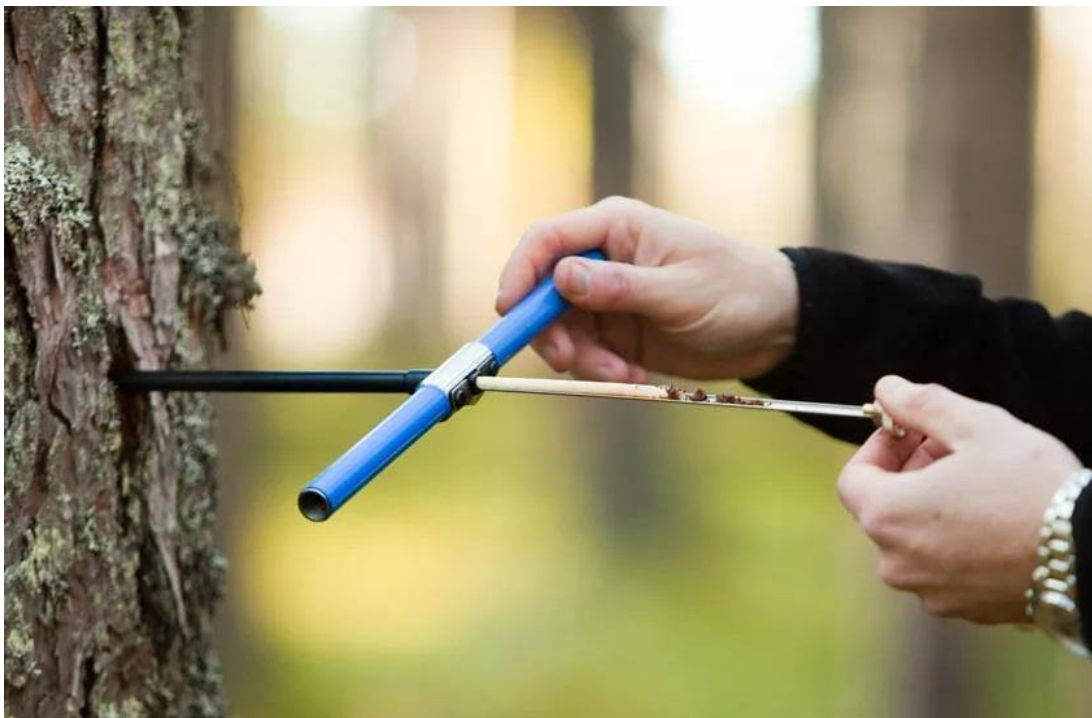


Рис. 15.3. Отбор керна возрастным буравом для определения возраста растущего дерева





Рис. 15.4. Керны для определения возраста по годичным слоям

Камеральная обработка собранных в процессе полевых исследований данных проходит уже на территории образовательного учреждения. Она включает подготовку образцов, собранных в натуре, к дальнейшим лабораторным исследованиям: расправление, сушка, сортировка и т. п.; проведение запланированных определений, анализов; статистическую обработку полученных массивов данных. Эту часть работы следует отметить отдельно, так как во многих проектах отсутствует даже простейшая статистическая обработка собранных материалов и выводы делаются лишь на основании отдельных замеров, что часто приводит к ошибкам. Для сравнения результатов исследований (контроль – опыт, варианты опыта и пр.) желательно хотя бы рассчитать средние величины с определением ошибки среднего. Как это сделать, в настоящее время легко найти в Интернете. Для учащихся старших классов это не представляет большого труда. Следует помнить, что при сравнении две величины отличаются, если разница между ними больше ошибки среднего.

Более сложные статистические расчеты есть уже в готовом виде в пакетах статистической обработки материалов (например в Excel). Условие использования – понимание сути полученных результатов статистической обработки.

Когда все материалы полевых исследований обработаны и обчислены, сведены в таблицы, автор приступает к их анализу. Цель анализа – обсудить полученные результаты, оценить, достигнута ли цель, поставленная перед началом исследований, определить тенденции развития процессов и возможность на это влиять и т.д.

По итогам подробного анализа полученных в ходе исследований результатов разрабатывается проектное решение, если это являлось целью данной работы. Если разработка проекта не предусматривалась, предлагаются какие-либо рекомендации, которые могут касаться определенных действий, направленных на улучшение ситуации, на проведение дополнительных исследований и т. п.

## Оформление результатов исследовательской работы

Результаты исследовательской работы (проекта) оформляются и представляются в виде отчета или проекта – расчетно-пояснительной записки (РПЗ). К ее оформлению предъявляется определенный ряд требований. Эти требования могут отличаться для различных министерств, ведомств, учреждений.

В наших рекомендациях мы предлагаем вид расчетно-пояснительной записки, принятой в высшем учебном заведении.

### Структура расчетно-пояснительной записки исследовательской работы

Пояснительная записка исследовательской работы структурно состоит из следующих частей и глав:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- природные условия района исследований;
- обзор литературы (анализ состояния проблемы);
- программа и методика работ;
- результаты исследований;
- общие выводы и заключения;
- литература;
- приложения.

*На титульном листе* обычно указываются название работы, учреждение, в рамках которого она выполнена, с его ведомственной принадлежностью, авторы и руководитель проекта, место (обычно город) и год выполнения работы.

*Оглавление* (содержание исследовательской работы) является планом работы, в котором прописываются названия всех глав и разделов (параграфов) и указываются их порядковые номера и страницы (прил. 1). Оглавление дает общее представление о работе, облегчает поиск необходимых данных.

#### *Введение*

Во введении дается краткая характеристика состояния проблемы, решению которой посвящена исследовательская работа, обосновывается актуальность, научная и практическая значимость работы. Объем введения не должен превышать 1,5–2 с, введение не должно заменять собой литературный обзор. По сути, это мнение автора, показывающее важность и необходимость данной работы.



### *Природные условия района исследований*

Темы исследовательских работ в областях наук о лесе и экологии связаны с изучением растений и животных, поэтому особое внимание необходимо обратить на все факторы природной среды, лимитирующие или, наоборот, благоприятствующие жизненным процессам объектов или объекта исследования. Поэтому в исследовательских проектах экологического направления данная глава является обязательной.

Описание природных условий района исследований дается или по литературным данным, или по материалам лесоустройства лесничества, на базе которого собирается полевой материал, или по данным ближайшей к району исследований метеостанции. Многие из необходимых материалов сейчас доступны в сети Интернет.

Объем и содержание описания диктуется целью работы. Содержание данной главы должно состоять из следующих разделов:

- местоположение района исследования,
- климат (тип климата, среднегодовой ход температур, сроки поздних и весенних заморозков, продолжительность вегетационного и безморозного периодов, режим осадков, направление господствующих ветров и т. д.),
- геоморфология (доминирующие элементы рельефа, высот над уровнем моря, высотные перепады местности и т. д.),
- почвы (преобладающие типы почв),
- гидрография (наличие рек, озер, других водоемов, а также водный баланс),
- растительность (перечень преобладающих типов растительности).

В темах работ, связанных с лесоводством и лесными культурами, необходимо привести сведения по характеристике лесного и лесокультурного фондов лесничества.

Глава может быть дополнена и другими данными, если в них возникнет необходимость при выполнении работы.

### *Обзор литературы*

В этой главе автор должен показать знание основных работ по исследуемому вопросу, продемонстрировать свою эрудицию, способность анализировать и обобщать литературу.

На основе анализа не менее 10–15 литературных источников следует сделать суждения о степени изученности и перспективах дальнейших исследований по данной проблеме. Главу необходимо определенным образом структурировать. Показывается история вопроса, полученные другими авторами результаты, методические подходы к проведению исследований,

предполагаемые пути решения, перспективы и задачи дальнейших исследований.

В тексте следует обязательно сделать ссылки на используемые работы. Порядок ссылок приведен ниже.

Данная глава является основой для постановки цели и задач исследования, выбора методик проведения работ.

### *Программа и методика работ*

В данном разделе формулируются цель и задачи исследования, дается перечень вопросов, подлежащих решению.

Как уже говорилось выше, цель исследований должна отражать суть вашей работы и формулироваться максимум в два предложения. А вот задач, решаемых для достижения поставленной цели, всегда достаточно много: литературный поиск; выбор опытных и контрольных объектов для исследований; проведение замеров, анализов и определений; камеральная обработка материалов и т.д.

Затем подробно излагается методика выполнения каждого программного вопроса (методика решения задач). Если применяемая в работе методика ранее была описана в литературе, то дается просто ссылка на соответствующую работу без подробного изложения. Основные методики подбираются совместно с руководителем проекта и при консультативной помощи представителей научных организаций или образовательных учреждений высшего образования.

В данной главе приводятся также объемы выполненных работ: число заложенных опытных площадок, число и протяженность маршрутов обследования, количество взятых модельных и учетных растений, число выполненных замеров, проведенных анализов, листов собранного гербария, коллекций насекомых, грибов и т. д.

### *Результаты исследований*

В главе излагаются полученные результаты решения каждого программного вопроса работы.

Структурно глава может состоять из нескольких подразделов:

– характеристика объекта исследования, где дается подробное описание состояния объекта на момент исследования с описанием мест закладки пробных площадей (квартал, выдел, площадь, географические координаты, описание растительности, типа леса, если необходимо, то и типа почвы), приводится план участка;

– полученные результаты исследований, где обычно в табличном виде приведены данные предусмотренных планом исследований замеров, анализов, определений;

– анализ полученных результатов; на этом этапе изложения материала обычно добавляют различные графики, характеризующие процессы,

протекающие на обследуемом объекте; проводят оценку состояния и представляют перспективы («тренды») дальнейшего развития ситуации.

Текст сопровождается соответствующими рисунками, фотографиями, таблицами, графиками и диаграммами с обязательными ссылками в тексте. Например: «Результаты рекогносцировочного обследования Кашинского лесничества приведены в таблице 4.2» или: «В результате мы видим (рис. 4.3), что ...» (правила оформления иллюстративного материала описаны ниже).

#### *Проектное решение*

Если целью исследовательской работы была разработка проектного решения, его приводят после анализа полученных результатов с необходимыми расчетными и графическими материалами. Для проектного решения желательно экономическое обоснование хотя бы в простейшем варианте.

#### *Общие выводы и заключения*

В этом разделе исследовательской работы кратко излагаются полученные результаты, даются практические рекомендации и намечаются перспективы для дальнейших исследований. Заключение может быть дано в виде отдельных пронумерованных положений или в виде единого логически последовательного изложения без дробления на пункты.

#### *Литература*

Приводится список цитируемой литературы в алфавитном порядке, определяемом по фамилии автора или первого слова названия работы (если нет авторов). Работы на иностранном языке пишутся также в алфавитном порядке после работ, изданных на русском языке. Все работы имеют сквозную нумерацию.

### **Оформление работы**

#### *Общие положения*

Пояснительная записка оформляется на белых стандартных листах писчей бумаги (формат А4, т.е. 297x210 мм), расположенных вертикально. На каждом листе оставляется поле: справа – 1 см, слева – 3 см, сверху и снизу – по 2 см. Поля не обводятся!

Текст может быть напечатан на машинке или на компьютере с межстрочным интервалом 1,5 знака, а также в крайнем случае написан от руки черной пастой. Текст пишется на каждом листе только с одной стороны. При первом упоминании растения, животного, гриба или микроорганизма в скобках указывается видовое название на латинском языке и автор, впервые описавший вид.

Например: «Основным лесообразующим видом в Нязепетровском лесничестве является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.)».

К исследовательской работе обязательно прилагается гербарий, коллекция насекомых, грибов и т.д. в зависимости от тематики работы по согласованию с руководителем.

Вся работа оформляется сплошным текстом с небольшими интервалами между разделами и подразделами. Каждая глава начинается с новой страницы и нумеруется.

Нумерация разделов двойная: сначала ставится номер главы, затем точка, а после – номер раздела. Пример: 4.1, 4.2 и т. д.

Все разделы должны иметь заглавие. Название глав можно выносить на отдельные страницы.

### *Иллюстративный материал*

Таблицы (прил. 2) нумеруются в пределах каждой отдельной главы и имеют двойное цифровое обозначение: сначала номер главы, затем через точку последовательный номер таблицы в данной главе.

Пример: Таблица 4.1 – таблица первая в четвертой главе.

Таблицы могут располагаться на листе вертикально или горизонтально. Справа над таблицей пишется слово «Таблица» и ее номер. Ниже посередине – название таблицы. Если она взята из литературного источника, то после названия в скобках дается ссылка. Если в таблицу сводятся полученные автором свои результаты и литературные данные, то ссылка ставится в соответствующей части таблицы (прил. 3).

Если таблица не вмещается на один лист, то она переносится на следующий лист. На новом листе справа пишется: Таблица (номер) и после номера в скобках – (Продолжение) или (Окончание).

Рисунки, графики, диаграммы, фотографии, схемы и т.п. обозначаются как рисунки (прил. 4), которые нумеруются так же, как таблицы, по главам. Рисунки выполняются черной пастой или тушью. Все рисунки и фотографии должны быть авторскими, никаких вырезок из книг и журналов и ксерокопий не допускается, исключением является картографический материал.

Все рисунки должны быть подписаны. Под рисунками посередине пишется: Рис. (номер), ниже название.

У рисунков из литературных источников после названия дается ссылка.

### *Ссылки*

Существует два способа оформления ссылок.

В первом случае в скобках указывается фамилия (или две фамилии, если авторов двое) без инициалов и через запятую год издания. Примеры:

«Весь исходный материал был обработан общепринятыми методами (Лакин, 1973)», «Так, в Пермской области ельники занимают 59 % от лесопокрытой площади (Колесников, Шиманюк, 1969)».

В другом случае фамилия автора указывается в тексте работы. Тогда инициалы ставятся перед фамилией, а в скобках пишется только год. Второй приведенный пример можно записать таким образом: «По данным Б. П. Колесникова и А. П. Шиманюка (1969), ельники в Пермской области занимают 59 % от лесопокрытой площади». Если авторов книги или статьи более двух, то упоминается только первый автор, а после его фамилии добавляется «и др.» в первом случае или «с соавторами» – во втором. Примеры: «В лесах Белоруссии у ели преобладает плоский тип ветвления (Юркевич и др., 1971)» или «С. Г. Рождественский с соавторами (1991) пошли по пути поиска методически корректных, но менее трудоемких способов оценки массы ветвей».

Справочники, словари, руководства и учебники часто являются трудом больших коллективов, и при ссылках на подобного рода издания вместо фамилии авторов указывается название книги и год ее издания. Пример: «Имеется следующее определение изученного явления (Биологический энциклопедический словарь, 1989)...» или «В Биологическом энциклопедическом словаре (1989) это явление определено следующим образом:...».

Длинное название книги можно привести только один раз, а при последующем упоминании сократить его. Так, «Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах» (1990) будет обозначаться: «Руководство» (1990) или (Руководство..., 1990).

При использовании нескольких работ одного автора в ссылке после фамилии через запятые ставятся годы изданий от самых ранних к более поздним. Например: (Бабинов, 1970, 1987) или «Б. В. Бабинов (1970, 1987)...».

Если публикации вышли в свет в один год, тогда после года издания ставятся буквы: (Шмальгаузен, 1968 а, б). Если в ссылке необходимо указать несколько работ разных авторов, то они отделяются точкой с запятой, при этом перечисления делаются в хронологическом порядке. Пример: «Большинство исследователей (Сеннов, 1974; Кайрюкштис и др., 1985; Луганский, Теринов, 1988; Теринов, Куликов, 1991) считают, что...». Ссылки на работы на иностранных языках размещаются после тех, что опубликованы на русском языке.

### *Оформление списка литературы*

Список литературы оформляется по четким правилам, которых следует придерживаться.

Каждая книга или статья записывается с красной строки.

Однотомные издания с указанием автора (авторов)

В список заносятся следующие данные (соблюдайте при этом все знаки препинания !!!).

№. Фамилия Инициалы. Название. Место издания, год. Количество страниц.

Места издания обозначаются следующим образом: Москва – М., Ленинград – Л., Санкт-Петербург – СПб., остальные города – полным названием. Примеры:

№ Сеннов С. Н. Рубки ухода за лесом. М., 1977. 160 с.

№ Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции. М., 1968 а. 452 с.

№ Шмальгаузен И. И. Кибернетические вопросы биологии. Новосибирск, 1968 б. 223 с.

№ Шварц С. С., Павлиний В. Н., Данилов Н. Н. Животный мир Урала (наземные позвоночные). Свердловск, 1951. 174 с.

Однотомные издания, подготовленные коллективом авторов

№. Название. Место издания, год. Страница. Примеры:

№. Рубки ухода в лесах РСФСР. М., 1985. 132 с.

№. Любительский сад и огород. Пермь, 1988. 191 с.

Для справочных изданий и учебников желательно после названия указать редактора.

№. Справочник по лесосеменному делу / под ред. А. И. Новосельцевой. М., 1978. 335 с.

№. Общая биология / под ред. Д. К. Беляева, А. О. Рувинского. М., 1991. 271с.

Многотомные издания

Примеры:

№. Птицы СССР. М., 1982. Т. 1. 455 с.

№. Красная книга СССР. М., 1984. Т. 1. 342 с.

Сборники статей различных авторов

№. Фамилия. Инициалы. Название статьи // Название сборника. Место издания, год. Страницы от – до.

Примеры:

№. Сахарова А. С. Плодоношение ели сибирской на Уфимском плато // Сборник трудов по лесному хозяйству. Уфа, 1964. Вып. 1. С. 99-117.

№. Вомперский С. Э. Экологическое обоснование норм лесосушения // Гидромелиоративные исследования. Рига, 1970. С. 39-52.

Статьи из журналов

№. Фамилия. Инициалы. Название статьи // Название журнала. Год. Номер. Страницы от – до. Примеры:

№. Побединский А. В. Роль лесничего в создании лесов будущего //

Лесное хозяйство. 1990. № 10. С. 6-9.

№. Шутяев А. М. Изменчивость числа семян долей у всходов сосны и ели // Лесоведение. 1979. № 3. С. 56-62.

## **ПОДГОТОВКА К ЗАЩИТЕ И ЗАЩИТА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

Итогом исследовательской работы является ее представление и защита на различных конкурсах, конференциях, форумах и т.п. Условно сам процесс представления и защиты работы можно разделить на три составляющих:

- защитное слово (доклад);
- презентация доклада;
- ответы на вопросы.

При подготовке доклада необходимо ориентироваться на регламент мероприятия – время, отведенное на доклад каждого участника. Задача: уложиться в отведенное время (обычно 5–7, максимум 10 мин) и донести до слушателей (жюри и зрителей) основное содержание вашей работы. В связи с этим рекомендуется следующий план доклада:

- вступление, излагается причина выбора темы (обоснование) и основная цель работы – важно уложиться в 30–40 с (5–6 предложений – до 10 % времени доклада);
- решаемые задачи и методики, используемые для их достижения (до 20 %); общепринятые методики просто обозначаются; более подробно описываются оригинальные методики;
- полученные в ходе исследований результаты и их анализ (до 40 %) – основная часть доклада, в которой автор должен как можно более детально изложить полученные результаты и представить свое понимание их, оценить возможные направления развития процессов (трендов);
- предлагаемое проектное решение или выводы и рекомендации (до 30 %).

Не рекомендуется вводить в доклад данные из литературного обзора, минимальное место следует уделять характеристике естественно-исторических условий района исследований – это занимает время и не несет ценной информации для слушателей. При необходимости обозначить эти данные – делается короткая ссылка по ходу доклада с отправлением (переадресацией) к источнику.

Важной частью представления работы является презентация. Она не должна дублировать текстовую часть доклада, а должна ее дополнять и наглядно иллюстрировать. Презентация включает: титульный лист с указанием темы работы, авторов и руководителя; необходимый картографический материал (карты, схемы, планы), характеризующий объект исследования; таблицы, графики, диаграммы, показывающие выявленные в процессе исследований результаты и закономерности; фотографии, характеризующие объект исследований и показывающие процесс выполнения отдельных работ. Содержание и порядок расположения слайдов должен быть согласован с текстом защитного слова и дополнять его. Общее количество слайдов желательно в пределах 15–20. Не следует перегружать их текстом и цветом. Не желательны различные движущиеся объекты: помните, все, что отвлекает внимание, снижает степень восприятия материала.

Ответы на вопросы. Докладчики, а часто и руководители, недооценивают эту часть представления исследовательской работы. И совершенно напрасно. Доклад сочиняется заранее при участии руководителей и консультантов, неоднократно репетируется. Поэтому по самому докладу не всегда возможно оценить насколько автор (авторы) в «теме». Эту возможность предоставляет та часть защиты, которая предусматривает вопросы от членов жюри и участников мероприятия. Вопросы в основном задаются в русле исследовательской работы или предполагают общую эрудицию соискателя в данном направлении. И здесь важно, чтобы защищающийся был в курсе выполненного исследования – а это предполагает его личное участие в выполнении работы, знание и осмысление как методики исследований, так и сути полученных результатов. Поэтому не рекомендуем защиту старых работ новыми слушателями.



## Приложение 1

### Оформление оглавления работы

Введение .....	3
Глава 1. Природные условия Чебаркульского лесхоза Челябинской области .....	4
1.1. Местоположение лесхоза .....	7
1.2. Климат .....	9
1.3. Почвы .....	10
1.4. Растительность .....	10
Глава 2. Обзор литературы .....	12
Глава 3. Программа и методика работ .....	19
Глава 4. Результаты исследований .....	25
4.1. (Название подраздела) .....	25
4.2. (Название подраздела) .....	27
Общие выводы и заключения .....	30
Литература .....	31
Приложение .....	32

## Приложение 2

Пример оформления таблицы

(Поля: сверху и снизу по 2 см, слева – 3 см, справа – 1 см.)

Таблица 1.1

### Административно-хозяйственная структура Екатеринбургского горлесничества

Название лесничеств	Название лесопарков	Площадь, га	Соотношение %
Верхне-Исетское	Шувакишский	2152	17,1
	Железнодорожный	558	4,4
	Оброшинский	680	5,4
	Московский	332	2,6
	Итого	3722	29,5
Шарташское	Калиновский	1143	9,1
	Шарташский	789	6,2
	Итого	1932	15,3

Название лесничеств	Название лесопарков	Площадь, га	Соотношение %
Центральное	Санаторный	544	4,3
	Им. лесоводов России	976	7,7
	Карась-Озерский	571	4,3
	Мало-Истокский	50	0,4
Уктусское	Юго-Западный	596	4,7
	Уктусский	449	3,6
	Нижне-Исетский	1629	12,9
	Южный	2179	17,3
	Итого	4853	38,5
	Всего	12618	100

### Приложение 3

Пример оформления таблицы, взятой из литературного источника

Таблица 4.3

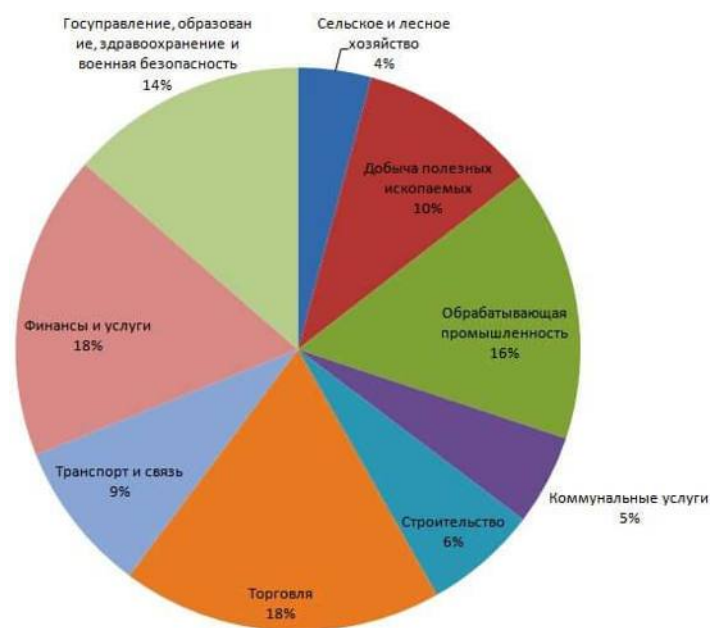
Нормы осушения и оптимальные расстояния между каналами регулирующей сети для низинных болот Среднего Урала (по Чиндяеву, 1993)

Средний многолетний уровень ПГВ, см		Норма осушения, см				Расстояние между каналами
весенний	вегетационный	весенняя	средняя за вегетацию			
			по методу Русецкаса	по графику	средняя	
Сосняки чистые осоко-сфагновые						
2 4	43	10	53	52	53	115
Ельники чистые осоко-травяные						
3 7	55	18	59	56	57	135
Сосняки смешанные вейниково-осоковые						
26	51	12	56	52	54	140

Основные виды диаграмм, используемые при анализе и представлении результатов исследований

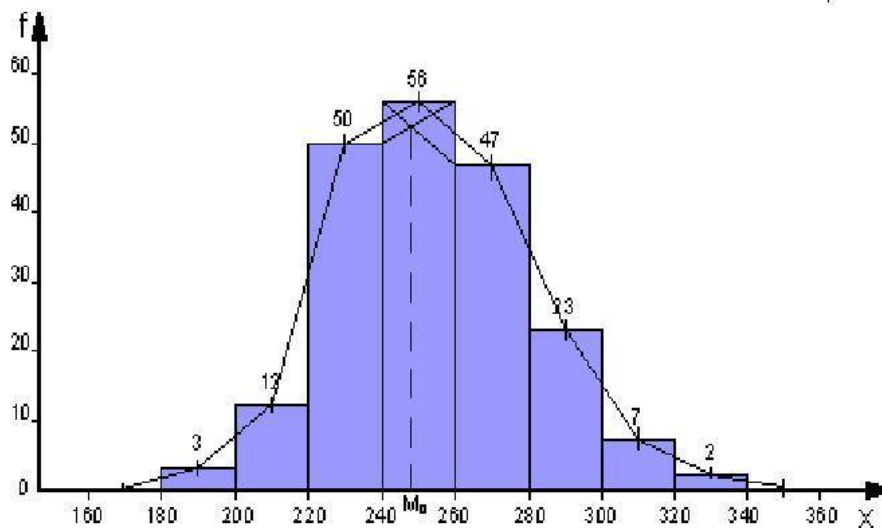
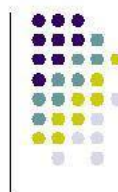


Пример круговой диаграммы



Круговые диаграммы – это отличный способ представить части одного целого.

# Гистограмма



*Гистограмма* – это график с двумя осями.

По горизонтали откладывают переменные, интервалы, по вертикали – частоту появления этой переменной в указанном интервале.

Это один из удобных визуальных способов представления данных.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Как конструировать занятия? .....	5
2. Метеорология .....	19
3. Ботаника .....	43
4. Дендрология .....	81
5. Биология лесных зверей и птиц .....	117
6. Энтомология .....	175
7. Лесная фитопатология .....	203
8. Основы почвоведения .....	237
9. Лесная таксация .....	279
10. Лесоведение и лесоводство .....	311
11. Лесная пирология .....	341
12. Гидрология .....	363
13. Геодезия и ориентирование .....	399
14. Организация и проведение конкурсных мероприятий.....	429
15. Исследовательская работа школьников .....	455

## АВТОРЫ



**Петров Анатолий Петрович** –  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры экологии и природопользования



**Михайлов Юрий Евгеньевич** –  
доктор биологических наук,  
профессор кафедры экологии  
и природопользования



**Воробьева Марина Владимировна** –  
кандидат биологических наук,  
доцент кафедры экологии  
и природопользования



**Белов Леонид Александрович** –  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры лесоводства



**Морозов Андрей Евгеньевич** –  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры лесоводства



**Воробьева Татьяна Сергеевна** –  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры лесной таксации  
и лесоустройства



**Капралов Анатолий Витальевич** –  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры экологии  
и природопользования,  
директор Центра развития  
школьных лесничеств Урала



**Фролова Татьяна Ивановна** –  
кандидат биологических наук,  
доцент кафедры ландшафтного строительства



**Луганский Валериан Николаевич** –  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры лесоводства



**Осипенко Регина Александровна** –  
ассистент кафедры экологии  
и природопользования



**Залесов Сергей Вениаминович** –  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор кафедры лесоводства





**Григорьева Алена Викторовна** –  
заведующий кафедрой экологии  
и природопользования,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент



**Анчугова Галина Викторовна** –  
старший преподаватель  
кафедры лесной таксации и лесоустройства



**Чудинов Сергей Александрович** –  
заведующий кафедрой транспорта  
и дорожного строительства,  
кандидат технических наук, доцент



**Зотеева Елена Анатольевна** –  
кандидат биологических наук,  
доцент кафедры экологии  
и природопользования

Учебное издание

## **ИЗУЧАЕМ ЛЕС. В ПОМОЩЬ ЮНОМУ ЛЕСОВОДУ**

*Исследовательская работа школьников*

978-5-94984-801-2



Редактор Е. Л. Михайлова  
Верстка О. А. Казанцевой

Подписано в печать 12.10.2021

Формат 60x84/16

Уч.-изд. л. 26,38

Усл. печ. л. 27,89

Тираж 300 экз. (1-й завод 150 экз.)

Заказ №

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, ул. Гагарина, 35а, оф. 2. Тел.:

8(343)362-91-16