

# ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛЬНЫХ ЛЕСНИЧЕСТВ

Учебно-методическое пособие

*Под редакцией А. И. Шургина*

Йошкар-Ола  
Марийский государственный технический университет  
2008

УДК 630\*945.32:001.8

ББК 74.200.52

И 87

**Авторы:** Архипова Н.Н., Гончаров Е.А., Закамский В.А., Иванова Р.Р., Карасев В.Н., Карасева М.А., Краснов В.Г., Лебедева Э.П., Гаврицкова Н.Н., Курненкова И.П., Нуреева Т.В., Прохорова Е.В., Суrowцева С.С., Суханова Л.Н., Тимургалиева Л.А., Туев А.С., Ушнурцев А.В., Чешуин Е.Н., Циунчик Н.Л., Филенко А.И., Бажин О.Н., Шургин А.И

Предложения и замечания по качеству и содержанию материала просим присылать по адресу [ashurgin@pochta.ru](mailto:ashurgin@pochta.ru).

**И 87 Исследовательская деятельность школьных лесничеств:** учебно-методическое пособие / Архипова Н.Н., Гончаров Е.А., Закамский В.А. и др.; под ред. А.И.Шургина. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – 269 с.

Методическое пособие разработано с целью обеспечения исследовательской деятельности школьных лесничеств современной научной тематикой в области изучения состояния лесных экосистем, их продуктивности, направлений использования и воспроизводства лесных ресурсов. Даны методики и рекомендации к их выполнению.

Для школьников, специалистов системы образования и лесного хозяйства, для всех желающих принять участие в работе школьных лесничеств.

**УДК 630\*945.32:001.8**

**ББК 74.200.52**

© Шургин А.И. и др., 2008

© Марийский государственный  
технический университет, 2008

© Федеральное агентство лесного  
хозяйства Российской Федерации, 2008

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
Введение.....	6
1. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ (ОПЫТНИЧЕСКАЯ) ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ШКОЛЬНЫХ ЛЕСНИЧЕСТВАХ.....	8
2. МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В ШКОЛЬНЫХ ЛЕСНИЧЕСТВАХ.....	12
2.1. Методика проведения исследовательской работы на тему «Ведение фенологических наблюдений за древесными растениями».....	12
2.2. Методика проведения исследовательской работы на тему «Изучение морфологических признаков и почвенного покрова лесных биогеоценозов».....	21
2.3. Методика проведения исследовательской работы на тему «Определение плодородия, кислотности, глубины залегания грунтовых вод и влажности лесных почв по растениям-индикаторам».....	47
2.4. Методика проведения исследовательской работы на тему «Биоиндика- ция загрязнения воздуха по состоянию хвои сосны обыкновенной».....	61
2.5. Методика проведения исследовательской работы на тему «Биоиндика- ция загрязнения воздуха по лишайникам».....	66
2.6. Методика проведения исследовательской работы на тему «Определение рекреационной емкости тропы и составление паспорта объекта».....	78
2.7. Методика проведения исследовательской работы на тему «Экспресс- диагностика жизнеспособности древесных пород по ...биофизическим по- казателям».....	89
2.8. Методика проведения исследовательской работы на тему «Изучение основных таксационных характеристик лесных насаждений».....	96
2.9. Методика проведения исследовательской работы на тему «Размножение прививками сортовых (ценных, уникальных) древесных и кустарниковых растений».....	108
2.10. Методика проведения исследовательской работы на тему «Размноже- ние древесных растений зеленым черенкованием».....	115
2.11. Методика проведения исследовательской работы на тему «Изучение искусственных насаждений основных лесообразующих пород».....	123

2.12. Методика проведения исследовательской работы на тему «Производство посадочного материала сосны обыкновенной и лиственницы сибирской с закрытой корневой системой в условиях малого тепличного комплекса»...	135
2.13. Методика проведения исследовательской работы на тему «Рекультивация нарушенных территорий».....	152
2.14. Методика проведения исследовательской работы на тему «Выращивание посадочного материала в лесных питомниках».....	178
2.15. Методика проведения исследовательской работы на тему «Исследование показателей нектаропродуктивности медоносных растений».....	190
2.16. Методика проведения исследовательской работы на тему «Инвентаризация и картирование комплексов рыжих лесных муравьев».....	204
2.17. Методика проведения исследовательской работы на тему «Привлечение птиц-дуплогнезdnиков в леса и учет заселенности гнездовий».....	217
2.18. Методика проведения исследовательской работы на тему «Выращивание декоративных древесно-кустарниковых растений с закрытой корневой системой».....	222
Методика обработки данных и оформления результатов исследовательских работ.....	227
<b>3. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОПЫТНИЧЕСКИХ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ) РАБОТ.....</b>	<b>230</b>
Правила техники безопасности в полевых условиях.....	230
Правила техники безопасности в помещении школьного лесничества.....	240
<b>4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРЕДСТАВЛЕНИЮ РАБОТЫ НА КОНКУРСЕ...</b>	<b>251</b>
<b>5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ.....</b>	<b>255</b>
Словарь терминов и определений.....	262

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Человек и природа – неразрывное единство, которое непросто познать в силу сложности соотношения субъективных представлений и объективной реальности. Одной из эффективных форм работы по изучению природы является исследовательская деятельность, в ходе которой происходит непосредственное общение юных исследователей с природными объектами, приобретаются навыки научного эксперимента, развивается наблюдательность, пробуждается интерес к изучению конкретных экологических вопросов.

Исследование – наиболее деликатный способ взаимодействия человека с миром, путь, который позволяет увидеть и понять мир таким, каков он есть. Чрезвычайно важно, чтобы каждый человек с ранних лет не возвышал себя над миром, а пытался изучить его, познать и понять его устройство и внутренние взаимосвязи, удивиться его сложности, разнообразию, красоте. Именно включение в исследование наиболее эффективно позволяет прикоснуться к миру в его естестве, выработать в себе самое «экологическое сознание».

Исследовательская деятельность позволяет применить теоретические знания учащихся на практике, а также способствует развитию самостоятельности и познавательного интереса детей. Эффективность исследовательской работы школьных лесничеств может быть значительно выше, если ее проводить по единым или скоординированным программам и методикам, которые в настоящее время практически отсутствуют. Восполнить этот пробел – основная цель данного учебно-методического пособия. Задача данного пособия состоит в том, чтобы предложить юным исследователям интересные с научно-познавательной и практической сторон темы исследований, научить современным исследовательским методикам и основным принципам ведения научно-исследовательской работы.

## ВВЕДЕНИЕ

Научно-техническая революция, развитие индустрии и возросшая производственная активность человека меняют облик планеты. Пришло время осознать, что природные богатства не являются неиссякаемым источником, из которого можно черпать бесконечно. Население, занятое в настоящее время преодолением проблем социально-экономического характера, не осознает приближение экологической катастрофы и безучастно относится к сохранению природы и защите окружающей среды. Мало того, имеющиеся доступные биологические ресурсы нещадно эксплуатируются ради удовлетворения сиюминутных потребностей. Особенно страдают лесные и водные экосистемы. Одной из актуальных проблем современности является сокращение и деградация лесов планеты.

Возникающие противоречия во взаимодействии Общества и Природы необходимо решать цивилизованным путем, на основе научных подходов к природопользованию и охране окружающей среды и повышения профессиональной ответственности в области экологии и природопользования. Каждый человек имеет то или иное отношение к природе. Поэтому повышение экологической грамотности населения «от мала до велика» является современной актуальной задачей.

Школьные лесничества как объединения учащихся призваны прививать у школьников любовь к природе родного края, формировать трудовые умения и навыки в области лесоводства и лесоразведения, охраны природы и рационального природопользования, закреплять и углублять знания, подготовку к сознательному выбору профессии.

В настоящее время исследовательская деятельность старшеклассников становится популярной формой учебной работы и необходимым средством развития самостоятельного творческого подхода старшеклассников к жизни.

Учебное исследование рассматривается в педагогике как деятельность, направленная на создание качественно новых ценностей, важных для развития личности, на основе самостоятельного приобретения учащимися субъективно новых знаний.

Основными задачами исследовательской деятельности учащихся являются:

- формирование интереса к познавательной, творческой, экспериментально-исследовательской деятельности;
- создание условий для социального и профессионального самоопределения школьников;
- совершенствование исследовательских умений школьников;
- развитие творческих способностей и личностных качеств учащихся;
- ориентация на дальнейшее продолжение образования в вузе.

Учебно-исследовательская деятельность в школьных лесничествах организуется с целью привлечения учащихся к исследовательской работе по охране, изучению и восстановлению лесных экосистем; содействия обучению членов школьных лесничеств основам лесохозяйственных наук и их профессиональной ориентации; повышения образовательного уровня юных лесоводов и приобретения ими навыков проведения опытнической и исследовательской работы; вовлечения школьников в лесоприродоохранную деятельность.

Исследовательская работа не должна заканчиваться на первичной обработке материала. Юным лесоводам с помощью их взрослых наставников необходимо постараться ответить на целый ряд вопросов, чтобы результаты исследований стали логической и понятной для исследователей цепочкой, чтобы они видели конечный результат работы и оценку своей исследовательской деятельности.

Для этого необходима организация региональных конкурсов, на которых может быть представлена и оценена исследовательская работа юных лесоводов. Лучшие работы, по представлению таких региональных конкурсов, могут быть рекомендованы для участия во Всероссийском юниорском лесном конкурсе «Подрост», а также в других межрегиональных и российских конкурсах.

Достойное представление исследовательских работ на конкурсах различного уровня открывает путь к общественному признанию, получению премий, призов, наград и создает определенные перспективы для дальнейшего профессионального обучения в вузах.

## **1. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ (ОПЫТНИЧЕСКАЯ) ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ШКОЛЬНЫХ ЛЕСНИЧЕСТВАХ**

В настоящее время как никогда актуальным является вопрос изменения отношения к природе и обеспечения соответствующего воспитания и образования новых поколений. Каждый житель планеты должен осознать, что будущее связано с гармоничными отношениями человека и природы. И новая нравственность, и новые знания, и новый менталитет, и новая система ценностей должны создаваться и воспитываться с детства. Важным звеном современного экологического образования являются экологическое образование и воспитание. Задача общеобразовательной школы состоит не только в том, чтобы сформировать у детей определенный объем знаний о природе, но и способствовать приобретению навыков научного анализа явлений природы, осмыслению взаимодействия природы и общества, осознанию значимости своей практической помощи природе (Ашихмина Т.Я., 2000).

Цель организации учебно-исследовательской деятельности в школьных лесничествах – привлечение учащихся к исследовательской работе, приобретение ими навыков постановки опытов, проведения исследовательской (опытнической) работы.

Основным объектом исследовательской деятельности в школьных лесничествах является лес как экосистема, его компоненты, связи и процессы, которые в нем происходят в естественном состоянии и под влиянием деятельности человека.

Перспективы развития этой деятельности в школьных лесничествах увеличиваются при установлении тесных контактов школьных образовательных учреждений с лесохозяйственными организациями, которые предоставляют возможность юным исследователям использовать свои лесные территории как лабораторию в природе. Результатов, значимых с научной и практической сторон, можно достичь в тесном взаимодействии с профильными вузами и при непосредственном участии ученых и специалистов в руководстве отдельными исследовательскими темами. Большое значение имеет практическая направленность проводимых исследований.



Учебное исследование рассматривается в педагогике как деятельность, направленная на создание качественно новых ценностей, важных для развития личности, на основе самостоятельного приобретения учащимися субъективно новых, значимых для них знаний. Цель учебного исследования, по мнению Е.Н. Кикоть, не только конечный результат (знание), но и сам процесс, в ходе которого развиваются исследовательские способности учащихся за счет приобретения ими новых знаний, умений и навыков, тренировки уже развитых, расширения кругозора, изменения своей мотивации и положения в молодежном сообществе (табл. 1.1., 1.2.).

Таблица 1.1. **Цели организации исследовательской деятельности**

Цели организации исследовательской деятельности	Пути действий руководителя школьного лесничества	Запланированные результаты
Формирование творческой активности	Вовлечь учащихся в активную познавательную деятельность	Умение формулировать цель и задачи исследования
Развитие самостоятельности	Научить пользоваться научной литературой из фондов библиотек и материалами современных информационных технологий	Формирование навыков в работе с различными источниками информации, систематизации и обобщении полученных данных
Обучение приемам исследовательской деятельности, методам, принципам, формам и способам научного исследования, научного познания	Научить методам проведения исследования	Умение пользоваться различными исследовательскими методами при решении поставленных задач
Формирование мотивации исследовательской деятельности	Сформировать познавательные и социальные мотивы	Умение делать аргументированные выводы, соответствующие поставленной цели и решаемым задачам
Создание условий для самореализации учащегося через выполнение исследования	Развить навыки публичного выступления и защиты своих взглядов перед компетентной аудиторией	Развитие способностей к самостоятельному осмыслению проблемы

Таблица 1.2. Этапы организации исследовательской деятельности

Этапы	Цели	Задания	Замер, проявления
1. Этап вхождения в поисковую исследовательскую деятельность	Формирование умений работать с научной литературой, проводить наблюдения, планировать эксперимент	Создать опорную базу знаний, необходимую для проведения конкретного исследования, выполнять конкретные умения	Определение общего уровня сформированности системы знаний и системы умений в беседах, отдельных конкретных заданий, рассмотрение конспектов изученной литературы
2. Этап приобретения учащимися некоторого опыта исследовательской деятельности	Ориентация на приобретение учащимися достаточного опыта исследовательской деятельности	Научить методике работы с научнотехнической информацией, самостоятельному составлению плана исследования, проведению наблюдения	Уровень овладения основными исследовательскими умениями, любая информация воспринимается, не только как конкретное обозначение предметов и действий, а как побуждение к соотношению отдельных явлений установлению между ними взаимосвязей
3. Этап собственно исследовательской деятельности	Выдвижение гипотез и их защита	Построить систему знаний и методов их использования для проведения конкретного исследования	Нахождение связей между явлениями, систематическая работа с научной литературой, самостоятельная работа по подбору необходимой литературы

**Основными видами учебно-исследовательской деятельности в школьных лесничествах являются:**

- проблемно-реферативный – аналитическое сопоставление данных различных литературных источников с целью освещения проблемы и

проектирования вариантов ее решения;

- аналитико-систематизирующий – наблюдение, фиксация, анализ, синтез, систематизация количественных и качественных показателей изучаемых процессов и явлений;

- диагностико-прогностический – изучение, отслеживание, объяснение и прогнозирование качественных и количественных изменений изучаемых систем, явлений, процессов, как вероятных суждений об их состоянии в будущем;

- изобретательно-рационализаторский – усовершенствование имеющихся, проектирование и создание новых устройств, механизмов, приборов;

- экспериментально-исследовательский – проверка предположений и подтверждений или опровержений гипотезы;

- проектно-поисковый – поиск, разработка и защита проекта;

- выступления на научно-практических конференциях, опубликование результатов исследовательской работы в научных изданиях.

**К критериям оценки исследовательской деятельности** можно отнести:

- актуальность выбранного исследования;

- качественный анализ состояния проблемы, отражающий степень знакомства автора с современным состоянием проблемы;

- наличие собственных оригинальных идей;

- владение автором специальным и научным аппаратом;

- теоретическая и практическая значимость исследования;

- новизна полученных результатов;

- грамотность оформления и защиты результатов исследования;

- наличие публикаций в научных изданиях.

Исследовательская деятельность в школьных лесничествах должна стать одной из наиболее массовых и перспективных форм практической деятельности школьников в рамках образовательного процесса. Использование такой активной формы лесоэкологического образования как исследовательская деятельность, связанная с непосредственным общением с природой, способствует получению учащимися прочных экологических знаний и превращению этих знаний в мировоззрение.

## 2. МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В ШКОЛЬНЫХ ЛЕСНИЧЕСТВАХ

### 2.1. Методика проведения исследовательской работы на тему «Ведение фенологических наблюдений за древесными растениями»

Составитель: Тимурғалиева Л.А.

**Цель работы:** изучение сезонной периодичности развития основных лесообразующих пород, а также древесных растений, обладающих ценными пищевыми и лекарственными свойствами. Выявление их основных фенологических фаз.

#### **Задачи:**

1. Выявление основных фаз развития древесных растений
2. Изучение сроков проведения основных лесохозяйственных мероприятий и составление календарного плана работ на предприятии.
3. Проведение метеонаблюдений
4. Анализ влияния погодных условий на развитие вегетативных и генеративных органов растений.

**Общие теоретические вопросы.** Фенология – это система знаний о сезонных явлениях природы, о сроках их наступления и причинах, определяющих эти сроки. В 1853 году этот термин (греч. *phainomena* – явления и логия; дословно – наука о явлениях) был предложен бельгийским ботаником Ш. Морраном.

Благодаря фенологическим наблюдениям, в лесном хозяйстве возможно установление оптимальных сроков при осуществлении следующих мероприятий:

- создание лесных культур и уход за ними
- защита леса от вредителей и болезней, а также разработка мер по их профилактике
- сбор семян и плодов деревьев и кустарников для последующего посева в питомниках
- заготовка ценного лекарственного сырья (цветки, почки, побеги, плоды древесных растений)

- сбор пищевого сырья (ягоды, орехи)
- вегетативное размножение древесных растений (например, с целью создания лесосеменных плантаций)
- организация побочного пользования предприятий лесного хозяйства (закладка плантаций плодовых, лекарственных, технических культур).

Знание закономерностей сезонной динамики развития растений позволяет грамотно организовать эти мероприятия на производстве, рационально использовать рабочую силу и оборудование.

**Объект исследования.** Необходимо определить основные фенообъекты, за которыми будут осуществляться фенологические наблюдения. Отбираются модельные деревья разных пород. Причем лучше выбирать объекты для исследования внутри естественных популяций, исключая нехарактерные для данной местности условия (понижение или повышение рельефа, открытые или чрезмерно загущенные участки). Далее необходимо разработать маршрут, по которому будут осуществляться фенологические наблюдения. Изменения погоды (температура воздуха, количество осадков) могут ускорить или замедлить наступление фенофаз. Поэтому необходимо учитывать погодные условия. Для этого необходимо ежедневно фиксировать температуру воздуха.

**Материалы и оборудование:** термометр для измерения температуры воздуха, фотоаппарат, журнал для записей, карандаш, линейка.

### **Ход работы**

#### 1. Учет фенологических фаз.

Для полевых записей удобно применять большие журналы, разлинованные на графы, в которые заносятся наблюдения. Слева страницы приводится список видов, в котором растения перечисляются в порядке посещения их наблюдателем. Вверху страницы записываются даты наблюдений и против каждого вида соответствующие им фенологические формулы, отражающие состояние вегетативных и генеративных органов (табл. 2.1). В период роста растений наблюдения должны проводиться не реже 2-х раз в неделю. Во время наиболее быстрого развития растений (особенно весной) наблюдения проводятся чаще, вплоть до ежедневных.

Таблица 2.1. Характеристика фенологической фазы по датам (пример оформления записей в журнале полевых исследований )

№ п/п	Наименование растения (русское, латинское)	Фенологическая фаза									
		Дата 18.04	Дата 25.04	Дата 30.04	и т.д.						
1.	Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris)	-	-	1П61	2П61						
2.	Черемуха обыкновенная (Padus avium)	1Пч1	2Пч1	1Пч2	и т.д.						
3.	И т.д.										

Для комплексной оценки сезонного развития растений по каждой наблюдаемой фенофазе отмечают количественные показатели, устанавливая их путем визуального учета числа органов, вступающих в фенофазу в пределах всей кроны растения. Количественные показатели записывают цифрами перед условными обозначениями фенофазы: 1- в наблюдаемую фазу вступило менее 50 % органов; 2 – в фенофазу вступило более 50 % органов.

Для краткого описания динамики сезонного развития растений и диагностики фенологических фаз целесообразно использовать формулы, которые приведены в табл. 2.2.

Например, запись для черемухи обыкновенной на 16.05.2008 г. 2Л22П61ПЗ будет означать, что листья полностью обособились, приняли свойственную им форму, но не достигли размеров зрелых, на половине растущих побегов обособились бутоны.

Таблица 2.2. Диагностика фенологических фаз

№ п/п	Обозначение фенофазы (формула)	Название фенофазы	Признаки наступления фенофазы
1	2	3	4
<b>Хвойные растения</b>			
1	Пб1	Набухание вегетативных почек	Почки увеличиваются в размерах, освобождаются от смоляного покрова, наблюдается разрыхление и отворачивание наружу покровных чешуй и изменение окраски почки.
2	Пб2	Распускание вегетативных почек	Фаза начинается с момента освобождения молодой хвои от почечных покровов.
3	Пб3	Начало роста побегов	У хвойных обычно совпадает с фазой набухания почек.
4	Пб4	Окончание роста побегов	Определяется прекращением линейного роста побегов.
5	О2	Полное одревеснение побегов	Определяется по образованию на побегах защитной пробковой ткани, обычно более темного цвета, чем молодой побег.
6	Л1	Начало обособления хвои	Фиксируется по расхождению верхушек хвои
7	Л2	Полное обособление хвои	Начинается, когда молодая хвоя вследствие роста побега и своего собственного роста перестает соприкасаться друг с другом по всей длине.
8	Л3	Осеннее пожелтение хвои	Свидетельствует об окончании вегетации и переходе растений в состояние зимнего покоя. У листопадных хвойных (лиственница) фаза фиксируется полностью, а у вечнозеленых (сосна, ель) частично.
9	Л4	Опадение хвои	Начало фазы устанавливается путем встряхивания веток или по наличию опавшей хвои под деревом.
10	Пч	Образование зимней верхушечной почки	Почка достигает нормальной величины, чешуи пробковеют, становятся коричневыми или бурыми, покрываются смолой.
11	Ц2	Распускание генеративных (цветочных) почек	Стробилы («цветки» хвойных растений) начинают освобождаться от пленчатых почечных покровов. Мужские почки раскрываются на 1-3 дня раньше женских.

Продолжение табл. .2.2

1	2	3	4
12	Ц4	Начало «цветения» (пыления)	Определяется началом высыпания пыльцы из мужских стробил при встряхивании ветвей. Женские стробилы достигают собственных им размеров и окраски.
13	Ц5	Конец «цветения» (пыления)	Все колоски отпылили. Яркие тона в окраске мужских стробил исчезли.
14	ПЛ1	Формирование шишки	Края семенных чешуй женских стробил смыкаются, начинают разрастаться.
15	ПЛ3	Полное созревание шишек	Шишки приняли форму и цвет, свойственные зрелым шишкам.
16	ПЛ4	Рассеивание семян	Опадение первых зрелых шишкоягод можжевельника и тиса, шишек кедровых сосен, рассыпание шишек пихты, высыпание семян из шишек прочих хвойных.
<b>Лиственные растения</b>			
17	Пч1	Набухание вегетативных почек	На почках между кроющими чешуями появляются светлые полоски, каемки или уголки. Почки увеличиваются в размерах.
18	Пч2	Развержение почек	Из-под почечных чешуй появляется зеленый конус (кончики) листьев.
19	Пб1	Начало линейного роста побегов	Отмечают в период, когда становится возможным прощупать пальцами скрытую в растущих листьях верхушку начавшего рост побега.
20	Пб2	Окончание линейного роста побегов	Развертывание последних листьев и закладка верхушечной почки.
21	О2	Опробковение побегов по всей длине	Зеленая окраска растущих побегов сменилась на окраску зрелых побегов, присущую данному виду.
22	Л1	Облиствление побегов	Появление молодых листочков, еще свернутых или сложенных
23	Л2	Листья полностью обособились	Листовые пластинки развернуты, приняли присущую им форму, но не достигли нормального размера.
24	Л3	Завершение роста и вызревание листьев	Листья приняли свойственную им форму, размер и окраску.
25	Л4	Расцветивание листьев	Появление в кроне полностью расцветивших в осенние тона листьев.



Окончание табл. 2.2.

1	2	3	4
26	Л5	Опадение листьев	
27	Ц1	Набухание цветочных почек	Увеличение размеров и расхождение прицветных чешуй генеративных почек.
28	Ц3	Бутонизация	Отмечается по обособлению в соцветиях и на побегах бутонов.
29	Ц4	Начало цветения	Цветки полностью раскрываются, а у цветков, не имеющих венчиков, наблюдается пыление при потряхивании ветвей.
30	Ц5	Окончание цветения	Венчики усыхают, прекращается пыление. Тычинки буреют и осыпаются.
31	Пл1	Завязывание плодов	Определяется по явному увеличению завязи.
32	Пл2	Незрелые плоды достигли размеров зрелых	
33	Пл3	Созревание плодов	Плоды достигли свойственные им размер, форму и цвет.
34	Пл4	Опадение зрелых плодов или высыпание из них семян.	При потряхивании ветвей плоды опадают или высыпаются семена. Под кронами деревьев наблюдаются опавшие зрелые плоды или семена.

## 2. Измерение температуры воздуха

Одновременно с ведением фенологических наблюдений проводится ежедневное измерение температуры воздуха. Результаты измерений заносятся в таблицу в журнале полевых исследований (табл. 2.3).

Таблица 2.3. Результаты измерения температуры воздуха

Дата	Температура воздуха, °С

**Методы обработки и оформления результатов.** По результатам полевых исследований составляются сводные таблицы отдельно для хвойных и лиственных пород (табл. 2.4 – 2.7).

Таблица 2.4. Развитие вегетативных органов хвойных растений

№ п/п	Наименование растения (русское, латинское)	Период регистрации фенофазы									
		Пб1	Пб2	Пб3	Пб4	О2	Л1	Л2	Л3	Л4	Пч
1.	Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris)										
2.	И т.д.										
3.	Пихта сибирская (Abies sibirica)										

Таблица 2.5. Развитие генеративных органов хвойных растений

№ п/п	Наименование растения (русское, латинское)	Период регистрации фенофазы					
		Ц2	Ц4	Ц5	Пл1	Пл3	Пл4
1.	Сосна обыкновенная (Pinus sylvestris)						
2.	Ель сибирская (Picea abies)						
3.	И т.д.						

Таблица 2.6. Развитие вегетативных органов лиственных растений

№ п/п	Наименование растения (русское, латинское)	Период регистрации фенофазы									
		Пч1	Пч2	Пб1	Пб2	О2	Л1	Л2	Л3	Л4	Л5
1.	Дуб черешчатый (Quercus robur)										
2.	Рябина обыкновенная (Sorbus aucuparia)										
3.	И т.д.										

Таблица 2.7. Развитие генеративных органов лиственных растений

№ п/п	Наименование растения (рус., лат.)	Период регистрации фенофазы							
		Ц1	Ц3	Ц4	Ц5	Пл1	Пл2	Пл3	Пл4
1.	Дуб черешчатый (Quercus robur)								
2.	Рябина обыкновенная (Sorbus aucuparia)								
3.	Ива корзиночная								
4.	И т.д.								

Для выявления более точных закономерностей сезонных явлений у растений желательно осуществлять наблюдения за одними и теми же объектами в течение нескольких лет. На основании многолетних данных вычисляются средние даты каждой фенофазы. В дальнейшем, опираясь на эти усредненные результаты, составляется план работ по некоторым лесохозяйственным мероприятиям (табл. 2.8).

Таблица 2.8. Календарь ведения лесохозяйственных работ

№ п/п	Наименование лесохозяйственных мероприятий	Месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	Создание лесных культур												
2.	Заготовка цветков боярышника кроваво-красного												
3.	Заготовка плодов												
4.	Заготовка черенков для размножения												
5.	Сбор и переработка семян												
6.	Обработка растений от вредителей и болезней												
7.	Заготовка черенков сосны обыкновенной для прививки												
8.	И т.д.												

На основании данных, полученных в результате измерения температуры воздуха, вычисляется показатель – сумма температур ( $\sum t$ ). Это сумма положительных значений среднесуточных температур воздуха (отрицательные значения не учитываются). Суммы температур весной начинают подсчитываться со дня устойчивого перехода среднесуточных температур выше порогового их значения ( $+5^\circ$ ). С учетом показателя  $\sum t$  становится возможным выявить взаимосвязь между погодными условиями и временем наступления тех или иных фаз фенологического разви-

тия растений. Для этого используются методы вариационной статистики.

При оформлении результатов исследования желательно использовать фотографии сезонного развития растений (фаза распускания листьев, цветение, созревание плодов и т.д.).

**Обсуждение и анализ результатов.** Итогом проведения фенологических наблюдений на предприятиях лесного хозяйства может являться составление календарного плана проведения основных лесохозяйственных работ. Для его разработки необходимо изучить, в какие фазы сезонного развития лучше всего осуществлять запланированные мероприятия. Например, создание лесных культур желательно осуществлять до начала роста и развития побегов, сбор плодов – при полном их созревании и т.д.

Здесь же можно привести результаты анализа влияния температуры воздуха на сроки наступления фенофаз, а также предложить методы корректировки сроков проведения лесохозяйственных мероприятий в случае значительных отклонений погодных условий (очень ранняя или затяжная весна, холодное лето, теплая осень и т.д.).

**Выводы и рекомендации.** В качестве выводов и рекомендаций необходимо привести обоснование указанных вами сроков проведения лесохозяйственных работ. Например, создание лесных культур желательно осуществлять до начала роста и развития побегов, заготовку лекарственного сырья – во время цветения растения, сбор плодов – при полном их созревании и т.д. Можно привести обоснование применения механизмов или оборудования (инструменты для обработки почвы, приспособления для лазания на деревья, сушилки), а также людские ресурсы для заготовки плодов и сырья на какой-то определенный период времени года.

### **Контрольные вопросы**

1. Что изучает наука фенология?
2. Какие факторы влияют на сроки наступления фенологических фаз?
3. Какие фазы сезонного развития фиксируются у хвойных

и у лиственных растений?

4. Какие лесоводческие мероприятия осуществляют, опираясь на данные, полученные благодаря фенологическим наблюдениям?

### **Рекомендуемая литература**

1. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. - М.:ГБС АН СССР, 1975. - 27 с.
2. Шульц Г.Э. Общая фенология. – Л.: Наука, 1981. -188 с.

### **2.2. Методика проведения исследовательской работы на тему «Изучение морфологических признаков и почвенного покрова лесных биогеоценозов»**

Составитель: Тувев А.С.

**Цель работы:** изучить морфологическое строение типов и разновидностей почв на исследуемой территории и зависимость формирования почв от особенностей факторов почвообразования.

#### **Задачи:**

1. Освоить методику полевого исследования почв.
2. Получить навыки самостоятельной работы в полевых условиях: умение выбрать место для заложения разреза, полаямы или прикопки; умение определить расстояние на местности, крутизну и длину склонов.
3. Научиться правильно сделать почвенный разрез, зарисовать почву, дать подробное и правильное описание генетических горизонтов, название почвы.
4. Изучить зависимость формирования и распределения почв от рельефа, растительного покрова, почвообразующих пород, деятельности человека, пользуясь методом составления почвенно-геоморфологического профиля.

**Общие теоретические вопросы.** Почва является средой для жизни растений. Чтобы создать лучшие условия для их роста и развития, надо прежде всего знать почву, уметь регулировать и улучшать ее свойства.

Исследование почв как объекта хозяйственного использования человеком производится весьма широко. В лесном хозяйстве необходимым является изучение почв при разработке проектов культур, планировании и проведении лесокультурных мероприятий: выделении и осушении участков, обработки почвы, известкования, внесения удобрений и т. д. От почвенных условий и характера проектируемых культур зависят объем и характер лесокультурных мероприятий.

Учитывать почвенные условия следует при выделении лесосеменных участков и организации ухода за ними, при выращивании посадочного материала в питомниках, а также при создании лесопарков, садов, парков, скверов.

Знание почвенного покрова необходимо при таксации леса и типологических исследованиях лесов, когда нужно получить материалы для обоснования народнохозяйственного районирования территории, планирования лесного хозяйства, для установления приемов его механизации и пр.

Типы леса сформировались в течение продолжительного времени в определенной физико-географической обстановке. Растительность и другие элементы природного ландшафта длительно находились в тесном взаимодействии с почвой. Поэтому при почвенных исследованиях можно подметить характер этой связи, выявить, в каком направлении воздействовали различные растительные группировки (или отдельные древесные породы) на почву, и заметить влияние последней на развитие растительности.

В лесном хозяйстве проводятся многочисленные мероприятия по поднятию производительности лесных массивов: различные рубки, введение лиственного подлеска, прочистки, корчевка пней, осушение и др. При этом изменяются условия освещения и приток тепла, воды, элементов пищи к почве и, как следствие этого, изменяются состав травяного и мохового ярусов, качество лесной подстилки, свойства почвы.

Характер и направление этих изменений лесовод должен и может учитывать для того, чтобы эффективнее использовать приемы воздействия на лесные территории с целью повышения их продуктивности и рациональной эксплуатации.

**Объект исследования.** Объект исследования может быть выбран с учетом направления деятельности, так как чаще всего почвенные исследования являются одной из частей в комплексных работах.

**Оборудование, материалы, реактивы:** бланки описания почвенного разреза, журнал для записей, письменные принадлежности, лопата, топор, почвенный нож, рулетка (2м), 10% раствор HCl, клей (ПВА или клеящий карандаш).

### **Ход работы**

**Подготовительный период.** Полевым исследованиям почв предшествует подготовительный период, основная цель которого заключается в ознакомлении с материалами, характеризующими факторы почвообразования района исследований: климат, растительность, рельеф, материнскую горную породу и хозяйственную деятельность человека.

В подготовительный период необходимо получить общее представление о почвенном покрове изучаемого района, главных почвенных типах и подтипах (изучение почвенных и геоморфологических карт).

*Рельеф* предварительно изучают по литературе, физической и гипсометрической картам. На последней рельеф показан горизонталями (изогипсами) – линиями, соединяющими все точки поверхности, лежащие на одной и той же высоте над уровнем моря.

При изучении рельефа надо составить сначала общее представление о рельефе, характере ландшафта (горный, волнистый, холмистый, равнинный и т. д.). Надо выявить на карте наиболее крупные формы рельефа (плато, водораздельные возвышенные площади или низины, впадины, террасы, поймы) и постараться выяснить их наружные очертания, высотные положения и географическое распределение. Необходимо также посмотреть, какие из форм макрорельефа являются преобладающими и где именно (в какой части территории), выяснить связь с геологическим строением местности и с распределением разных материнских горных пород.

Кроме макрорельефа, т. е. общей формы поверхности и относительного положения больших участков суши с более или менее крупными колебаниями высот, различают еще и мезорельеф. Это частные формы рельефа, занимающие сравнительно небольшие участки суши. К ним

относятся: камы, озы, дюны, барханы, овраги, балки, формы карстового рельефа – поля, «долины» и др.

В пределах более крупных форм рельефа различают микрорельеф – рельеф небольших площадей с незначительными высотными колебаниями (мелкие холмики, бугорки, кочки, блюдца, западинки, предлощинные понижения).

При изучении материалов о рельефе местности одновременно выясняется и гидрографическая сеть: реки, озера, ручьи, болота. Надо по топографической карте точно выяснить их географическое положение и понять, каким образом они могут влиять на гидротермический режим отдельных участков исследуемой местности. Очень важно в связи с этим выяснить степень дренированности или заболоченности участка, уровень и характер грунтовых вод. Надо поинтересоваться, каким образом влияют на водный режим местности имеющаяся мелиоративная сеть и проводимые мелиоративные мероприятия. Итогом на этом этапе подготовительной работы является составление топографической основы, необходимой для полевых работ. Чтобы лучше разобраться в формах рельефа, их происхождении, уяснить общие геоморфологические и гидротермические особенности местности, надо знать ее геологическое строение и характер материнских горных пород.

*Геологическое строение местности* изучается по литературе и геологической карте. Последняя обычно дает представление о характере напластования коренных или подстилающих пород. Из литературы необходимо узнать, в какое геологическое время они образовались (период, система), какими характерными особенностями они обладают (засолены, карбонатны или представлены силикатными и алюмосиликатными наносами, магматическими или метаморфическими породами и т. д.). Геологическое строение местности надо сопоставить с формами рельефа, выяснить, к каким из них приурочены различные горные породы и, в частности, четвертичные отложения, поверхностные слои которых являются чаще всего материнскими горными породами для почв лесной зоны.

*Материнские горные породы* являются тем исходным материалом, из которого возникают почвы в ходе процессов выветривания и почво-



образования. Материнские породы в зависимости от происхождения имеют неодинаковый химический и гранулометрический состав, а следовательно, различаются по своим свойствам. Поэтому материнские породы в значительной мере определяют состав и свойства образующихся из них почв.

*Растительность* изучается по различной литературе, выбор которой диктуется целевой установкой исследования.

Но независимо от того, под какими растительными группировками (культурными или естественными) должна изучаться площадь в почвенном отношении, надо возможно подробнее узнать о растительном покрове данной местности в прошлом и сопоставить с характером растительности в настоящее время.

Естественная растительность наряду с формами рельефа помогает выделить в натуре разные почвы еще до того, как будут заложены почвенные шурфы. Все зависит от навыка, опыта исследователя, от его способности наблюдать, сопоставлять и анализировать природные явления. Растительность является отзывчивым реагентом на окружающие условия, но со временем она и сама их изменяет. Об этом нельзя забывать, как и о вмешательстве хозяйственной деятельности человека, изменяющей характер растительного покрова и условия развития почвенных процессов.

**Полевые исследования.** Выбор места заложения разрезов – ответственное и важное мероприятие, от него зависит правильность определения почв целого участка, для характеристики которого закладывается разрез.

Почвенные разрезы разделяются по своему назначению на основные (глубокие), контрольные (или полуямы) и прикопки (поверхностные разрезы).

*Основные разрезы* выкапываются по ходу основных маршрутов в наиболее типичных местах по характеру рельефа, материнских горных пород и растительности. На основании характеристики этих почвенных разрезов выясняют преобладающие типы и подтипы почв в данной местности или на отдельном ее участке. Поэтому каждая ясно выраженная смена формы рельефа или других условий почвообразования долж-

на быть охарактеризована новым глубоким разрезом.

Техника заложения основных разрезов заключается в следующем: выбрав место для разреза, намечают при помощи лопаты на поверхности почвы прямоугольник длиной 150-200 см, шириной 75-80 см. Прямоугольник ориентируют так, чтобы одна из коротких сторон, по которой будет проходить отвесная стенка разреза, была обращена к солнцу в период проведения описания и ее зарисовки. Затем по намеченным границам копают разрез, причем на противоположной стороне указанной отвесной стенки для удобства работы оставляют ступеньки через 40- 50 см (рис. 2.1).

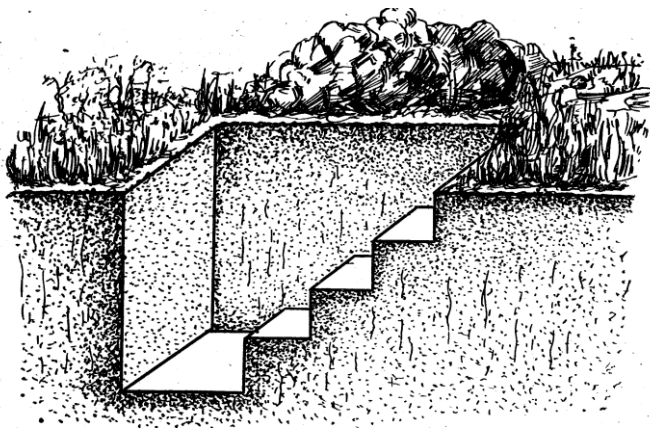


Рис. 2.1. Схема почвенного разреза

При выкапывании разрезов почвенную массу рекомендуется выбрасывать на боковые края ямы, причем дернину и пахотный горизонт выбрасывают на одну сторону, а грунт из нижележащих горизонтов — на другую. При закапывании разрезов после их описания сначала сбрасывают землю из нижележащих горизонтов, а затем из перегнойного и закрывают яму дерниной. Этим самым приблизительно восстанавливается первоначальное строение почвы.

*Полюямы* как контрольные разрезы служат для дополнительной проверки выделенных основными разрезами подтипов почв и для выявления видов почв. Обычно контрольный разрез отличается от основного

лишь незначительными колебаниями мощностей верхних горизонтов и степенью выраженности в них процессов почвообразования. Полуямы выкапываются на глубину примерно вдвое меньшую, чем основные разрезы (60-80 см), при этом сокращаются и поверхностные их размеры (40 x 60 см). На карте полуяма отмечается треугольником, возле которого ставится ее номер.

Если полуямой фиксируются существенные отклонения в признаках от основного разреза, требующие отнесения этой почвы к иному типу или подтипу, тогда контрольный разрез углубляется и изучается как основной.

*Прикопки (поверхностные разрезы)* предназначаются для установления границ между выделенными на местности почвами и выявления различий в гранулометрическом составе их верхних горизонтов. Поэтому прикопки размещают как по периферии крупных форм рельефа, так и на различных элементах микрорельефа, затем под разными видами деревьев, кустарников или в разных аспектах травяного покрова, в пределах одного типа леса или другой какой-либо ассоциации. Прикопки обычно делают глубиной на один-два штыка лопаты, с одной вертикальной стенкой. Реже углубляют прикопки на 30-50 см с поверхностными размерами 20 x 30 см или 40 x 40 см. На почвенной карте прикопки изображаются в виде точек.

Когда разрез полностью выкопан на всю глубину, освежают очищенной лопатой лицевую его стенку, закрепляют на ней мерную ленту и приступают к морфологическому описанию почвенного профиля. На зачищенной лицевой стенке выявляют границы отдельных генетических горизонтов почвы: намечают их с помощью почвенного ножа. Далее измеряют их мощность и последовательно проводят морфологическое описание каждого горизонта. При этом лицевую стенку, начиная с верхнего горизонта, препарируют ножом таким образом, чтобы получился естественный излом всех структурных отдельностей. По свежотпрепарированной лицевой стороне производят подробное изучение почвенного профиля по его морфологическим признакам, описывая в установленной последовательности: мощность (в сантиметрах), окраску и степень ее однородности, гранулометрический состав, структуру, сло-

жение, новообразования, включения, характер и количество корней, следы жизнедеятельности почвенной фауны.

Некоторые признаки могут быть установлены лишь в пробе почвы, извлеченной из разреза. Для этого ножом отделяют кусок из (каждого горизонта объемом около 200 см<sup>3</sup> и рассматривают его, держа на-развернутых ладонях и слегка встряхивая, чтобы вызвать крошение на комки. В конце описания каждого горизонта указывают характер перехода его в следующий горизонт.

Морфологическое описание каждого разреза по указанному плану ведут в специальном полевом бланке. Пользование таким бланком облегчает труд почвоведов не только в поле, но и в послеполевой камеральный период.

**Строение почвенного профиля.** Под строением почвенного профиля понимается расчленение его на генетические горизонты. Для обозначения горизонтов в большинстве случаев используются начальные буквы латинского алфавита: *A, B, C, D...* Переходные почвенные горизонты обозначаются их сочетанием: *AB, BC* и т. д. Очень часто справа от буквенного индекса вверху и внизу ставятся знаки, несущие особую информацию: *A<sub>1</sub>* - гумусовый горизонт, *B<sub>g</sub>* - иллювиально-глеевый, *C<sub>2</sub>* - материнская порода с новообразованием гипса и т. д. Ниже приводятся наиболее частые природные модификации почвенных горизонтов, основных почв таежной зоны.

*A* - горизонт биологической аккумуляции и следов ее деятельности, особенно при промывном типе водного режима. Этим индексом обозначаются следующие горизонты и подгоризонты:

*A<sub>0</sub>* - лесная подстилка;

*A<sub>0m</sub>* - оторфованная лесная подстилка;

*A<sub>0</sub>'* - верхний слой подстилки, или опад;

*A<sub>0</sub>''* - средний уплотненный слой лесной подстилки;

*A<sub>0</sub>'''* - перегнойный слой подстилки;

*A<sub>0</sub>A<sub>1</sub>* - переходный горизонт;

*A<sub>1</sub>* - гумусовый;

*A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>* - гумусово-подзолистый или гумусово-элювиальный;

*A<sub>пах</sub>* - пахотный или окультуренный горизонт (питомники);

$A_2$  - подзолистый или элювиальный, этим же индексом обозначаются оподзоленный в серых лесных почвах и осолоделый в солодах;

$A_2B$  - переходный от подзолистого к иллювиальному;

$A_0$  - дерновый (дернина на почвах вырубков и лугах);

$B$  - иллювиальный горизонт или горизонт вымывания;

$B_{1,2,3}$  - подгорizontы, выделяемые в случае значительной мощности иллювиального горизонта и неоднородности отдельных его частей;

$B_h$  - иллювиально-гумусовый со следами вымытого гумуса;

$Bf_e$  - иллювиально-железистый, скопление железа в виде орштейнов, рудяковых зерен и т. д.;

$Bg$  - иллювиально-глеевый, с сизыми пятнами закиси железа - признаки оглеения;

$BC$  - переходный от иллювиального к материнской горной породе;

$C$  - материнская горная порода, чаще всего ленточная глина, валунные суглинки, озовые пески и супеси;

$D$  - подстилающая порода, отличающаяся от материнской главным образом по гранулометрическому составу.

При обозначении горизонтов почв болотно-подзолистого и болотно-го типов используются следующие индексы:

$T_0$  - растущая часть мхов;

$T_1$  - очес, неразложившаяся часть торфа;

$T_2$  - торфянистый, слабо-разложившийся торф;

$T_3$  - перегнойный, хорошо разложившийся торф;

$G$  - глеевый сизый плотный горизонт.

По новой классификации обозначение горизонтов болотных почв следующее:  $T_5$ -очес,  $T_1$ -неразложившийся,  $T_2$  - среднеразложившийся,  $T_3$ -хорошо разложившийся,  $T_4$  - сухоторф.

Общая мощность профиля почв изменяется в пределах от 0,2-0,5 м на севере до 2-3 метров и более в степной зоне. Для почв таежной зоны общая мощность почвенного профиля составляет обычно 0,7-1,5 м.

Мощность горизонтов почвенного профиля в полевом дневнике можно записывать и в один горизонтальный ряд. Особенно это необходимо делать при характеристике полуям и прикопок.

Такая запись будет иметь следующий вид:  $A_0=12 + A_1=20 + A_2 = 34+B_1= 65 + B_2 = 80 + C$  и т. д.

Цифры здесь указывают нижнюю границу каждого подгоризонта. Разность между двумя смежными цифрами равна мощности подгоризонта, например, для  $B_1$  она составляет 31 см ( $65 - 34 = 31$  см).

При описании каждого горизонта указывается характер его перехода в следующий горизонт.

По характеру очертания нижней границы различают формы перехода: равномерный, волнистый, языковатый, потечный, в форме карманов и т. д.

После расчленения почвенного профиля на генетические горизонты производится их описание, в котором должны быть приведены в строгой последовательности следующие сведения:

- 1) индекс горизонта;
- 2) мощность горизонта, см;
- 3) генетическое название горизонта;
- 4) цвет или окраска;
- 5) структура;
- 6) сложение;
- 7) приблизительный гранулометрический состав;
- 8) новообразования и включения;
- 9) наличие и распределение корней;
- 10) характер перехода в следующий горизонт.

**Окраска почвы и ее горизонтов.** Расчленение почвенного профиля на отдельные горизонты производится прежде всего по характеру окраски. Это наиболее доступный для непосредственного восприятия внешний признак. По окраске верхних горизонтов некоторых основных типов почв даны названия. Таковы подзолистые почвы, серые (темно- и светло-серые) почвы лесостепи, черноземы, каштановые почвы, сероземы, буроземы, желтоземы, красноземы.

Окраска, или цвет, почвы зависит от присутствия в ней различных соединений (минеральных и органических). Важнейшими из них являются: гумус, окислы и гидраты окисей железа, кремниевая кислота, каолинит, гидрат окиси алюминия, углекислая известь. Эти соединения

в чистом виде окрашены в следующие цвета: черный (гумус, двуокись марганца), красный (безводные и маловодные окислы железа), желтый (гидрат окиси железа), белый (кремнекислота, карбонат кальция, каолинит, гидрат окиси алюминия).

Таким образом, названные соединения окрашены в четыре основных цвета. В зависимости от количественного содержания этих соединений сочетаются по-разному основные тона, обуславливая появление новых окрасок или сообщая основным цветам разные оттенки. Наглядное представление о разнообразии почвенных окрасок в зависимости от разного количественного соотношения основных тонов дает цветовой треугольник Захарова (рис. 2.2).

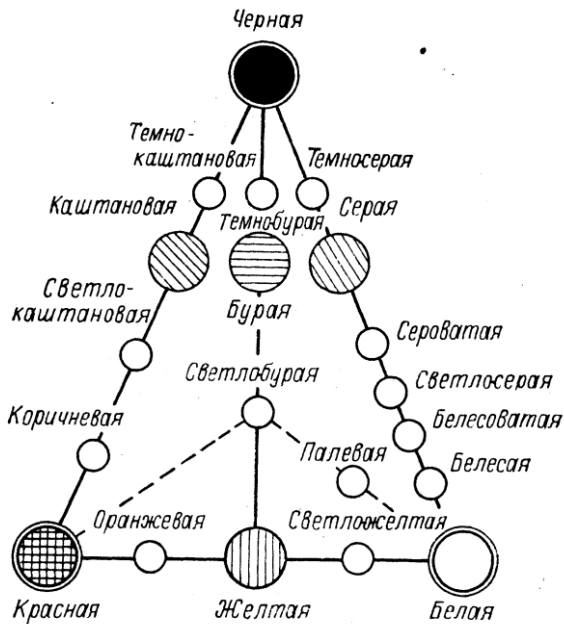


Рис. 2.2. Треугольник окрасок почвы, наиболее часто встречающихся в природе (по С. А. Захарову)

Окраска материнской породы и близлежащих к ней переходных и иллювиальных горизонтов чаще всего бывает бурой, палевой с различными оттенками (красным, желтым, коричневым и др.). Бурые оттенки, разбавленные белым цветом (при наличии извести, каолина, кремнекислоты и др.), переходят в палевые, а красные оттенки при этих же условиях – в розовые. Комплексные соединения окислов железа с окислами марганца окрашивают комки грунта в фиолетово-черные, фиолетовые и вишневые оттенки.

Переувлажненные, оглеенные горизонты, где наряду с окислами железа содержится и закись железа в виде различных солей синего и голубого цвета, приобретают синеватые, сизовато-зеленые оттенки (например, в болотных или подзолисто-болотных почвах).

В случае неоднородной окраски горизонта сначала выявляется основной фон, а затем отмечается окраска пятен. При определении

В заключение следует сказать, что восприятие окраски почвенных горизонтов хотя и является в значительной степени субъективным, но использование этого признака очень помогает для распознавания качества почвы, а частично и для выяснения происходящих в ней процессов.

**Структура почвы.** *Под структурностью почвы подразумевают ее способность распадаться в естественном состоянии на отдельные, различные по размерам и форме, под влиянием крошащих механических воздействий.* Эти отдельные, или агрегаты, на которые распадается почвенная масса, состоят из многих механических элементов, склеенных или сцементированных между собой главным образом почвенными коллоидами.

На структурообразование влияет ряд факторов. Из них важнейшим является наличие в почве коллоидов (органических и минеральных) и электролитов, вызывающих их коагуляцию, а также одновременное нахождение в почве противоположно заряженных коллоидов, например, ненасыщенных основаниями гумусовых кислот и полуторных окислов железа или алюминия с положительным зарядом. Образованию структуры способствуют резкие колебания температуры и влажности почвы (периодическое высыхание и увлажнение, промерзание и разморозание), в этом же направлении сказывается влияние корневой системы



растений, особенно мелкой, а также различных почвенных животных. Кроме того, в верхних горизонтах некоторых почв (в дерново-подзолистых почвах муллевого профиля, в серых лесных почвах лесостепи и др.) часть структурных элементов является продуктами жизнедеятельности роющих животных, например дождевых червей. Выделяемые ими капролиты имеют вид мелких темных округлых структурных комочков, которые заполняют червоточины – ходы мелких почвенных животных, (например червей) и образуют гроздевидные скопления на поверхности почвы и в гумусовом горизонте.

Почвенная структура появляется в результате процессов почвообразования. Поэтому различные типы, подтипы почв характеризуются неодинаковой структурой. По профилю каждой почвы структура также изменяется. В глубоких горизонтах выраженность ее уменьшается, иногда они бывают совсем бесструктурными, что объясняется ослаблением процессов почвообразования в горизонтах В<sub>2</sub>, ВС и С.

Наряду с оструктуренными почвами имеется в природе немало и бесструктурных или с очень слабо выраженной структурой. Чаще всего такими почвами являются песчаные и супесчаные разновидности, содержащие незначительное количество глинистых частиц и органических коллоидов. Почвы, тяжелые по гранулометрическому составу, но содержащие мало перегнойных веществ и электролитов, тоже отличаются слабо выраженной структурой или оказываются бесструктурными. Рациональными приемами агротехники можно улучшить структуру почвы и даже создать вновь.

Почвенная структура различается по форме, величине и водопрочности. По величине выделяется макроструктура с размером агрегатов от 10 до 0,25 мм и микроструктура – мельче 0,25 мм. Макроструктура по форме агрегатов подразделяется, согласно С. А. Захарову, на три типа: кубовидную, призмовидную и плитовидную. *Кубовидный тип* структуры включает агрегаты, формы которых развиты приблизительно одинаково по трем осям, т. е. имеют более или менее округлую форму. Для *призмовидного типа* структуры характерна вытянутость отдельностей по вертикальной оси, а для *плитовидного типа* – по двум горизонтальным осям.

Каждый тип структуры, выделенный по основной форме подразделяется на более мелкие градации по характеру ребер и граней отдельностей (род структуры) и по величине агрегатов (вид).

Представление о классификации структурных отдельностей по вышеупомянутым признакам дает табл. 2.9., составленная по С. А. Захарову с некоторыми сокращениями.

Отдельности различных типов структуры неравноценны по своему биолого-агрономическому значению. Наиболее благоприятный для жизни растений тепловой и водно-воздушный режим в почве создается при наличии кубовидной структуры в ее верхних горизонтах. Эта структура (мелкокомковатая, ореховатая, зернистая, порошистая) чаще всего встречается в верхних горизонтах буроземов, серых и темно-серых почв лесостепи, невыпаханных черноземов, дерново-слабоподзолистой суглинистой почвы лесной зоны и других почв. Структура плитовидного типа обычно наблюдается в подзолистых почвах, в которых слабо выражен дерновый процесс. Причем в гумусовых горизонтах этих почв чаще бывает хорошо выражена комковато-плитчатая структура, а в подзолистом и в иллювиальном горизонтах – сланцеватая, плитчатая и пластинчатая. Эти отдельности легко разделяются по горизонтальным плоскостям спайности на тонкие пластинки, листочки белесого, палевого или желтовато-палевого цвета с ржавыми и бурыми пятнами.

Структура призмовидного типа включает два рода структуры: призматическую и столбчатую. Призматическая структура встречается в различных типах почв в переходных к иллювиальным горизонтам тяжелых по гранулометрическому составу (глинистых и суглинистых). В подзолистых почвах она обнаруживается в нижних горизонтах обычно только при глубоком распространении корней растений, которые в значительной мере способствуют дроблению почвенной массы в продольном направлении. Столбчатая структура встречается в верхних (столбчатых) горизонтах солонцов и солончаков. В отличие от призматической структуры, окрашенной чаще всего в бурый или коричнево-бурый цвет, столбчатая структура всегда имеет темную окраску (серо-бурую, черновато-бурую) с округлым верхним основанием («головкой»).

Таблица 2.9. Виды структуры (по С.А. Захарову)

Формы структуры	Виды структуры	Размер поперечника в мм (для I и II типа) и толщина отдельных частей (для III типа)
<i>I тип - кубовидная структура</i> Грани и ребра выражены плохо		
Глыбистая – неправильная форма и неровная поверхность	1. Крупноглыбистая	> 100
	2. Мелкоглыбистая	100-50
Комковатая – неправильная форма, округлая и шероховатая поверхность	3. Крупнокомковатая	50-30
	4. Комковатая	30-10
	5. Мелкокомковатая	10-0,5
Пылеватая	6. Пылеватая	< 0,5
Грани и ребра выражены хорошо		
Ореховатая – более или менее правильная форма, поверхность граней сравнительно ровная, ребра острые	7. Крупноореховатая	20-10
	8. Ореховатая	10-7
	9. Мелкоореховатая	7-5
Зернистая – более или менее правильная форма, иногда округлая, с гранями то шероховатыми и матовыми, то гладкими и блестящими	10. Крупнозернистая (гороховатая)	5-3
	11. Зернистая (крупитчатая)	3-1
	12. Мелкозернистая	1-0,5
<i>II тип – призмовидная структура</i> Грани и ребра выражены хорошо		
Столбчатая – правильная форма с довольно хорошо выраженными гладкими боковыми гранями, округлой головкой и плоским основанием	13. Крупностолбчатая	> 50
	14. Столбчатая	50-30
	15. Тонкостолбчатая	< 30
Призматическая – с плоскими поверхностями и острыми ребрами основание	16. Крупнопризматическая	> 50
	17. Призматическая	50-30
	18. Тонкопризматическая	30-10
	19. Карандашная	<10
<i>III тип – плитовидная структура</i>		
Плитовидная – слоевая с более или менее развитым горизонтальными плоскостями спайности	20. Сланцеватая	> 5
	21. Плитчатая	5-3
	22. Пластинчатая	3-1
	23. Листоватая	<1
Чешуйчатая – со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми плоскостями и часто острыми ребрами (некоторое сходство с чешуей рыбы)	24. Скорлуповатая	>3
	25. Грубочешуйчатая	3-1
	26. Мелкочешуйчатая	<1

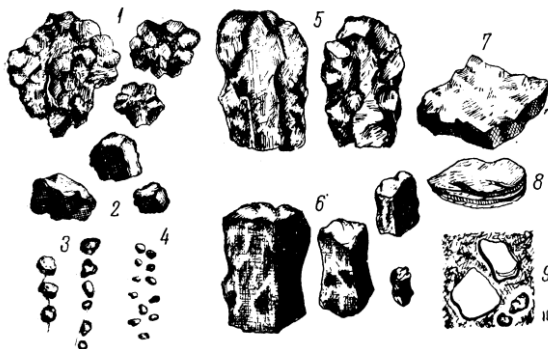


Рис. 2.3. Главные виды почвенной структуры:

I тип: 1 - крупнокомковатая, комковатая, мелкокомковатая; 2 - крупноореховатая, ореховатая, мелкоореховатая; 3, 4 - крупнозернистая, зернистая, мелкозернистая;

II тип: 5 - столбчатая, мелкостолбчатая; 6 - призматическая, мелкопризматическая;

III тип: 7- плитчатая; 8 - пластинчатая; 9 - листоватая и 10 – скорлуповатая

При изучении почвенной структуры обращают внимание на ее водопрочность, т. е. на способность структурных элементов противостоять размывающему действию воды (В. Р. Вильяме). Этому показателю придается большое значение при оценке качества структуры. В почве, обладающей в той или иной степени водопрочной структурой, создаются более благоприятные условия для жизни растений, чем в почве, где структура верхних горизонтов легко разрушается, размывается при поливах, дождях.

**Сложение почвы** – физическое состояние почвенного материала, обусловленное взаимным расположением и соотношением в пространстве твердых частиц и связанных с ними пор, т.е. это внешнее выражение плотности и пористости почвы.

Каждый вид почв различается по общему сложению почвенной массы в зависимости от типа почвообразования, характера почвообразующей породы, возраста почвообразования, характера использования почвы.

По плотности при сухом состоянии почвы выделяют следующие **виды сложения**:

а) рассыпчатое – почвенная масса лишена цементации, обладает сыпучестью и состоит из отдельных механических элементов (глинистых, пылеватых, песчаных) в раздельно-частичном состоянии;

б) рыхлое – почвенная масса при сбрасывании с лопаты или встряхивании на ладони крошится или распадается на комочки различной величины;

в) плотноватое – куски почвы легко разламываются на мелкие пластины, комки; черта, проведенная ножом, - широкая и изорванная;

г) уплотненное – комья почвы разламываются руками с некоторым усилием, черта ножа шероховатая, края изорваны, вхождению лопаты и ножа оказывается незначительное сопротивление;

д) плотное – комья почвы разламываются с трудом, черта от ножа несколько шероховатая, углубляющаяся. Лопата и нож входят в почву с усилием в несколько приемов, при этом отделяются более или менее твердые пласты почвы;

е) весьма плотное – куски почвы очень твердые, руками не разламываются, черта от ножа узкая и блестящая. Почва весьма трудно поддается копанию ножом и лопатой.

Кроме этих испытаний, плотность или рыхлость узнают с помощью ножа, втыкая его в каждый горизонт, начиная сверху. Этот прием помогает установить границу между смежными горизонтами и наметить линию переходов от одного к другому.

Одновременно с изучением уплотнения почвы обращают внимание и на ее связность. Этот признак отмечают в почве в сыром и влажном состояниях. При этом различают почву:

а) очень связную, если при копании влажная почва сильно прилипает к лопате и с трудом очищается от нее (такая почва считается тяжелой);

б) средней связности, если прилипает к лопате во влажном виде, но сравнительно легко сваливается с нее при встряхивании (эта почва при механической обработке ее является среднетяжелой);

в) малосвязную (называется легкой), если при копке к лопате не пристает и сбрасывается с нее рыхлыми комьями.

Помимо рыхлости и уплотнения горизонтов, изучается порозность (скважность) почвы. При описании отмечается характер порозности между агрегатами и внутри них, а также причины, обусловившие ее появление.

При наличии слоистости в отдельных горизонтах указывается направление слоев (наклонное или горизонтальное).

### **Включения и новообразования**

**Включения** – *тела органического и минерального происхождения, которые механически вовлечены в однородную массу почвы и образование которых не связано с почвообразовательным процессом.*

К включениям относятся валуны и обломки горных пород, раковины моллюсков, кости животных, кусочки кирпича, угля, остатки древесных растений и т. п.

**Новообразования** – *скопления веществ различной формы и химического состава, возникшие в результате процессов почвообразования.*

Различают новообразования химического и биологического происхождения.

К *химическим новообразованиям* относятся следующие:

1. Новообразования из углекислой извести в форме белых пятен и выцветов; известковой плесени из скопления тонких игольчатых кристаллов; псевдомицелия или лжегрибницы в виде сети переплетающихся прожилок мучнистой извести; «белоглазки» – ярких белых пятен рыхлой извести диаметром 1-2 см; «журавчиков» – известковых конкреций самой причудливой формы; «дутиков» – более плотных стяжений с пустотой внутри; «погремков» или «орляков» – крупных стяжений (до 10 см в диаметре) с пустотой и отвалившимися внутри твердыми кусочками извести, которые гремят при встряхивании; «желваков» – крупных скоплений извести самой разнообразной формы, иногда имеющих темную или охристую окраску за счет примесей марганца или железа; прослойки лугового мергеля и туфа толщиной до нескольких десятков сантиметров, встречающихся в поймах рек и на низинных торфяниках.

2. Новообразования окислов и гидроокислов железа, алюминия, марганца и фосфорной кислоты встречаются в виде ржаво-бурых,

охристых, коричневых, темно-коричневых и желто-бурых примазок, пятен, подтеков, языков расплывчатой формы; в песчаных почвах в виде извилистых прослоек охристого и красно-бурого цвета из сцементированного окислами и гидроокислами песка, толщиной от нескольких миллиметров до 10-20 см, называемых ортзандами или псевдофибрами; темно-бурых или темно-коричневых точек, конкреций от очень мелких, поперечник которых равняется 1-2 мм (так называемых рудяковых, или ортштейновых зерен и бобовин), до крупных стяжений, диаметр которых измеряется несколькими сантиметрами и которые могут сливаться в сплошной очень твердый слой рудяка, или ортшейна в форме рыхлых или твердых трубочек по ходам корней; полуторных окислов, фосфора и органических веществ в песчаных, реже в супесчаных почвах, в форме плотных горизонтов, прослоек и плит.

3. Новообразования закиси железа в виде пленок, пятен, разводов вивианита ( $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) серовато-белесого, голубовато-сизого или зеленоватого цвета, приобретающих при подсыхании ярко-голубой цвет; встречаются в толще болотных и заболоченных почв.

4. Новообразования кремнекислоты ( $\text{SiO}_2$ ) белесого цвета образуют присыпку на поверхности структурных отдельностей в форме пятен, языков, затеков, прожилок, карманов в горизонтах  $A_2$  и В дерново-подзолистых почв.

5. Новообразования из органических веществ, образующихся в результате передвижения из верхних горизонтов коллоидных органических веществ, встречаются в нижних горизонтах в виде темноокрашенных пятен, языков, карманов и иллювиально-гумусовых горизонтов.

6. Новообразования из легкорастворимых солей ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ) в виде налетов, кристаллов или друз белого цвета, представляющих скопления гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), часто встречаются в почвах степных и засушливых районов.

*К новообразованиям биологического происхождения относятся:*

- 1) капролиты червей, личинок насекомых и самих насекомых;
- 2) структурные комочки, выбрасываемые земляными муравьями при постройке их жилищ;
- 3) кротовины, представляющие собой ходы и камеры землероев,

засыпанные почвенным материалом из другого почвенного горизонта;

4) червороины – такие же ходы, но малого поперечника, сделанные червями, насекомыми и т. п.;

5) корневины – полости от крупных корней, засыпанные почвенным материалом, что придает пестроту и пятнистость окраске почвенных горизонтов.

**Гранулометрический состав почвы.** В полевых условиях он определяется простыми приемами: на ощупь, путем растирания почвы, взбалтывания ее в воде, скатывания из нее комочков и жгутов, свертывания последних в кольцо и пр. В поле можно грубо выделить следующие разновидности почв: глинистые, тяжелосуглинистые, среднесуглинистые, легкосуглинистые, супесчаные и песчаные (различая глинистый песок от рыхлого). При изучении скелетных почв отмечается гранулометрический состав и по характеру скелета: каменистые, щебенчатые, валунные, хрящеватые и т. д.

Ниже рассматриваются простые приемы полевого определения гранулометрического состава почвы (рис. 2.4).

Изучение гранулометрического состава почвы производят по отдельным горизонтам, начиная с гумусового, а в подзолах, где он иногда отсутствует, – с подзолистого. Отмечая различие в гранулометрическом составе горизонтов почвенного профиля, необходимо уяснить, чем оно вызвано: или геологической сменой маломощного слоя одной горной породы другою, или обусловлено характером почвообразовательных процессов. В последнем случае изменение по профилю почвы гранулометрического состава и связанного с ним сложения обычно совпадает с границами горизонтов и подгоризонтов –  $A_1$   $A_2$ ,  $A_2B$ ,  $B_1$  и др., что помогает намечать граничащие линии горизонтов.

Следует иметь в виду, что процессы почвообразования иногда сильно изменяют гранулометрический состав верхних горизонтов почвы по сравнению с гранулометрическим составом материнской (почвообразующей) породы. Например, при суглинистом характере материнской породы в сильноподзоленной почве верхние горизонты ( $A_1$  и  $A_2$ ) могут быть супесчаными. Некоторые исследователи в этом случае ошибочно описывают подобную почву как развившуюся на двучленном наносе.



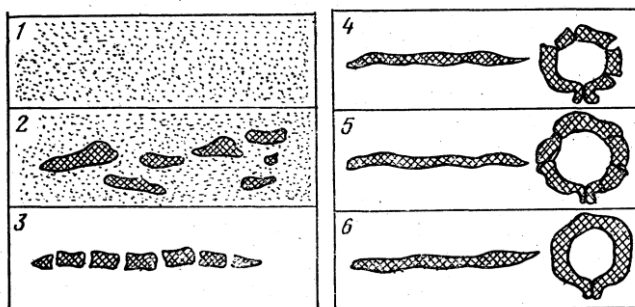


Рис. 2.4. Показатели определения гранулометрического состава почвы (по Н. А. Качинскому):

- 1 – шнур не образуется – песок;
- 2 – зачатки шнура – супесь;
- 3 – шнур образуется, но дробится при раскатывании на дольки – легкий суглинок;
- 4 – шнур сплошной, при свертывании в кольцо разламывается – средний суглинок;
- 5 – шнур сплошной, свертывается в кольцо с трещинами – тяжелый суглинок;
- 6 – шнур сплошной, кольцо цельное – глина.

При рассмотрении гранулометрического состава отдельных горизонтов надо учитывать и местоположение почвенного разреза. Если изучается почва вершины склона, то гранулометрический состав ее верхних горизонтов будет более легкого гранулометрического состава, чем в почве, развившейся на однородной материнской породе выровненных мест по склону или у его подножья. В первом случае сказываются явления поверхностного смыва или вымывания по профилю вниз пылеватых и гумусово-глинистых частиц; во втором – их переотложение, обуславливающее «утяжеление» гранулометрического состава поверхностного горизонта или иллювиального по сравнению с исходной материнской породой. То же самое можно подметить и в окультуренных почвах, обогащенных органическими удобрениями и известью.

Установление гранулометрического состава почвенных горизонтов помогает еще в поле сделать известное заключение о характере почвообразовательных процессов, об их интенсивности и о некоторых свойствах почвы. Кроме того, по гранулометрическому составу верхних горизонтов выделяются почвенные разновидности. Например, если гумусовый горизонт слабоподзолистой почвы оказался среднесуглинистым,

а материнская порода представлена валунным тяжелым суглинком, то почва будет называться так: слабоподзолистая среднесуглинистая на валунном тяжелом суглинке.

**Влажность почвы.** В полевых условиях влажность характеризуется не количеством воды в почве, а условным понятием степени влажности. Различают пять степеней влажности почвы: сухая, свежая, влажная, сырая и мокрая.

*Сухая почва.* На ощупь не холодит руку, пылит при легком гранулометрическом составе или при раздроблении плотных комьев, глыб глинистого или суглинистого характера.

*Свежая почва* в руке дает некоторое ощущение холодка, не пылит в раздробленном состоянии, при заворачивании в непроклеенную бумагу или прикладывании листа пропускной бумаги не увлажняет их.

*Влажная почва.* Непроклеенная бумага быстро промокает при соприкосновении с почвой. При сжатии в руке почва сохраняет приданную ей форму (например, отпечаток пальцев на комке).

*Сырая почва.* При сжатии кома почвы выделяется калельно-жидкая вода, просачивающаяся между пальцами. Из стенок ямы слабо сочится вода, медленно заполняя ее.

*Мокрая почва* содержит воду, соответствующую ее полной влагоемкости. Из стенок разреза сочится вода, быстро заполняющая яму.

При характеристике влажности отдельных горизонтов отмечается, с какой именно глубины она изменяется и с чем это связано. Одновременно отмечается наличие почвенной верховодки. Обращается внимание на признаки, указывающие на наличие внутрибокового стока воды или капиллярного ее поднятия от зеркала грунтовых вод.

При неглубоком расположении уровня грунтовых вод отмечают их качество (жесткие, мягкие), цвет и глубину стояния. Если не удастся обнаружить уровень грунтовых вод, то указывается, на какую глубину было произведено бурение.

**Распределение корней растений в почве.** При характеристике морфологии почвенного разреза всегда принимается во внимание характер распространения корней растений, их количество и качество (крупные, мелкие, отмершие, полуразложившиеся и т.д.). Если нет

возможности произвести весовой учет корней и измерения, то делаются тщательные схематические зарисовки и описываются особенности распределения крупных и мелких корней по генетическим горизонтам. При этом особо останавливаются на описании корней главной породы изучаемого типа леса, а затем характеризуют корни растений живого покрова и кустарникового яруса, отмечая примерное их количество по горизонтам и состояние в момент исследования почвы. Затем отмечают глубину, на которой еще встречаются корни травянистой растительности и древесной.

При изучении окультуренных почв необходимо также описывать характер сосредоточения корней прежде всего в пахотном и подпахотном горизонтах. В этом случае отмечаются особенности развития корней культурных растений и сорной растительности, их взаимоотношение и глубина проникновения с указанием названия горизонта почвенного профиля.

Глубина распределения корней, их качество, наряду с другими признаками почвы, позволяют в известной мере судить об уровне стояния почвенно-грунтовых вод, их приближении к поверхности почвы в периоды наибольшего ее увлажнения, а следовательно, являются косвенными показателями условий развития не только растений, а и самой почвы, характеризуя ее свойства.

**Характер перехода одного горизонта в другой.** Существенным морфологическим признаком является характер границы между почвенными горизонтами, которая может быть отчетливой, резкой, неясной или вовсе отсутствовать (переход от горизонта к горизонту будет постепенным). Переход считается резким при смене горизонтов на протяжении менее 2 см, ясным – 2-5 см, постепенным – более 5 см.

Граница между почвенными горизонтами может быть как ровной, так и извилистой. В силу этого по очертанию границы горизонтов переход бывает ровный, языковатый, волнистый, затеками, карманами и т. п.

**Название почвы.** Основные типы почв (например дерново-подзолистые) подразделяются на *подтипы* по проявлению основного и налагающегося процессов почвообразования (например, дерново-палево-подзолистые). В пределах подтипа выделяются *роды*, которые

различают по качественным генетическим особенностям, обусловленным влиянием комплекса местных условий (составом почвообразующих пород, химизмом грунтовых вод и т. п.). Так, например, родами дерново-подзолистых почв могут быть: 1) обычные; 2) остаточнокarbonатные; 3) контактно-глееватые; 4) иллювиально-железистые; 5) иллювиально-гумусовые; 6) слабо дифференцированные.

*Виды* почв выделяются в пределах рода и отличаются по степени развития почвообразовательных процессов (например, слабо - средне- и сильнооподзоленные почвы).

*Разновидности* почв выделяются по гранулометрическому составу верхних горизонтов и почвообразующих пород.

*Разряд* почв определяется генетическими свойствами почвообразующих пород (например, моренные, аллювиальные, водноледниковые и т. д.).

По степени окультуренности выделяют *варианты* почв. Названия типа, подтипа, рода, вида, разновидности и разряда определяют полное название почвы (например, дерново-подзолистая слабооподзоленная песчаная почва, развивающаяся на связных водноледниковых песках, переходящих с глубины 23 см в рыхлые разнозернистые пески).

Если в пределах почвенного профиля происходит смена почвообразующих пород по гранулометрическому составу и генезису, то это тоже находит отражение в названии почвы (например, «дерново-палевоподзолистая сильнооподзолевая пылевато-легкосуглинистая почва, развивающаяся на лессовидном водноледниковом суглинке, подстилаемом с глубины 120 см тяжелым моренным суглинком, - в случае двухчленного строения, дерново-подзолистая среднеоподзоленная временно избыточно увлажняемая супесчаная почва, развивающаяся на водноледниковой супеси, связной пылевато-песчанистой, сменяемой с глубины 32 см рыхлой супесью, подстилаемой с глубины 147 см тяжелым суглинком, - при трехчленном строении почвы).

Если речь идет о породах разного происхождения, употребляется термин «подстилаемый», если об изменениях однородной породы, вызванных процессами почвообразования и окультуривания, то пишут «сменяемый» или «переходящий».

Степень оподзоленности дерново-подзолистых почв определяется по выраженности перегнойно-аккумулятивного и подзолистого горизонтов. У слабоподзоленных почв подзолистый горизонт почти отсутствует или слабо выражен, а перегнойный хорошо развит. Для дерново-среднеподзоленных почв характерно наличие ясно выраженного подзолистого горизонта (мощностью 10-12 см) при наличии хорошо развитого перегнойного горизонта. В случае резко выраженного подзолистого горизонта большой мощности (15-20 см) и маломощного сильно выщелоченного перегнойного горизонта почву относят к дерново-подзолистым сильнооподзоленным. Если имеет место смыв или намыв почвы, то это также отражается в названии.

Почвы со смытым верхним горизонтом разделяют на:

1) слабосмытые, у которых пахотный горизонт смыт частично, имеет светло-серую с белесоватым оттенком окраску за счет припахивания подзолистого горизонта;

2) среднесмытые – пахотный горизонт полностью смыт, вспахивается подзолистый горизонт и частично припахивается иллювиальный, поэтому окраска горизонта светло-серая с буроватым оттенком;

3) сильносмытые – пахотный и подзолистый горизонты смыты, распахивается иллювиальный горизонт, поэтому верхний горизонт почвы имеет красно-бурый цвет;

4) весьма сильносмытые почвы выделяются тогда, когда смыты пахотный, подзолистый и частично иллювиальный горизонты. Пахотный горизонт состоит из иллювиального и подстилающей породы, имеет буро-желтую окраску.

По мощности намывтого слоя почвы делятся на слабонамытые (Ad - до 20 см), средненамытые (Ad - 20-50 см), сильнонамытые (Ad - 50-100 см). По цвету и строению намывтый слой напоминает перегнойный горизонт несмытых почв.

Под влиянием системы агротехнических мероприятий дерново-подзолистые почвы приобретают новые свойства и переходят в категорию окультуренных почв, подразделяемых на три группы:

1) культурные почвы дерново-подзолистого типа с мощностью пахотного слоя значительно более 20 см. Отсутствуют признаки

подзолистого горизонта и эрозии;

2) среднекультуренные почвы, мощность пахотного слоя около 20 см, под ним заметны следы подзолистого горизонта. Местами ясно заметны признаки эрозионных процессов;

3) слабокультуренные почвы характеризуются маломощным пахотным слоем (менее 20см), имеют ясно выраженный подзолистый горизонт, местами в поле резко выражены следы эрозионных процессов в виде смытых почв, рытвин и т. п.

*Более точно и правильно дать название описываемой почвы можно используя имеющиеся данные о геоморфологических особенностях изучаемой местности и данных о преобладающих типах почв.*

**Методы обработки и оформление.** Все полевые материалы заносятся в бланк описания почвенного разреза (приложение 1), где наряду с непосредственным описанием почвенного профиля приводятся данные по рельефу, таксационным показателям древостоя, подросте, подлеске, живом напочвенном покрове которые оказывают большое влияние (как факторы почвообразования) на протекающие почвенные процессы.

**Обсуждение и анализ результатов исследования.** На исследуемом участке под действием факторов почвообразования (климата, рельефа, почвообразующей породы, растительного и животного мира и т.д.) сформировалась дерново-слабоподзолистая, легкосуглинистая почва на покровном суглинке. Данная почва характеризуется четко выраженным гумусовым горизонтом с довольно высоким содержанием гумуса, сумм обменных оснований и подвижных форм фосфора и калия, что в целом говорит о довольно высоком плодородии почвы.

### **Выводы и рекомендации**

1. Исследования показали, что для данного участка леса характерна дерново-слабоподзолистая, легкосуглинистая почва на покровном суглинке.

2. На данных типах почв могут произрастать высокопроизводительные и высококачественные древостои ели, березы и осины.

### **Контрольные вопросы**

1. Правила закладки почвенного разреза;
2. По каким признакам выделяют почвенные горизонты;
3. Что такое структурность почвы, и от каких свойств она зависит;
4. Как определить в полевых условиях гранулометрический состав;
5. По каким свойствам и признакам дается название почвенной разности.

### **Рекомендуемая литература**

1. Звирбуль А.П. Почвоведение: метод. указ. к полевой практике по почвоведению / А.П. Звирбуль, А.И. Тимофеев. – Л., 1983. – 44 с.
2. Практикум по полевому почвоведению: по природным зонам / С.М. Аксенов, Д.П. Андреев, Э.И. Гагарина и др.; под ред. А.А. Хантулева. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1980. – 148 с.
3. Полевая и лабораторная практика по почвоведению / под ред. Медведева А.Г. - Мн.: Изд-во БГУ, 1974. – 160 с.
4. Почвы СССР / Т.В. Афанасьева, В.И. Василенко, Т.В. Терешина, Б.В. Шеремет; Отв. ред. Г.В. Добровольский. - М: Мысль, 1979. – 380 с.

### **2.3. Методика проведения исследовательской работы на тему «Определение плодородия, кислотности, глубины залегания грунтовых вод и влажности лесных почв по растениям-индикаторам»**

Составители: Иванова Р.Р., Туев А.С.

**Цель работы:** оценка состояния почвенного компонента лесной экосистемы по плодородию, кислотности, глубине залегания грунтовых вод и влажности лесных почв на территории школьного лесничества методом биоиндикации.

#### **Задачи:**

1. Изучение почв разных участков леса на территории школьного лесничества.
2. Знакомство с методикой определения плодородия и кислотности

почвы, глубины залегания грунтовых вод и влажности почвы по растениям-индикаторам.

3. Исследование плодородия, кислотности, глубины залегания грунтовых вод и влажности лесных почв по растениям-индикаторам на пробных площадях исследуемой территории школьного лесничества.

4. Проведение сравнительного анализа плодородия, кислотности, глубины залегания грунтовых вод и влажности лесных почв по растениям-индикаторам на пробных площадях исследуемой территории.

5. Проведение многолетних наблюдений за состоянием почвы на территории школьного лесничества.

**Общие теоретические вопросы.** Актуальность исследования почвы лесных экосистем не вызывает сомнения, так как почва – один из главных компонентов природных экосистем, центральное связующее звено между биотическими и абиотическими компонентами биосферы. Из этого верхнего корнеобитаемого слоя земной коры растения извлекают необходимые для жизнедеятельности воду и элементы минерального питания. Растения и почва тесно взаимосвязаны, т.к. почва формируется под влиянием растений и сопутствующих им животных и микроорганизмов. С другой стороны, почва является конечным накопителем различных, в том числе и токсичных, компонентов атмосферы и гидросферы. При максимальном проявлении процесса почва может потерять способность к продуктивности и биологическому самоочищению, происходит потеря экологических функций и гибель экосистемы. Почва способна накапливать информацию о происходящих процессах и изменениях, что, в свою очередь, создает возможность оценки состояния окружающей среды в целом.

Полный морфологический и физико-химический анализ почвы требует много времени, труда и лабораторных условий. В то же время многие показатели, характеризующие основные особенности почвы, можно определить биоиндикационными методами. Федорова А.И. и др. (2001), Ашихмина Т.Я. и ее коллеги (1996, 2000) рекомендуют использовать при организации экологического мониторинга почв биоиндикационные методы. Как отмечают авторы, данные методы достаточно информативны, дают достаточно точные и воспроизводимые результаты.

Проведение исследования плодородия, кислотности, глубины залегания



грунтовых вод и влажности лесных почв на территории школьного лесничества методом биоиндикации по растениям-индикаторам доступно для школьников и не требует сложного оборудования и приборов, но для его успешного и результативного выполнения требуется провести подготовительную работу. Прежде всего, надо знать растения-биоиндикаторы, наиболее четко отражающие состояние почвы. Считается, что каждый современный грамотный человек, тем более исследователь и защитник природы, должен знать не менее 200 видов цветковых растений. Быть следопытом и, посмотрев на траву или деревья, определить плодородие почвы, ее кислотность, водный режим и глубину залегания грунтовых вод – это чрезвычайно интересное и увлекательное занятие. Восполнить пробел в знаниях можно, собрав гербарий не менее чем из 100 наиболее распространенных на территории лесничества растительных видов, определить их с помощью определителя растений для данной области (республики или региона) и научного руководителя (учителя). Затем гербарий может быть использован при выполнении исследовательской работы.

Проведение исследования плодородия, кислотности, глубины залегания грунтовых вод и влажности лесных почв позволит составить почвенные карты плодородия, кислотности и влажности почвы, а также глубины залегания грунтовых вод территории школьного лесничества. На основе этих данных можно разработать рекомендации по рациональному использованию лесных земель. Многолетние наблюдения за состоянием растений-индикаторов на постоянных пробных контрольных и опытных площадях позволят выявить виды, чувствительные к антропогенному воздействию, определить антропогенную нагрузку на лесную экосистему, установить динамику почвенных показателей и причины их изменения, сделать прогноз возможного изменения состояния лесной экосистемы в целом и дать рекомендации по предотвращению негативных последствий.

**Объект исследования.** Объектом исследования является лесная экосистема на территории школьного лесничества. Для получения полной информации о состоянии экосистемы и выявления антропогенного воздействия необходимо изучить ее структурные компоненты, в том числе и эдафотоп (почвогрунт). От состояния почвы, ее плодородия, кислотности, структуры, влажности, уровня залегания грунтовых вод и других показате-

лей в значительной мере зависит состав фито- и зооценоза. Выбор конкретных участков для исследования проводится после проведения обследования территории и составления плана местности. Затем производится закладка пробных площадей для лесного биоценоза размером 25х25 метра, внутри каждой пробной площади с помощью рамки размером 1х1 метр (ботанической сетки с ячейками 10х10 см) случайным образом выбираются учетные площадки (8-10 шт.) для изучения встречаемости видов растений-индикаторов. Для изучения антропогенного воздействия на почву опытный и контрольный участки должны быть как можно более сходны по рельефу местности, типу почв, составу биоценоза, возрасту деревьев и др., за исключением того фактора, влияние которого изучается на опытном участке.

**Оборудование, материалы:** карты местности (масштаб 1:1000; 1:2000), компас, планшет, линейка визирная, рулетка, кольшкы, рейки 1,5-2м, рамка размером 1х1 м, журнал для записи результатов полевых исследований, ручки, карандаши, определитель растений, папка гербарная.

#### **Ход работы**

#### **Определение кислотности лесных почв с помощью растений-биоиндикаторов**

Кислотность – одно из важных свойств почвы лесной зоны. Повышенная кислотность отрицательно сказывается на росте и развитии ряда видов растений. Это происходит из-за появления в кислых почвах вредных для растений веществ, например, растворимого алюминия или избытка марганца антропогенного происхождения. Они нарушают углеводный и белковый обмен в растениях, задерживают образование генеративных органов и приводят к нарушению семенного размножения, а иногда вызывают гибель растений.

Повышенная кислотность почв подавляет жизнедеятельность почвенных бактерий, участвующих в разложении органики, высвобождении питательных веществ, необходимых растениям.

В лабораторных условиях кислотность почв можно определить универсальной индикаторной бумагой, рН-метром, а в полевых условиях-при помощи растений-индикаторов. В процессе эволюции многие растения выработали адаптации к кислотности среды и сформировались три группы:

- 1) ацидофилы – растения кислых почв;
- 2) нейтрофилы – обитатели

нейтральных почв; 3) базифилы – предпочитают щелочные почвы. Зная растения каждой группы, можно в полевых условиях приблизительно определить кислотность почвы и использовать данные в характеристике эдафотопы лесной экосистемы. В процессе выполнения исследовательских работ в летний период учащиеся – члены школьных лесничеств – могут провести определение кислотности почвы на территории школьного лесничества, руководствуясь данными о растениях-индикаторах, составленными Раменским Л.Г. (табл. 2.10).

1. На каждой из заложенных в лесных массивах пробных площадях с помощью рамки 1х1метр случайным образом выбрать 8-10 учетных площадок (рамку можно бросать, как при геоботаническом исследовании), и на них провести оценку обилия растений-индикаторов кислотности почв, используя данные табл.2.10., гербарий и определитель растений.

2. Обилие видов-индикаторов устанавливается глазомерно с помощью условной шкалы от 0 до 3 баллов:

0 – вид не встречается;

1 – вид редок (1-2 растения на пробной площадке);

2 – вид встречается обычно;

3 – вид встречается очень часто (особи вида преобладают).

3. Результаты оценки обилия растений-индикаторов на пробных площадях внести в учетную ведомость журнала полевых исследований.

Учетная ведомость

Лесничество \_\_\_\_\_ Квартал \_\_\_\_\_ Выдел \_\_\_\_\_  
 № пробной площадки \_\_\_\_\_ Тип леса \_\_\_\_\_  
 Дата и время исследования \_\_\_\_\_  
 Метеорологические условия \_\_\_\_\_  
 Исполнитель \_\_\_\_\_  
 Руководитель \_\_\_\_\_

Виды-индикаторы	Номера пробных площадок, обилие вида-индикатора в баллах			
	1	2	...	10
Сфагнум	2	0		3
Черника	0	3		1

Таблица 2.10. Растения – индикаторы кислотности почв (по Л. Г. Раменскому, 1956)

Группа	Биоиндикатор	pH почвы
1. Ацидофилы 1.1. Крайние ацидофилы	Сфагнум, зеленые мхи: гилокомиум, дикранум; плаун булавовидный, плаун годичный, плаун сплюснутый, ожика волосистая, пушица влагалищная, подбел многолистный, кошачьи лапки, кассандра, цетрария, белоус, щучка дернистая, хвощ полевой, черепашки малый	3,0 - 4,5
1.2. Умеренные ацидофилы	Черника, брусника, багульник, калужница болотная, сушеница, лютик ядовитый, толокнянка, седмичник европейский, белозор болотный, фиалка собачья, сердечник луговой, вейник наземный	4,5 - 6,0
1.3. Слабые ацидофилы	Папоротник мужской, ветреница лютиковая, медунца неясная, зеленчук, колокольчик крапиволистный, колокольчик широколистный, бор развесистый, осока волосистая, осока ранняя, малина, смородина черная, вероника длиннолистная, горец змеиный, орляк, иван-да-марья, кисличка заячья	5,0 - 6,7
1.4. Ацидофильно-нейтральные	Зеленые мхи: гилокомиум, плеврозиум; ива козья	4,5 - 7,0
2. Нейтрофильные 2.1. Околонейтральные	Сныть европейская, клубника зеленая, лисохвост луговой, клевер горный, клевер луговой, мыльнянка лекарственная, аистник цикутный, борщевик сибирский, цикорий, мятлик луговой	6,0 - 7,3
2.2. Нейтрально-базифильные	Мать-и-мачеха, пупавка красильная, люцерна серповидная, келерия, осока мохнатая, лядвенец рогатый, гусиная лапка	6,7 - 7,8
2.3. Базифильные	Бузина сибирская, вяз шершавый, бересклет бородавчатый	7,8 - 9,0

### Определение глубины залегания грунтовых вод и влажности почв с помощью растений-биоиндикаторов

Установление показателей глубины залегания грунтовых вод имеет значение для уточнения свойств почв и для выработки рекомендаций по их мелиорации. Для индикации глубины залегания грунтовых вод можно использовать группы видов травянистых растений (индикаторные группы). Для луговых почв Ремезова Г.Л. выделяется 5 групп индикаторных видов (табл. 2.11.).

Таблица 2.11. **Индикаторные группы растений – указатели глубины грунтовых вод на лугах (по Г. Л. Ремезовой, 1976)**

Индикаторная группа	Глубина грунтовых вод
I. Костер безостый, клевер луговой, подорожник большой, пырей ползучий	Более 150 см
II. Полевица белая, овсяница луговая, горошек мышиный, чина луговая	100 - 150 см
III. Таволга вязолистная, канареечник	50 - 100 см
IV. Осока лисья, осока острая, вейник Лангсдорфа	10 - 50 см
V. Осока дернистая, осока пузырчатая	0 - 10 см

Помимо названных групп растений, есть переходные виды, которые могут выполнять индикаторные функции, например, мятлик луговой, может быть включен как в первую, так и во вторую группы. Он указывает залегание воды на глубине от 100 до более 150 см. Хвощ болотный – от 10 до 100 см и калужница болотная — от 0 до 50 см.

В качестве биоиндикатора может быть использован и один вид, если этот вид имеет массовое развитие в конкретном местообитании.

Глубину почвенно-грунтовых вод в лесных экосистемах и характер увлажнения почв можно определить по табл. 2.12.

Определить характер увлажнения и водный режим почв можно по табл. 2.13, 2.14.

Индикаторами разного водного режима почв являются растения – гигрофиты, мезофиты и ксерофиты (табл. 2.14).

Гигрофиты – влаголюбивые растения, не переносят водного дефицита, они являются индикаторами влажных почв. Для них характерны толстые слаборазветвленные корни с незначительным количеством корневых волосков. Мезофиты – растения- индикаторы достаточно обеспеченных влагой мест, но не сырых и не заболоченных, умеренно увлажненных местообитаний. У них хорошо развита корневая система. Ксерофиты – растения - индикаторы сухих местообитаний, они хорошо переносят почвенную и атмосферную засухи.

Таблица 2.12. Растения-индикаторы глубины залегания грунтовых вод и характера увлажнения лесных почв (по С. В. Викторову и др., 1988)

Индикаторы		Глубина грунтовых вод (м)	Характер увлажнения почв
Тип леса	Группы растений		
1. Ельник-кисличник	Кислица заячья, седмичник европейский, майник двулистный	3-5	проточное
2. Ельник-черничник	Черника, кислица заячья, зеленые мхи	1-3	застойное
3. Ельники-долгомошники	Черника, багульник, мох политрихум	до 1 м	застойное, верховодка
4. Ельники сфагновые	Багульник, андромеда, кассандра, сфагновые мхи	0-0,5	застойное
5. Ельники дубовые	Ясменник душистый, медуница неясная, звездчатка ланцетовидная, зеленчук	5-10	скопление верховодки
6. Сосново-ельник-кисличник	Кислица заячья, папоротники, зеленые мхи	3-5	иногда скопление верховодки
7. Сосново-ельник-черничник	Черника, брусника, кислица, папоротники, зеленые мхи	3-5	скопление верховодки
8. Сосняк лишайниковый	Кошачья лапка, ястребинка волосистая, кладонии	более 10	—
9. Сосняк брусничный	Брусника, зеленые мхи	3-5	—
10. Сосняк-черничник	Черника, кислица, зеленые мхи	до 2 м	застойное
11. Сосняк орляковый	Орляк, кислица, майник двулистный	1-3	проточное
12. Сосняк долгомошный	Голубика, черника, мох политрихум	0,5-1	застойное
13. Сосняк сфагновый	Багульник, кассандра, сфагнум	0 - 0,2	застойное

Таблица 2.13. **Растения-индикаторы увлажнения почв (по Л. Г. Раменскому, 1956)**

№ п/п	Характеристика увлажнения почвы	Группы растений-индикаторов
1.	Умеренно влажное	Осока низкая, свинойрой пальчатый, коротконожка перистая, полынь горькая, василек фригийский
2.	Средневлажное	Осока пальчатая, лисохвост луговой, вейник тростниковидный
3.	Умеренно избыточное	Бекмания обыкновенная, таволга вязолистная, герань луговая
4.	Избыточное	Осока черная, хвощ болотный, пушица влагалитская, канареечник тростниковидный
5.	Сильно избыточное	Осока вздутая, шейхцерия болотная, ситняг болотный
6.	Обводненное	Манник водяной, калужница болотная, сусак зонтичный.

Таблица 2.14. **Растения-индикаторы водного режима почв**

№ п/п	Группы растений по отношению к воде	Группы растений-индикаторов	Характеристика водного режима почв
1.	Гигрофиты	голубика, багульник, морошка, селезеночник очереднолистный, белозор, калужница, герань луговая, камыш лесной, сабельник болотный, таволга вязолистная, горец змеиный, мята полевая, чистец болотный	Влажные, иногда заболоченные
2.	Мезофиты	на лугу: тимофеевка, лисохвост луговой, пырей ползучий, ежа сборная, клевер луговой, горошек мышиный, чина луговая, василек фригийский; в лесу – это брусника, костяника, копытень европейский, золотая розга, плауны.	Достаточно обеспеченные влагой (умеренно влажные)
3.	Ксерофиты	кошачья лапка, ястребинка волосистая, очитки (едкий, пурпурный, большой), ковыль перистый, толокнянка, полевица белая, наземные лишайники	Сухие

1. На тех же 8-10 учетных площадках каждой из заложенных пробных площадей провести изучение обилия растений-индикаторов глубины залегания грунтовых вод, влажности почвы и водного режима, используя данные табл. 2.11 – 2.14.

2. Обилие видов-индикаторов устанавливается глазомерно с помощью условной шкалы от 0 до 3 баллов:

0 – вид не встречается;

1 – вид редок (1-2 растения на пробной площадке);

2 – вид встречается обычно;

3 – вид встречается очень часто (особи вида преобладают).

3. Результаты оценки обилия растений-индикаторов на пробных площадях вносятся в учетную ведомость журнала полевых исследований.

Учетная ведомость

Лесничество \_\_\_\_\_ Квартал \_\_\_\_\_

№ пробной площади \_\_\_\_\_ Тип леса \_\_\_\_\_

Дата и время исследования \_\_\_\_\_

Метеорологические условия \_\_\_\_\_

Исполнитель \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

Виды-индикаторы	Номера пробных площадок, обилие вида-индикатора в баллах			
	1	2	...	10
Кислица заячья	2	0		3
Черника	0	1		0
Папоротник				

**Определение плодородия почвы с помощью растений-биоиндикаторов.** Населяющие почву растения могут рассказать не только о водном режиме, глубине залегания вод, кислотности почвы, но и о плодородии почвы, а также ее обеспеченности определенными химическими элементами.

К почвенному плодородию безразличны лютик едкий, пастушья сумка, мятлик луговой, черноголовка, ежа сборная. Малотребовательна к почвенному плодородию сосна обыкновенная. Эти растения не могут использоваться в качестве индикаторов плодородия почвы.

О высоком содержании азота в почве свидетельствуют растения-нитрофилы: малина, крапива, Иван - чай; при хорошем обеспечении азотом они имеют интенсивно-зеленую окраску. Недостаток азота проявляется бледно-зеленой окраской, уменьшением ветвистости и числа листьев. Можно подобрать индикаторы и к другим биогенным элементам.



По отношению к плодородию почв растения делятся на три группы: эвтрофы, мезотрофы, олиготрофы (табл.2.15).

Таблица 2.15. Растения-индикаторы плодородия почв

№ п/п	Группы растений по отношению к плодородию почвы	Группы растений-индикаторов	Характеристика плодородия почв
1.	Эвтрофы	Малина, крапива, иван- чай, таволга вязолистная, сныть, чистотел, копытень европейский, кислица, валериана, чина луговая, костер безостый	высокое
2.	Мезотрофы	Майник двулистный, медуница, дудник, грушанка, гравилат речной, овсяница луговая, купальница европейская, вероника длиннолистная	умеренное (среднее)
3.	Олиготрофы	Сфагновые (торфяные) мхи, наземные лишайники, кошачья лапка, брусника, клюква, белоус, ситник нитевидный, душистый колосок	низкое

Эвтрофы предпочитают почвы с высоким плодородием, мезотрофы – выбирают почвы умеренного (среднего) плодородия. Олиготрофы – это растения бедных почв с низким плодородием.

1. На тех же 8-10 учетных площадках каждой из заложенных пробных площадей провести изучение обилия растений-индикаторов почвенного плодородия, используя данные табл. 2.15.

2. Обилие видов-индикаторов устанавливается глазомерно с помощью условной шкалы от 0 до 3 баллов:

0 – вид не встречается;

1 – вид редок (1-2 растения на пробной площадке);

2 – вид встречается обычно;

3 – вид встречается очень часто (особи вида преобладают).

3. Результаты оценки обилия растений-индикаторов на пробных площадях вносятся в учетную ведомость журнала полевых исследований.

## Учетная ведомость

Лесничество \_\_\_\_\_ Квартал \_\_\_\_\_  
№ пробной площади \_\_\_\_\_ Тип леса \_\_\_\_\_  
Дата и время исследования \_\_\_\_\_  
Метеорологические условия \_\_\_\_\_  
Исполнитель \_\_\_\_\_  
Руководитель \_\_\_\_\_

Виды-индикаторы	Номера пробных площадок, обилие вида-индикатора в баллах			
	1	2	...	10
Кислица заячья	2	0		3
Черника	0	1		0
Папоротник				

### Методы обработки и оформление результатов

При обработке результатов исследования:

1) необходимо дать характеристику пробных площадей: положение, площадь, рельеф, таксационные показатели древостоя и др.;

2) оформить план исследуемой территории, где отразить расположение лесных массивов, пробных площадей относительно друг друга и источников антропогенного воздействия на лесную экосистему (населенный пункт, дороги, промышленные объекты, несанкционированные свалки и др.);

3) результаты исследования растений-индикаторов по каждой пробной площади обработать статистически с вычислением среднего значения для каждого вида-индикатора и составить сводные таблицы по биоиндикаторам плодородия, кислотности, глубины залегания грунтовых вод и влажности почвы. Используя данные табл. 2.10 – 2.14, произвести оценку плодородия, кислотности, глубины залегания грунтовых вод, влажности почвы и водного режима. Для наглядности результаты оценки показателей состояния почвы могут быть представлены в виде диаграмм и графиков, поскольку результаты будут формализованы (выражены в баллах).

Например:

Таблица - Кислотность почв территории школьного лесничества (по оценке обилия видов-индикаторов)

Виды-индикаторы	Номера пробных площадей, среднее значение обилия вида-индикатора в баллах			
	1 (контрольный участок)	2 (опытный участок)	3 (опытный участок)	4 (опытный участок)
Сфагнум	3	0		
Плаун	2	0		
Черника	0	3		
Папоротник мужской	0	0		
...				
Оценка почвы в соответствии с табл.1	pH 3-4,5 кислая	pH 4,5-6, умеренно кислая		

4). при достаточном количестве пробных площадей для иллюстрации и пространственного анализа можно построить карты показателей pH (и других показателей) способом изолиний, когда точки (в нашем случае это будут центры пробных площадей) с одинаковым значением индекса соединяются одной линией, для наглядности пространство между линиями можно закрашивать в соответствии с цветовой шкалой; или количественного фона (составляется цветовая шкала (например, красный – оранжевый – желтый – бледно-зеленый – зеленый), где каждому соответствует интервал значений определенного показателя) и каждая пробная площадь закрашивается определенным цветом).

В зависимости от возможностей, карты можно нарисовать от руки или оформить в электронном виде в черно-белом (штриховка, оттенки серого) или цветном варианте (самым простым и удобным инструментом для этого может послужить MS Word с его панелью рисования).

**Обсуждение и анализ результатов.** После обработки результатов и составления сводных таблиц (графиков, рисунков, карт) осуществляется их анализ. Словесно описываются показатели плодородия, кислотности почвы, глубины залегания грунтовых вод, влажность почвы на каждой пробной площади отдельно и в сравнении с другими участками. Отмечаются

виды-индикаторы, характерные как для отдельных участков, так и встречающиеся на всей территории школьного лесничества. Дается оценка состояния почвы на всей территории школьного лесничества. Если наблюдения проводятся в течение нескольких лет, то проводится сравнение с результатами предыдущих лет. Если на идентичных пробных площадях значения показателей существенно отличаются, необходимо выявить и обсудить причины данных различий (возможно, это последствия антропогенного воздействия, например, выпадение кислотных осадков).

**Выводы и рекомендации.** Выводы должны соответствовать задачам исследования.

Например: 1. Исследования показали, что на участках 1 и 2 территории школьного лесничества преобладают почвы с рН 3,0 - 4,5, т.е. кислые.

Если это почвы, предназначенные для питомника, то на основе этого вывода разрабатываются рекомендации о необходимости их известкования или других мероприятий, направленных на уменьшение кислотности.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое биоиндикация? В чем заключаются ее достоинства?
2. Какие растения могут быть использованы как биоиндикаторы?
3. Как влияет кислотность почвы на состояние растений?
4. Какую роль в лесной экосистеме играет уровень грунтовых вод и влажность почвы?
5. Какое практическое значение для лесного хозяйства имеет исследование кислотности почвы, уровня залегания грунтовых вод и влажности почвы?
6. Что такое плодородие почвы? Чем оно обусловлено? Каково его значение для лесных фитоценозов?
7. Какие антропогенные воздействия могут изменить плодородие почвы?
8. Как связано плодородие почвы, ее кислотность и водный режим с состоянием фитоценоза экосистемы и устойчивостью лесной экосистемы в целом?

### **Рекомендуемая литература**

1. Радкевич В.А. Экология: учебник. - Мн.: Высш. шк., 1997. – 159 с.
2. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Федорова, А.Н.Никольская. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.
3. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие/под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Агар, 2000. – 387 с.
4. Экология родного края / под ред. Т.Я. Ашихминой. – Киров: Вятка, 1996. – 720 с.

#### **2.4. Методика проведения исследовательской работы на тему «Биоиндикация загрязнения воздуха по состоянию хвои сосны обыкновенной»**

Составитель: Гончаров Е.А.

**Цель работы:** оценка состояния атмосферного воздуха на территории школьного лесничества (населенного пункта) методом биоиндикации по состоянию хвои сосны.

#### **Задачи:**

1. Изучение проблемы загрязнения атмосферного воздуха: источники загрязнения, причины и его влияние на растительный и животный мир.
2. Знакомство с методикой оценки загрязненности атмосферы по состоянию хвои сосны обыкновенной.
3. Проведение сравнительного анализа состояния хвои сосны на пробных площадях исследуемой территории.
4. Проведение многолетних наблюдений за качеством атмосферного воздуха на территории школьного лесничества (населенного пункта).

**Общие теоретические вопросы.** Сильное антропогенное воздействие на растительные сообщества оказывают загрязняющие вещества в окружающем воздухе, такие, как диоксид серы, оксиды азота, углеводороды и др. Среди них наиболее типичным является диоксид серы,

образующийся при сгорании серосодержащего топлива (работа предприятий теплоэнергетики, котельных, отопительных печей населения, а также транспорта, особенно дизельного). В лесной зоне России наиболее чувствительны к загрязнению воздуха сосновые леса. Это обуславливает выбор сосны как важнейшего индикатора антропогенного влияния. Информативными по техногенному загрязнению являются морфологические и анатомические изменения, а также продолжительность жизни хвои сосны. В незагрязненных лесных экосистемах основная масса хвои сосны здорова, не имеет повреждений и лишь малая часть хвоинок имеет светло-зеленые пятна и некротические точки микроскопических размеров, равномерно рассеянные по всей поверхности. При загрязнении атмосферного воздуха появляются повреждения и снижается продолжительность жизни хвои сосны. На рис. 2.5 показаны различные варианты состояния хвои сосны.

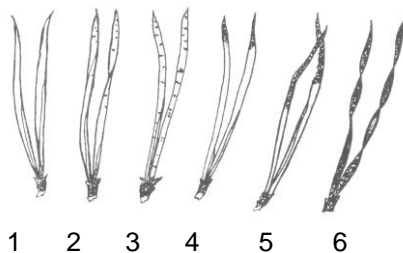


Рис. 2.5. Повреждение и усыхание хвои сосны: 1 - хвоинки без пятен; 2, 3 - с черными и желтыми пятнами; 4-6 - хвоинки с усыханием.

В то же время следует учитывать, что повреждение хвои может быть обусловлено различными заболеваниями, не связанными с загрязнением атмосферного воздуха.

**Объект исследования.** Объектом исследования являются сосновые древостои, имеющие различное положение относительно источников загрязнения воздуха.

На территории школьного лесничества (или прилегающей к населенному пункту) закладываются пробные площади. Размер площади обуславливается рядом факторов: участок должен быть однородным (характеризоваться одинаковым рельефом, почвенными условиями, составом древостоя), на участке должно произрастать не менее 10 деревьев сосны 15-20-летнего возраста (для удобства отбора проб хвои), вся территория участка должна иметь одинаковое положение (расстояние, преобладающее направление ветра, форма рельефа) относительно источников загрязнения воздуха (дороги, населенный пункт, промышленный объект).

Пробные площади выбираются из максимально сходных по естественным условиям биотопов с разной степенью антропогенной нагрузки, а также из мест не подверженных антропогенной нагрузке для оценки условного фонового уровня (контрольный участок). Если сосновые насаждения на исследуемой территории распространены или преобладают (доминируют), то пробные площади можно располагать по регулярной сетке (например, размер квадратной ячеи 100x100 м.), что в дальнейшем позволит представить результаты исследований в картографическом виде.

Отбор проб хвои следует проводить в сентябре-октябре.

**Оборудование:** журнал для записей, полиэтиленовые мешочки для отобранных проб хвои, этикетки (с указанием места и даты отбора проб), письменные принадлежности.

### **Ход работы**

Методика индикации чистоты атмосферы по хвое сосны состоит в следующем.

1. Пробные площади закладываются в местах, где предполагается различная интенсивность загрязнения воздуха от местных источников: рядом с оживленными автомобильными и железными дорогами, населенными пунктами, промышленными объектами – с учетом преобладающего направления ветра, а также на территории, удаленной от источников загрязнения. Такие площади будут контрольными. Обследуемую территорию (ее план) также можно разбить сеткой на квадраты (размером, например, 100 x 100 м), в этом случае пробные площади заклады-

ваются в узлах сетки или внутри квадрата.

2. На каждой пробной площади с нескольких боковых побегов в средней части кроны (с разных сторон) 5-10 деревьев сосны в 15-20-летнем возрасте отбирают 200-300 пар хвоинок второго и третьего года жизни. Каждую пробу помещают в два полиэтиленовых пакета, между которыми помещают этикетку с указанием места и даты отбора проб.

3. Анализ хвои проводят в помещении. Вся хвоя делится на три части (неповрежденная хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания), и подсчитывается количество хвоинок в каждой группе.

### **Методы обработки и оформления**

1. Дается обоснование выбора пробных площадей и в текстовой или табличной форме приводится их характеристика: положение, площадь, рельеф, таксационные показатели древостоя и др.

2. Оформляется план исследуемой территории, где отражается расположение лесных массивов, пробных площадей относительно друг друга и источников загрязнения воздуха (населенный пункт, дороги, промышленные объекты), по возможности на плане приводится роза ветров.

3. Результаты анализа хвои заносятся в таблицу (табл. 2.16) с указанием даты отбора проб на каждой пробной площади и для наглядности представляются в виде диаграмм и графиков.

4. При достаточном количестве пробных площадей (особенно при закладке их способом квадратов) для иллюстрации и пространственного анализа следует построить карты показателей (процент хвоинок с пятнами, процент хвоинок с усыханием, процент неповрежденных хвоинок) способом изолиний (когда точки (в нашем случае это будут центры пробных площадей или квадратов) с одинаковым значением индекса соединяются одной линией, для наглядности пространство между линиями можно закрашивать в соответствии с цветовой шкалой) или количественного фона (составляется цветовая шкала (например, красный – оранжевый – желтый – бледно – зеленый – зеленый), где каждому цвету соответствует интервал значений определенного показателя) и каждый квадрат закрашивается определенным цветом).



Таблица 2.16. **Определение состояния хвои сосны обыкновенной для оценки загрязненности атмосферы (измеряемые показатели - количество хвоинок)**

Повреждение и усыхание хвоинок	Номера пробных площадей			
	1	2	...	n
Общее число обследованных хвоинок				
Количество неповрежденных хвоинок				
Процент неповрежденных хвоинок				
Количество хвоинок с пятнами				
Процент хвоинок с пятнами				
Количество хвоинок с усыханием				
Процент хвоинок с усыханием				
Дата отбора проб				

В зависимости от возможностей карту можно нарисовать от руки или оформить в электронном виде в черно-белом (штриховка, оттенки серого) или цветном варианте (самым простым и удобным инструментом для этого может послужить MS Word с его панелью рисования).

**Обсуждение и анализ результатов исследования.** Полученные результаты по пробным площадям сравниваются между собой и с данными контрольной площади по относительным показателям, делается вывод о степени загрязнения воздуха на различных участках исследуемой территории. При сравнении можно использовать следующие показатели: процент хвоинок с пятнами, процент хвоинок с усыханием или процент неповрежденных (здоровых) хвоинок. Чем выше процент здоровых хвоинок, тем чище воздух.

Если наблюдения проводятся в течение нескольких лет, то проводится сравнение с результатами предыдущих лет и делается вывод об изменении загрязнения атмосферы. В этом случае необходимо каждый год проводить отбор хвои в одни и те же сроки.

Сделать вывод о причинах различия состояния хвои сосны и, следовательно, воздуха на пробных площадях.

Предложить реальные рекомендации по улучшению качества атмосферного воздуха и хозяйственному использованию территории (например, перенести места отдыха людей из неблагоприятного района).

### **Выводы и рекомендации**

1. Выявили различный уровень состояния атмосферного воздуха на исследуемой территории: наиболее загрязнен воздух на пробной площади ..., наименее на пробной площади ....
2. Возможные причины этого явления заключаются в следующем..
3. Для улучшения экологической ситуации в исследуемом районе необходимо ....

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое биоиндикация?
2. Какие вещества, загрязняющие воздух, наиболее пагубно воздействуют на древесные растения?
3. Чем еще может быть обусловлено повреждение хвои сосны?
4. Как древесная растительность влияет на состояние атмосферного воздуха?

### **Рекомендуемая литература**

1. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Агар, 2000. – 387 с.
2. Экологический мониторинг: учебное пособие / под ред. Т.Я.Ашихминой. - М.: Академический Проспект, 2005. – 416 с.
3. Экология родного края /под ред. Т.Я. Ашихминой. – Киров.: Вятка, 1996.

### **2.5. Методика проведения исследовательской работы на тему «Биоиндикация загрязнения воздуха по лишайникам»**

Составитель: Гончаров Е.А.

**Цель работы:** оценка состояния атмосферного воздуха на территории школьного лесничества (населенного пункта) методом лишайноинди-

кации.

**Задачи:**

1. Изучение проблемы загрязнения атмосферного воздуха: источники загрязнения, причины и его влияние на растительный и животный мир.

2. Знакомство с методикой оценки загрязненности атмосферы при помощи лишайников.

3. Проведение сравнительного анализа состояния хвои сосны на ключевых участках исследуемой территории.

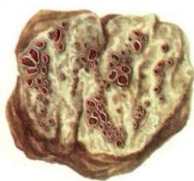
4. Проведение многолетних наблюдений за качеством атмосферного воздуха на территории школьного лесничества (населенного пункта).

**Общие теоретические вопросы.** Лишайники - широко распространенные организмы с достаточно высокой выносливостью к климатическим факторам и чувствительностью к загрязнителям окружающей среды. Поэтому лишайники выбраны объектом глобального биологического мониторинга. Из всех экологических групп лишайников наибольшей чувствительностью обладают лишайники-эпифиты.

Лишайники-эпифиты, т.е. лишайники, обитающие на коре деревьев, являются организмами, чувствительными к изменению содержания в воздухе ряда химических элементов и соединений, входящих в состав выбросов большинства промышленных производств. К числу важнейших по влиянию на окружающую среду химических веществ этого ряда относятся диоксид серы, оксиды азота, тяжелые металлы, фториды.

По внешнему виду различают три типа талломов (вегетативных тел, или слоевищ) лишайников: накипные, листоватые и кустистые. Слоевище накипного лишайника представляет собой корочку, прочно сросшуюся с субстратом - корой дерева, древесиной, поверхностью камней. Его невозможно отделить от субстрата без повреждения (рис. 2.6.).

Листоватые лишайники имеют вид чешуек или пластинок, прикрепленных к субстрату с помощью пучков грибных нитей (гиф) – ризин или отдельных тонких гиф – ризоидов (рис. 2.7).



Леканора разнообразная - *Lecanora allophana* (Ach.) Rohl.

Бацидия желтоватая - *Vacidia rubella* (Ehrh.) Mass.

Рис.2.6. **Накипные эпифитные лишайники** (фото <http://www.ecosystema.ru/08nature/lich/index.htm>)



Гипогимния вздутая - *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl

Пармелия бороздчатая - *Parmelia sulcata* Tayl.



Ксантория настенная - *Xanthoria parietina* (L.) Belt

Фисция звездчатая - *Physcia stellaris* (L.) Nyl

Рис. 2.7. **Листоватые эпифитные лишайники** (фото <http://www.ecosystema.ru/08nature/lich/index.htm>)

У кустистых лишайников таллом состоит из ветвей или более толстых, чаще ветвящихся стволиков. Кустистый лишайник соединяется с субстратом только в одном месте с помощью мощного пучка грибных гиф, называемого гомфом, и растет вертикально или свисает вниз



(рис.2.8).

Уснея густобородая - *Usnea dasypoga* (Ach.) Rohl

Уснея хохлатая - *Usnea comosa* (Ach.) Rohl.



Эверния сливовая - *Evernia prunastri* (L.) Ach.

Алектория перепутанная - *Alectoria implexa* (Hoffm.)

Рис. 2.8. Кустистые эпифитные лишайники (фото  
<http://www.ecosystema.ru/08nature/lich/index.htm>

Более подробное описание и изображение видов лишайников можно посмотреть в Интернете по ссылке:

<http://www.ecosystema.ru/08nature/lich/index.htm>.

Минеральные вещества лишайники получают в основном из атмосферы с осадками и пылью. Поглощение элементов из дождевой воды идет очень быстро и сопровождается их концентрированием. При повышении концентрации соединений металлов в воздухе резко возрастает их содержание в слоевищах лишайников, причем в накоплении металлов они далеко опережают сосудистые растения. В лесу, где осадки проходят сквозь кроны деревьев и стекают со стволов, лишайники гораздо богаче минеральными и органическими веществами, чем на открытых местах. Особенно много минеральных и органических веществ попадает в тело эпифитных лишайников, растущих на стволах деревьев. Эти растения используются для наблюдения за распространением в атмосфере более 30 элементов: лития, натрия, калия, магния, кальция,

стронция, алюминия, титана, ванадия, хрома, марганца, железа, никеля, меди, цинка, галлия, кадмия, свинца, ртути, иттрия, урана, фтора, йода, серы, мышьяка, селена и др.

Многочисленные исследования в районах промышленных объектов, на заводских и прилегающих к ним территориях показывают прямую зависимость между загрязнением атмосферы и сокращением численности определенных видов лишайников. Особая чувствительность лишайников объясняется тем, что они не могут выделять в среду поглощенные токсические вещества, которые вызывают физиологические нарушения и морфологические изменения.

Изучение лишайниковой флоры в населенных пунктах и вблизи крупных промышленных объектов показывает, что состояние окружающей среды оказывает существенное влияние на развитие лишайников. По их видовому составу и встречаемости можно судить о степени загрязнения воздуха. Наиболее резко лишайники реагируют на диоксид серы. Концентрация диоксида серы  $0,5 \text{ мг/м}^3$  губительна для всех видов лишайников. На территориях, где средняя концентрация  $\text{SO}_2$ , превышает  $0,3 \text{ мг/м}^3$  (так называемая зона «лишайниковой пустыни» – лишайники практически отсутствуют). В районах со средними концентрациями диоксида серы от  $0,3$  до  $0,05 \text{ мг/м}^3$  по мере удаления от источника загрязнения сначала появляются накипные лишайники, затем листоватые (фисция, ксантория) – «зона угнетения». При концентрации менее  $0,05 \text{ мг/м}^3$  появляются кустистые лишайники (уснея, алектория, анаптия) и некоторые листоватые (лобария, пармелия) – «зона нормальной жизнедеятельности».

На частоту встречаемости лишайников влияет кислотность субстрата. На коре, имеющей нейтральную реакцию, лишайники чувствуют себя лучше, чем на кислом субстрате. Этим объясняется различный состав лишайниковой флоры на разных породах деревьев.

Таким образом, методы оценки загрязненности атмосферы по встречаемости лишайников основаны на следующих закономерностях:

- 1) чем сильнее загрязнен воздух города, тем меньше встречается в нем видов лишайников (вместо десятков может быть один-два вида);
- 2) чем сильнее загрязнен воздух, тем меньшую площадь покрывают

лишайники на стволах деревьев;

3) при повышении загрязненности воздуха исчезают первыми кустистые лишайники (растения в виде кустиков с широким плоским основанием); за ними - листоватые (растут в виде чешуек, отделяющихся от коры); последними - накипные (имеют слоевище в виде корочки, сросшейся с корой).

На основании этих закономерностей можно количественно оценить чистоту воздуха в конкретном месте микрорайона школы.

Используя лишайники, легко организовать систему биомониторинга – систему долгосрочных наблюдений за изменением степени загрязнения воздуха. Для этого проводят измерение проективного покрытия лишайников по системе постоянных пробных площадок (если предполагаемое изменение загрязнения достаточно велико) или переменных пробных площадок (если изменение загрязнения мало) и получают средние значения проективного покрытия для исследуемой территории. Затем через определенный промежуток времени проводят повторные измерения проективного покрытия. По изменению как общего проективного покрытия, так и проективного покрытия отдельных видов можно судить о характере изменения (тренде) загрязнения атмосферного воздуха.

**Объект исследования.** Объектом исследования является территория школьного лесничества или населенного пункта. Для оценки загрязнения атмосферы выбирается вид дерева (который является субстратом для произрастания лишайников), который наиболее распространен на исследуемой территории. Например, в качестве субстрата может быть использована липа мелколистная, береза повислая, сосна обыкновенная.

В лесу пробные площади закладываются в однородном по составу растительном сообществе. Причем для целей фонового мониторинга площадки закладываются в разных биотопах, различных по естественным условиям, а для оценки последствий антропогенного воздействия площадки выбираются из максимально сходных по естественным условиям биотопов с разной степенью антропогенной нагрузки, а также из мест не подверженных антропогенной нагрузке для оценки условного фонового уровня (контрольные площадки). Также пробные площади можно располагать по регулярной сетке, что в дальнейшем позволит

представить результаты исследований в картографическом виде. Размер пробной площади определяется исходя из следующих условий: участок должен быть однородным (характеризоваться одинаковым рельефом, почвенными условиями, составом древостоя), на участке должно произрастать не менее 30 деревьев вида-субстрата приблизительно одного возраста и без видимых повреждений, весь участок должна иметь одинаковое положение (расстояние, преобладающее направление ветра, форма рельефа) относительно источников загрязнения воздуха (дороги, населенный пункт, промышленный объект).

Территория населенного пункта разбивается сеткой на квадраты (размером, например, 100 x 100 м), в каждом из которых подсчитывается общее число деревьев исследуемого вида и деревьев, покрытых лишайниками. Для оценки загрязнения атмосферы конкретной магистрали, улицы или парка описывают лишайники, которые растут на деревьях по обеим сторонам улицы или аллеи парка на каждом третьем, пятом или десятом дереве. Для сравнения результатов необходимо заложить контрольные пробные площади.

Во время исследования следует избегать загущенных лесопосадок, очень тенистых парков, где для лишайников недостаточно света.

В зависимости от цели исследования пробные площадки могут быть постоянными (исследования проводятся в течение ряда лет) или переменными (для каждого исследования выбираются каждый раз новые). Модельные деревья на постоянных пробных площадках могут быть как переменными, так и постоянными.

Система переменных пробных площадей используется в основном в системе фоновое экологического мониторинга, когда необходимо выделить слабое антропогенное влияние на фоне естественного “шума”. При этом количество пробных площадей должно быть достаточно велико (обычно несколько десятков, равномерно покрывающие исследуемую территорию) для получения большого объема статистически достоверной информации.

**Оборудование:** журнал для записей, полиэтиленовые мешочки для отобранных лишайников, этикетки (с указанием места и даты отбора проб), письменные принадлежности, сеточка для определения проективного покрытия.



### Ход работы

1. В лесу на каждой пробной площади обследуется 20-30 модельных деревьев одного вида. На территории населенного пункта в каждом квадрате 100х100 м. подсчитывается общее число деревьев исследуемого вида и деревьев, покрытых лишайниками. В соответствии с общим количеством деревьев в квадрате в качестве модельных обследуют каждое третье, пятое или десятое дерево, т.е. с таким расчетом, чтобы количество модельных деревьев составило 20-30 экземпляров.

В общем, модельные деревья должны быть приблизительно одновозрастными, без видимых повреждений. Они выбираются случайным образом, без предварительной информации о наличии на них лишайников. Положение модельного дерева отмечают на схеме площади (квадрата).

2. На каждом модельном дереве описывают лишайники минимум на четырех пробных площадках: две у основания ствола (с разных его сторон) и две на высоте 1,4-1,6 м. Пробная площадка ограничивается на стволе квадратной пластинкой из прозрачной пластмассы размером 10х10 см, которая внутри расчерчена на квадратики по 1 см<sup>2</sup> (такую пластинку можно сделать самостоятельно: вырезать из пластиковой бутылки и расчертить острым предметом – рис. 2.9).



Рис. 2.9. Определение проективного покрытия с помощью пластиковой сеточки (фото <http://www.ecosystema.ru/07referats/pchelkin/monitoring.htm>)

3. На каждой пробной площадке выполняют следующее. Сеточку накладывают на ствол дерева и фиксируют. Затем для каждого типа ро-

ста лишайников (кустистых, листоватых и накипных) определяют число (а) квадратов, в которых лишайники занимают на глаз больше половины площади квадрата, определяют число (б) квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади квадрата. Общее покрытие в процентах вычисляют по формуле:  $R = a + 0,5b$ . Данные заносят в полевой журнал с указанием номера пробной площади (квадрата), номера модельного дерева, номера пробной площадки на модельном дереве (ее положение на стволе) (табл. 2.17). Также отмечают, какие виды лишайников встретились на площадке, какой процент общей площади рамки занимает каждый растущий там вид, указывают жизнеспособность каждого образца: есть ли у него плодовые тела, здоровое или чахлое слоевище.

При затруднениях в определении видовой принадлежности лишайников отбирают образцы для последующего определения в лабораторных условиях. В крайнем случае можно ограничиться определением только общего проективного покрытия отдельно для каждого типа роста лишайников (кустистых, листоватых и накипных).

Таблица 2.17. Форма записи в полевом журнале

Тип роста Вид лишайника	Вид дерева-субстрата _____ Модельное дерево № ____					
	Пробная площадь (квадрат) № _____					
	Пробные площадки у основания ствола			Пробные площадки на высоте 1,5 м		
	Покрытие, %	Балл	Жизнеспособность	Покрытие, %	Балл	Жизнеспособность
Накипные						
<i>Виды...</i>						
...						
Листоватые						
<i>Виды...</i>						
...						
Кустистые						
<i>Виды...</i>						
...						
...						

Оценка комбинированного показателя покрытия и встречаемости дается по 5-балльной шкале:

- 1) балл 1 – вид встречается очень редко и с очень низким покрытием (менее 5%);
- 2) балл 2 – редко или с низким покрытием (5-20%);
- 3) балл 3 – редко или со средним покрытием (20-40%);
- 4) балл 4 – часто или с высоким покрытием на некоторых стволах (40-60%);
- 5) балл 5 – очень часто и с очень высоким покрытием на большинстве стволов (60-100%).

4. После проведения исследований на пробной площади (в квадрате) делается расчет средних баллов встречаемости и покрытия для каждого типа роста лишайников - накипных (Н), листоватых (Л) и кустистых (К). Зная баллы средней встречаемости и покрытия Н, Л, К, легко рассчитать показатель (индекс) относительной чистоты атмосферы (ОЧА) по формуле:

$$ОЧА = \frac{Н + 2Л + 3К}{30}$$

Чем выше показатель ОЧА (ближе к единице), тем чище воздух местообитания. Имеется прямая связь между ОЧА и средней концентрацией диоксида серы в атмосфере.

5. Итоговые результаты лишеноиндикации вносятся в табл. 2.18.

Таблица 2.18. Оценка чистоты воздуха при помощи лишайников.

Вид дерева \_\_\_\_\_

Показатель	Категория и номер пробной площади (квадрата)				
	Контрольные площади		Площади с антропогенной нагрузкой		
	1	2	3	...	n
Накипные - степень покрытия, % - балл оценки					
Листоватые - степень покрытия, % - балл оценки					
Кустистые - степень покрытия, % - балл оценки					
Относительная чистота					

атмосферы (ОЧА)					
-----------------	--	--	--	--	--

### **Методы обработки и оформления**

1. Дается обоснование выбора ключевых участков и в текстовой или табличной форме приводится их характеристика: положение, площадь, рельеф, таксационные показатели древостоя и др.

2. Оформляется план исследуемой территории, где отражается расположение лесных массивов, пробных площадей (квадратов) относительно друг друга и источников загрязнения воздуха (дороги, промышленные объекты), по возможности на плане приводится роза ветров, на пробных площадях отмечаются модельные деревья (если позволяет масштаб).

3. Результаты полевых исследований и расчеты заносятся в таблицы 2.17 и 2.18 и для наглядности представляются в виде диаграмм.

4. При достаточном количестве пробных площадей (особенно при закладке их способом квадратов) строится карта индекса ОЧА способом изолиний (когда точки (в нашем случае это будут центры пробных площадей или квадратов) с одинаковым значением индекса соединяются одной линией, для наглядности пространство между линиями можно закрашивать в соответствии с цветовой шкалой) или количественного фона (составляется цветовая шкала (например, красный-оранжевый-желтый-бледно-зеленый-зеленый), где каждому цвету соответствует интервал значений индекса ОЧА) и каждый квадрат закрашивается определенным цветом). В зависимости от возможностей карту можно нарисовать от руки или оформить в электронном виде в черно-белом (штриховка, оттенки серого) или цветном варианте (самым простым и удобным инструментом для этого может послужить MS Word с его панелью рисования).

**Обсуждение и анализ результатов исследования.** Полученные результаты по пробным площадям (квадратам) сравниваются между собой и с данными контрольных участков по относительным показателям, делается вывод о степени загрязнения воздуха на различных участках.

Если наблюдения проводятся в течение нескольких лет, то проводится сравнение с результатами предыдущих лет и делается вывод об изменении загрязнения атмосферы. В этом случае необходимо каждый

год проводить наблюдения в одни и те же сроки.

Сделать вывод о причинах различия индекса ОЧА на пробных площадях.

Предложить реальные рекомендации по улучшению качества атмосферного воздуха и хозяйственному использованию территории (например, перенести места отдыха людей из неблагоприятного района).

### **Выводы и рекомендации**

Выявили различный уровень состояния атмосферного воздуха на исследуемой территории: наиболее загрязнен воздух на участке ..., наименее на участке ....

Возможные причины этого явления заключаются в следующем ....

Для улучшения экологической ситуации в исследуемом районе необходимо ....

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое лишеноиндикация?
2. Какие типы роста эпифитных лишайников Вы знаете?
3. Почему кустистые лишайники наиболее чувствительны к загрязнению воздуха?
4. Как определяется проективное покрытие эпифитных лишайников?

### **Рекомендуемая литература**

1. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Агар, 2000. – 387 с.
2. Экологический мониторинг: учебное пособие / под ред. Т.Я.Ашихминой. - М.: Академический Проспект, 2005. - 416 с.
3. Экология родного края / под ред. Т.Я. Ашихминой. – Киров.: Вятка, 1996.
4. Пчелкин, А.В. Методы лишеноиндикации загрязнений окружающей среды / А.В. Пчелкин, А.С. Боголюбов.– М.: Экосистема, 1997.
5. <http://www.ecosystema.ru/07referats/pchelkin/monitoring.htm>
6. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР/ отв. ред. М.В.Горленко.– М.: Мысль, 1978.

## 2.6. Методика проведения исследовательской работы на тему «**Определение рекреационной емкости тропы и составление паспорта объекта**»

Составитель: Закамский В.А.

**Цель работы:** определить основные показатели для туристических маршрутов (экологических, учебных и других троп), позволяющие оценить возможность использования лесных природных комплексов в местах массового отдыха без отрицательного влияния на окружающую среду.

### **Задачи:**

1. Освоить к практическому применению и провести расчеты по определению рекреационной емкости тропы;
2. Научиться оформлять паспорт тропы.

**Общие теоретические вопросы.** Интенсивное рекреационное лесопользование в России привело к тому, что состояние лесов с каждым годом ухудшается. Существует опасность потери исторической и эстетической ценности памятников природы. В результате перед обществом возникает необходимость в разрешении проблемы целевого и разумного использования рекреационных ресурсов.

После проведения исследовательских работ по определению показателей туристических маршрутов будет дан ответ на вопрос «Сколько отдыхающих может посетить лесной природный комплекс без ущерба для природы родного края?». Эта информация позволит организовать отдых населения от единичного объекта до местности и региона. Для условий конкретного лесного участка будут разработаны теоретические положения и даны практические рекомендации по организации маршрутов и использования троп. Научные разработки будут иметь значение для рекреационного зонирования лесных ландшафтов, рассчитана рекреационная нагрузка и ёмкость насаждений, прилегающих к маршрутам и тропам, определены оптимальные нормы нагрузки на изученные объекты.

**Объект исследования.** Объектом исследования может быть любая лесная территория, пригодная для рекреационного природопользования. При оценке влияния рекреантов (отдыхающих) на лесные экосистемы исследования проводятся вдоль маршрутов на территориях, пригодных для рекреационного природопользования. Для предварительной характеристики лесных ландшафтов необходимы лесостроительные материалы (карты, таксационные данные и др).

**Материалы и оборудование:** тетради, карандаши, ручки, компас, рулетка, часы.

### **Ход работы**

#### 1) *Определение психокомфортной емкости однодневных троп*

Определение психокомфортной емкости однодневных троп предлагается производить по формуле А.Б. Широкого:

$$E_{тр} = \frac{(C - B + 1) * 20}{O} \quad (1)$$

где  $E_{тр}$  – ёмкость тропы, чел.;

$C$  – длина светового дня, ч;

$B$  – время прохождения тропы, ч;

$O$  – время максимальной остановки, ч;

20 – оптимальная численность группы рекреантов, чел. (в США 8 – 12 чел).

#### 2) *Определение рекреационной емкости оборудованной для пикников ландшафтной поляны и тропы*

Рекреационную емкость оборудованной для пикников ландшафтной поляны определяют по зависимости, предложенной Ивоным В.М. (1999):

$$E_{лп} = M_{едн} * K_{см} * T_{сез}, \quad (2)$$

где  $E_{лп}$  - рекреационная емкость ландшафтной поляны, чел.\* сезон;

$M_{вдн} = m_{пс} * n$  - единовременное количество рекреантов на ландшафтной поляне, чел.;

$m_{пс}$  - количество пикниковых столов на поляне, шт.;

$n$  - среднее количество отдыхающих в группе ( $n=3-5$  за одним столом), чел.;

$K_{см}$  - коэффициент сменяемости отдыхающих в течение дня, исполь-

зуют с учетом нормативов Загрева (1992)  $K_{см} = 2-3$ ;

$T_{сез}$  - продолжительность сезона, дни.

Также, с учетом познавательских способностей рекреантов (50 - 70%), т.е. способности усвоить увиденную и услышанную информацию, и протяженности тропы вводится соответствующий коэффициент, в этом случае формула определения рекреационной емкости тропы примет вид:

$$E_{тр.} = \frac{E_{лп} * E_{пп}}{L_{тр}}, \quad (3)$$

где  $E_{тр}$  - рекреационная емкость тропы, чел.\*сезон/км;

$K_{пп}$  - коэффициент познавательских потребностей рекреантов (0,5-0,7);

$L_{тр}$  - протяженность тропы, км.

**Примечание:** следует учесть, что не все участники пикникового отдыха останавливаются для отдыха на ландшафтной поляне, они проходят маршрут до конечного пункта, где останавливаются на стоянке или отдыхают в начале маршрута.

### 3) Составление паспорта тропы.

На рекреационный объект, в данном случае тропу и поляну, оформляется экологический паспорт, в котором приводят данные по рекреационной оценке, при анализе отмечается о планировании и выполнении работ для обеспечения устойчивости растительности и ландшафтов. К паспорту прилагаются схема и комплексный профиль.

При обследовании рекреационных объектов для их оценки используют шкалы:

1) шкала групп и типов ландшафтов (по данным ВО «леспроект») (приложение - табл.2.19);

2) шкала оценки биологической устойчивости насаждений (приложение - табл.2.20);

3) шкала санитарно-гигиенической оценки участка (по Н.Н. Гусеву) (приложение - табл.2.21);

4) шкала эстетической оценки участка (по данным ВО «Леспроект») (приложение - табл.2.22);



5) выделение стадий рекреационной дигрессии (прил. – табл.2.23).

**Оформление результатов исследования.** Оформление результатов исследования приведено на примере рекреационного объекта «Целебный родник» Кленовогорского лесничества Национального парка Марий Чодра.

#### Паспорт рекреационного объекта

«Целебный родник» Кленовогорского лесничества Национального парка Марий Чодра

Структура объекта: ландшафтная поляна и прогулочно-познавательная тропа.

Местоположение: квартал....., выдел

Функциональное назначение: пикниковый отдых и ознакомление отдыхающих с природными объектами, купание в озере.

Информативность: комплексная (экологическая).

Площадь поляны: 0,5 га. Длина тропы 547 м.

Время прохождения тропы с отдыхом на пляже возле родника 1 час.

Среднее время отдыха на объекте: 5 часов.

Коэффициент сменяемости рекреантов за день: 2-3.

Рекреационная емкость поляны: 5000 чел.\*сезон.

Рекреационная емкость тропы: 6140 чел.\*сезон/км.

Доступность: Въездной аншлаг находится в непосредственной близости к п. Илеть.

Характеристики объекта рекреации на оз. Мушан-Ер - «Целебный родник» представлены в табл. 2.19 – 2.22 и на рис. 2.10.

Таблица 2.19. Лесоводственно-рекреационная характеристика ландшафтной поляны на оз. Мушан-Ер

№ и площадь выдела, га	Рекреационная оценка ландшафта	Рельеф	Почвы	Растительность	Элементы благоустройства
№.../0,5	Тип ландшафта - открытый; стадия дигрессии - 5, класс эстетической ценности 2; сан. гигиен, оценка 1, степень устойчивости - 1	Склон СЗ и СЗЗ крутизной 3-10°	Дерново-слабоподзолистые песчаные свежие	Тип леса - сосняк зеленомошник, ТЛУ А <sub>2</sub> , сосна, береза	Навес, 5 столов со скамейкой, 3 очага для приготовления пищи, туалет и контейнер для мусора

Таблица 2..20. Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений, примыкающих к ландшафтной поляне на оз. Мушан-Ер

№ и площадь выдела, га	Лесоводственно-таксационные показатели											
	насаждение			яруса				древостоя элемента леса				
	кл. бони-тета	тип леса	ТЛУ	состав	Нср.	полнота	запас	порода	Аср.	Нср.	Дср.	М
№.../2,8	2	Сзм	А <sub>2</sub>	8С2Б	15	0,8	420	С	45	15	16	336
								Б	45	15	16	84

Таблица 2.21. Характеристика ручья «Целебный родник»

№ и площадь выдела, га	Ландшафтная характеристика	Общая характеристика
№.../1,2 га	Ручей по южному склону озера с родником, тип ландшафта полукрытый, класс эстетической оценки - 1; сан.-гигиеническая оценка 0, степень устойчивости - 0.	Ширина от 0,5-1,5 м; глубина 0,2-0,5 м; скорость течения 0,5 м/с, имеется место для купания при впадении в озеро

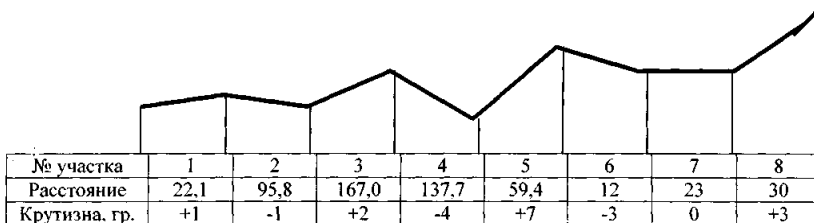


Рис. 2.10. Комплексный профиль тропы от ландшафтной поляны до родника «Целебный родник»

Таблица 2.22. Описание участков тропы «целебный родник»

№ участка	Тропа			Крутизна подъема (+) спуска (-), град.	Характеристика	
	протяженность, м	Ширина, м			тропы	прилегающих ландшафтов
		пределы	сред.			
1	22,1	2,0-3,0	2,5	+1	Вход на тропу	Восточная часть ландшафтной поляны, кострище, стол и две скамьи, заготовленные дрова
2	95,8	1,5-2,0	1,7	-1	Тропа в виде террасы по склону, тип покрытия уплотненный, песчаный грунт	Северный склон к озеру крутизной 10°, среднеполнотный березняк с сосной, ТЛУ, В <sub>2</sub>
3	167,0	2,0-3,0	2,5	+2	То же направление маршрута с В на З	Склон к озеру, с пляжем, тип леса сосняк зеленомошник, преобладает сосна
4	137,7	3,0-4,0	3,5	-4	Спуск к перешейку между большой и малой Чашей озера, поворот на Ю	Склон - 30°, песчаный склон, тип леса – сосняк зеленомошник, преобладает сосна, береза, встречается осина
5	59,4	3,0-5,0	4,0	+7	Подъем на песчаный бугор поворот с Ю на З	Склон 40°, песчаный склон, тип леса - сосняк лишайниковый, преобладает сосна
6	12	2,0-3,0	2,5	-3	Спуск на поляну, тип покрытия - песчаный	Открытый ландшафт, склон к озеру 10°
7	23	1,0-2,0	1,5	0	Ландшафтная поляна	Благоустройство – навес от дождя, 2 стола со скамьями, 2 кострища, туалет, мусоросборник, вокруг среднеполнотный сосновый древостой с березой
8	30	1,0-1,5	1,25	+3	Подъем к роднику и ручью, размытые откосы к воде	Закрытый и полуоткрытый ландшафт, склон к озеру 30°, преобладает под пологом кустарниковая растительность

По сведениям из паспорта рекреационного объекта «Целебный родник», формуле (2) рекреационная емкость для ландшафтной поляны будет составлять:

$$E_{\text{лп}} = 5 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 125 = 5000 \text{ чел. сезон.}$$

Рекреационная емкость тропы рассчитывается по формуле (3) и составит:

$$E_{\text{тр}} = \frac{5000 * 0,7}{0,570} = 6140 \text{ чел. сезон/км тропы.}$$

Превышение определенных нормативных показателей недопустимо, так как воздействие отдыхающих скажется отрицательно на компоненты лесного биогеоценоза, в первую очередь, на живой напочвенный покров и молодую древесную растительность (подрост и подлесок).

### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью необходимо проводить исследования по определению рекреационной емкости территорий вдоль туристских маршрутов?
2. Какие особенности надо знать при составлении паспорта на рекреационный маршрут (тропу)?

### **Рекомендуемая литература**

1. Закамский, В.А. Рекреационное лесоводство / Закамский В.А., Андреев Н.В. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 128с.
2. Захлебный, А.Н. На экологической тропе (опыт экологического воспитания). – М. : Знание, 1986.
3. Ивонин, В.М. Лесная рекреология: учебное пособие / В.М. Ивонин, В.Е. Авдонин, Н.Д. Пеньковский. – Новочеркасск. 1999. – 146 с.
4. Колесов, А. В. Экологический туризм: учебное пособие для студентов и аспирантов лесохозяйственных специальностей вузов/А. В. Колесов, Л.А. Терентьева – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 178с.
5. Ремизова, Н.И. Учебная экологическая тропа на пришкольном участке // Биология в школе. – 2000. – №6.
6. Сергеева, Т. К. Экологический туризм: учебник. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 360с.
7. Чижова В.П. Экологическое образование (учебные тропы) / В.П.

Чижова, Е.Г. Петрова, А.В. Рыбаков// Общество и природа. – М.: МГУ , 1981.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1. Шкала групп и типов ландшафтов (по данным ВО «леспроект»)

Группы ландшафтов		Типы ландшафтов			
Наименование	индекс	характеристика	общая сомкнутость полога леса	индекс	шифр
Закрытые	1	Древостой горизонтальной сомкнутости	1,0-0,6	1а	1
		Древостой вертикальной сомкнутости с учетом яруса подроста и подлеска высотой более 1,5 м	1,0-0,6	16	2
Полуоткрытые	2	Изреженные древостои с равномерным размещением деревьев, редким подростом и -подлеском высотой более 1,5 м или без них	0,5-0,3	2а	3
		Изреженные древостои с неравномерным размещением деревьев, редким подростом и подлеском высотой более 1,5 м или без них	0,5-0,3 (в группах 0,7-0,6)	26	4
		Молодняки высотой более 1,5 м	0,5-0,4	2а	5
Открытые	3	Редины, участки с единичными деревьями с наличием редкого возобновления кустарников, независимо от их высоты	0,2-0,1	3а	6
		Участки с наличием возобновления леса или кустарников высотой до 1,5м (вне зависимости от густоты)	-	36	7
		Участки без древесно-кустарниковой растительности			

Таблица П.2. Шкала оценки биологической устойчивости насаждений

Классы устойчивости	Размер и характеристика текущего опада (усыхающие деревья и свежий сухостой)	Общий размер усыхания (деревья 2-й и 3-й группы состояния + захламленность)	Наличие вредителей и болезней	Состояние лесной среды
1-устойчивые	До 2 % (за счет деревьев с диаметром на высоте 1,3 м и менее среднего)	До 5%	Отсутствуют или единичные повреждения	Не нарушено
2-устойчивость нарушена	Опад в 2 и более раза превышает размер естественного опада (за счет деревьев с диаметром на высоте 1,3 м, близким к среднему)	6-40%	Могут иметь массовое распространение и высокую численность	Как правило, нарушено, полнота неравномерная или низкая
3-устойчивость утрачена	То же	40% и более (для осинников 50% и более, полнота	То же	То же

**Примечания:** Древостой со 2-м классом биологической устойчивости являются фондом выборочных санитарных рубок, с 3-м - сплошных (при отсутствии других хозяйственных распоряжений). Суммарная площадь насаждений 2 и 3-го классов биологической устойчивости составляет площадь насаждений с неудовлетворительным санитарным состоянием.

Площади насаждений со вторым и третьим классами устойчивости отмечаются как неудовлетворительные в санитарном отношении.

По результатам анализа в древостоях со 2-м классом устойчивости назначаются выборочные санитарные рубки, с третьим – сплошные санитарные рубки.

Таблица П.3. Шкала санитарно-гигиенической оценки участка (по Н.Н. Гусеву)

Характеристика участка (выдела)	Класс оценки
Участок в хорошем санитарном состоянии, воздух чистый, вентиляция хорошая, отсутствие шума, паразитов, густых зарослей. Имеют место ароматические запахи, лесные звуки, сочные краски.	1
Участок в сравнительно хорошем санитарном состоянии, незначительно захламлен и замусорен, имеются отдельные сухостойные деревья, воздух несколько загрязнен, шум периодический	2
Участок в плохом санитарном состоянии, захламлен древесиной, замусорен. Имеются места свалок мусора, наличие карьеров и ям, сильно загрязненный воздух (в том числе неприятные запахи). Место ветреное, сильно затененное, высокий уровень шума, наличие паразитов, избыточного увлажнения, густых зарослей.	3

**Примечание:** Полная оценка дается в результате периодических наблюдений за санитарно-гигиеническим состоянием участка в течение полевого периода

Таблица П.4. Шкала эстетической оценки участка (по данным ВО «Леспроект»)

Класс	Насаждения	Открытые пространства
1.	Хвойные и лиственные насаждения I—II классов бонитета с длинными и широкими кронами деревьев, здоровым и красивым подлеском и подростом средней густоты. Участок с хорошей проходимостью, незахламленный	Площадь до 1 га (прогалины, поляны), хорошо дренированные свежие и сухие почвы; участки площадью от 1 до 3 га со сложными, извилистыми границами, хорошо выраженным рельефом, декоративными опушками, имеются единичные декоративные деревья или сформировавшиеся древесно-кустарниковые группы; небольшие красочные водоемы с ясно выраженными берегами, обрамленными декоративной растительностью
2.	Насаждения III класса бонитета с участием ольхи и осины до 5 единиц состава при средней ширине и длине крон, густом или угнетенном подросте и подлеске. Участок частично захламлен (до 5 м <sup>3</sup> /га)	Открытые пространства больших размеров с конфигурацией границ простой формы; водные пространства, обрамленные малодекоративной растительностью; участки без древесной растительности; участки без древесной растительности, заросшие кустарниками

3.	Насаждения с преобладанием ольхи и осины, а также хвойные IV-V классов бонитета. У деревьев плохо развиты кроны. Захламленность и сухостой от 5 м <sup>3</sup> /га и выше	Необлесившиеся вырубki, пашни, линии электропередачи, хозяйственные дворы, болота и другие открытые площади и водоемы с низкой декоративностью
----	---	--

Эстетическая оценка открытых ландшафтов проводится, с учетом следующих показателей:

- Положение на местности, влажность почвы, проходимость;
- Размер и конфигурация участка;
- Живописность опушек и местности, окружающих открытые пространства;
- Наличие и качество единичных или небольших групп деревьев и кустарников и характер их размещения;
- Качество травяного и мохового покрова;
- Размер и конфигурация водоемов, характер их берегов и окружающей растительности, доступность водной поверхности для отдыхающих, санитарное состояние водоема и возможность его использования для отдыха и купания.

Для эстетической оценки лесных ландшафтов необходимо знать класс бонитета, как показатели продуктивности, видовое разнообразие древесных пород, их состав в древостое, наличие и состояние подроста и подлеска, проходимость и захламленность участка.

Параллельно проводится санитарно-гигиеническая оценка участков на территории (табл. П.3).

Таблица П.5. Выделение стадий рекреационной дистрессии (ОСТ 56-100-95)

первая	вторая	третья	четвертая	пятая
до 1,0	от 1,1 до 5,0	от 5,1 до 10,0	от 10,1 до 25,0	более 25

Стадии определяются в зависимости от отношения площади вытоптанной до минерального горизонта поверхности напочвенного покрова к общей площади обследуемого участка, %. Он основан на измерении протяженности вытоптанной до минерального горизонта поверхности на ходовых линиях, равномерно охватывающих обследуемый участок, и определении вышеуказанного отношения через отношение протяженно-



сти вытоптанной до грунта поверхности к общей длине ходовых линий.

Минимальная протяженность ходовых линий при требуемой погрешности 10% и доверительной вероятности 0,95 должна составлять 500 м на каждый гектар обследуемой площади.

### 2.7. Методика проведения исследовательской работы на тему «Экспресс- диагностика жизнеспособности древесных пород по биофизическим показателям»

Составитель: Карасев В.Н.

**Цель работы:** провести оценку жизнеспособности деревьев разного состояния методом экспресс- диагностики по параметрам электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей, величинам электрических потенциалов и температурным параметрам стволов древесных растений.

#### **Задачи:**

1. Ознакомиться с методикой экспресс- диагностики жизнеспособности древесных пород по параметрам электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей, величинам электрических потенциалов и температурным параметрам стволов древесных растений
2. Провести измерения комплексного электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей деревьев разного состояния
3. Провести сравнительную оценку физиологического состояния деревьев разных категорий жизнеспособности по величинам биоэлектрических потенциалов древесных растений
4. Изучить особенности формирования температуры стволов, температурные параметры деревьев и провести сравнительную оценку их жизнеспособности по температурным параметрам.

**Общие теоретические вопросы.** Как известно из литературы (Положенцев, Золотов, 1970; Рутковский и др., 1975; Кишенков, 1972; Карасев, 2001) и др.), электрофизиологические методы позволяют изучать растение на уровне целого организма с сохранением его регуляторной системы. Оценка физиологического состояния древесных растений по результатам измерения электрофизиологических характеристик тканей

деревьев является основой для постановки экспресс-диагноза в лесохозяйственной практике.

Электрофизиологические методы основаны на измерениях электрических параметров живых тканей деревьев, комплексно характеризуют характер обмена веществ в тканях и уровень взаимодействия с экологической средой. По значениям электрического сопротивления растительных тканей (импеданс ПКТ) и величинам биоэлектрических потенциалов (БЭП) растений возможно определение функционального состояния живого организма, интенсивности и характера обмена веществ в связи с постановкой самых различных теоретических и практических задач.

Физиологическое состояние растений, характер обмена веществ в тканях и величины электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей взаимосвязаны. Установлено, что при снижении уровня жизнедеятельности, возникновении заболеваний, ослаблении и др. электрическое сопротивление прикамбиального комплекса тканей существенно увеличивается, а более низкие значения этого параметра свойственны здоровым деревьям.

По величинам импеданса прикамбиального комплекса тканей возможен контроль послепосадочного стресса у пересаженных деревьев, оценка деформации корневых систем у культур сосны, оценка качества посадочного материала, черенков и др. Для освоения данных методов можно провести сравнительную оценку электрофизиологических параметров у самосева и культур сосны обыкновенной, ели европейской, ели сибирской, лиственницы сибирской, сосны кедровой сибирской и других древесных пород, возможно оценить влияние пересадки крупномерных растений, выявить влияние деформации корней на показатели температурного режима и импеданс прикамбиального комплекса тканей и диагностировать их жизнеспособность и динамику состояния на одних и тех же растениях без нарушения процессов их жизнедеятельности и раскопок корневых систем

При проведении исследований необходимо, чтобы в физиологическом отношении ткань была наиболее активной, легко доступной. Всем этим условиям удовлетворяет прикамбиальный комплекс тканей, кото-

рый состоит из камбия и прилегающих к нему флоэмы и новообразованной ксилемы.

Ослабленные деревья характеризуются более высокими значениями электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей. У здоровых растений значение этого показателя в 2–3 раза меньше. Наиболее резкие различия по параметрам импеданса среди деревьев разного состояния отмечены в мае-июле, т.е. в период наибольшей интенсивности ростовых процессов. Для здоровых растений сосны обыкновенной значения этого показателя варьируют в пределах 20... 40 кОм, для сильноослабленных достигают 100 и более кОм. В период подготовки к покою и период зимнего покоя величины импеданса ПКТ возрастают до 300–400 кОм. В апреле, с началом водного тока, показатель снижается до 20–30 кОм.

Биоэлектрические потенциалы взаимосвязаны с характером обменных процессов в организмах. Лучшие деревья, в отличие от значений импеданса, имеют более высокие значения биоэлектрических потенциалов по сравнению с ослабленными. Так, например, величины БЭП деревьев сосны обыкновенной лучшего состояния варьируют в пределах 180–220 мВ, среднего состояния 100–160 мВ и у ослабленных — 50–80 мВ.

При диагностике жизнеспособности древесных растений по температурным параметрам необходимо учитывать, что водный режим растений тесно связан с их физиологическим состоянием. При различных типах повреждений деревьев, сопровождающихся существенными нарушениями водного тока, происходит изменение температуры стволов, ветвей, листьев и др.

Наибольшее различие в температуре стволов деревьев различного состояния наблюдается в середине лета во второй половине дня при антициклоническом типе погоды. Наименьшей температурой обладают неповрежденные (здоровые) деревья, более высокие температуры свойственны усыхающим (сублетальное состояние) и мертвым деревьям. Деревья остальных рангов жизнеспособности занимают по этому параметру промежуточное положение. За критерий оценки жизнеспособности деревьев принимается разность температур между заданными точ-

ками стволов или между заданной точкой и корнеобитаемым слоем почвы на глубине 0,7 м, выраженная в относительных единицах. За 100% принимается разность температур между заданными точками стволов деревьев здоровых и летально поврежденных или разность температур между заданной точкой стволов летально поврежденных деревьев и корнеобитаемым слоем почвы на глубине 0,7 м. Практическая шкала термоэкспресс-метода для ранней диагностики жизнеспособности деревьев сосны, построенная с учетом температуры корнеобитаемого слоя почвы, имеет вид: здоровые деревья до 30%, слабо и средне поврежденные – 30–50%, сильно поврежденные — 50–65%, усыхающие — более 65%.

**Объекты исследования.** Объектами исследования по данной работе являются деревья различных категорий жизнеспособности, ослабленные в результате воздействия неблагоприятных факторов среды (избыточное увлажнение, чрезмерная рекреация, техногенное воздействие и др.). Можно использовать лесные культуры, созданные по разным технологиям и самосев этих пород, саженцы, пересаженные в различные агротехнические сроки, посадочный материал с различными сроками хранения.

**Оборудование, материалы.** В качестве измерительных приборов для оценки величины импеданса растительных тканей используются омметры переменного тока с батарейным питанием с диапазоном измерения до 600 кОм и рабочей частотой 1-5 кГц и электродный датчик от электронного влагомера древесины ЭВ-2К. Измерения биоэлектрических потенциалов производятся высокоомным милливольтметром постоянного тока с электрометрическим усилителем. Для измерения температуры растительных тканей используются термометры электрические с датчиками температуры на основе малогабаритных полупроводниковых терморезисторов, также необходим психрометр аспирационный МВ-4, пробочные сверла, линейка, часы, люксметр Ю-16, микродрель, сверла диаметром 2,0–4,2 мм, технический вазелин, рулетка 10 м, компас.

**Ход работы.** Измерительный процесс начинается с введения электродов в прикамбиальный комплекс тканей опытных деревьев. В точках

замера импеданса или БЭП необходимо при помощи пробочного сверла или скальпеля обеспечить доступ к прикамбиальным тканям ствола, производя при этом минимальные по размерам повреждения ствола дерева. При освоении методик, на основе визуальной оценки или с учетом уже имеющейся информации, составить группы деревьев различной жизнеспособности, незначительно отличающиеся по диаметру стволов. Представительство деревьев в каждой группе состояния (здоровые, средне ослабленные и др.) не менее 3—5 штук.

Если в эксперимент включены деревья, стволы которых покрыты коркой, необходимо эту корку в точках измерения импеданса прикамбиальных тканей ствола удалить с помощью пробочного сверла диаметром 8 мм, обеспечив тем самым доступ электродов датчика к лубу и другим тканям ствола.

В подготовленные таким образом места вдавить электроды датчика на полную глубину. В каждой точке замера импеданса ПКТ произвести регистрацию этого показателя в 3—4-кратной повторности, не извлекая датчик из ствола дерева. Периодически необходимо осуществлять проверку положения нуля по шкале измерительного прибора.

Для измерения биопотенциалов применяют схему введения электродов, т.е. отведения БЭП, - корневая шейка – ствол на высоте 1,3 м;

Диагностику жизнеспособности деревьев термоэкспресс-методом можно реализовать и на объектах, где уже проводилась оценка жизнеспособности деревьев электрофизиологическими методами

что позволит сделать дополнительные выводы об области применения и информативности данных методов диагностики жизнеспособности деревьев в зависимости от типов повреждений.



Датчики температуры вводятся в водопроницающую ксилему стволов опытных деревьев через специально подготовленные скважины, соответствующие по диаметру активной части датчиков. Скважины высверливаются с северной стороны стволов на высоте 1,3 м для деревьев диаметром 15 см и более и на высоте 0,7–0,5 м для деревьев меньших диаметров. Глубина введения датчиков температуры в водопроницающую ксилему деревьев, имеющих диаметр до 20 см, определяется как 0,5 ширины водопроницающей зоны, а для деревьев диаметром более 20 см глубина введения датчиков в ксилему составляет 4,0 см. Для обеспечения лучшего теплового контакта с внутренними стенками скважины активная часть датчиков смазывается техническим вазелином. Снятие показаний прибора по каждому датчику температуры производится через 5 минут после их введения в древесину ствола, что необходимо для исключения тепловой инерции датчиков. Повторность опыта 5–7-кратная.

При выполнении данной работы необходимо вести регистрацию опытных деревьев и условий их произрастания, диапазона измерений, даты и времени производства измерений и основных параметров окружающей среды (относительной влажности и температуры воздуха, температуры почвы на глубине 0,7 м, освещенности).

**Методы обработки и оформления.** На основании полученных эмпирических данных опытные деревья распределяются по категориям состояния, учитывая, что если величина импеданса ПКТ ствола на 50–70% выше, чем у здоровых (контрольных) деревьев, то это свидетельствует о средней степени ослабления. При увеличении значения импеданса на 100% и более деревья относятся к категории сильно ослабленных. При оценке по величине БЭП к лучшим деревьям, имеющим интенсивный обмен веществ и высокую жизнеспособность, относят деревья с наиболее высокими значениями биоэлектрических биопотенциалов.

**Обсуждение и анализ результатов исследований.** На основании измерений биоэлектрических показателей определяется соотношение деревьев разных категорий состояния, проводится сравнительная оценка применяемых технологий по данным показателям.

В качестве примера анализа результатов в табл. 2.23 приведены

данные измерений импеданса ПКТ в культурах сосны, созданных с применением различных видов посадочного материала.

Из приведенных данных следует, что в культурах, созданных крупномерными сеянцами, количество ослабленных деревьев значительно выше и составляет почти 21% от числа всех растений. В культурах, созданных 2-летними сеянцами, таких растений всего около 4%.

Таблица 2.23. **Распределение саженцев сосны обыкновенной по ступеням значений импеданса ПКТ стволов на основе массовых измерений. Возраст культур 5 лет, ТЛУ – А<sub>2</sub> (свежий бор)**

Вид посадочного материала	Единицы измерения	Ранг состояния			
		лучшие	хорошие	средние	ослабленные
		Ступени импеданса ПКТ ствола, кОм			
		25–45	46–55	56–75	76–95
Крупномерные сеянцы	%	3,8	24,5	50,8	20,9
Стандартные сеянцы	%	49,0	23,5	19,6	3,9

Раскопка корневых систем показывает, что при посадке крупномерных сеянцев под меч Колесова из-за несовершенства агротехники и некачественной заделки количество ослабленных растений с деформированной корневой системой значительно больше.

**Выводы и рекомендации.** На основе проведенных исследований можно рекомендовать при использовании крупномерного посадочного материала производить более качественную обработку почвы и качественную посадку без загибов корней, которая приводит к их деформации и нарушениям водного режима, что диагностируется по показателям значений импеданса ПКТ.

Результаты проведенных комплексных эколого-физиологических исследований свидетельствуют, что диагностика состояния деревьев при деформации корневых систем возможна приборными методами по значениям импеданса ПКТ и температуры стволов, величинам БЭП.

### **Контрольные вопросы**

1. Как соотносятся данные по величинам импеданса ПКТ с морфометрическими признаками опытных деревьев (цвет и размеры листьев, длина побегов за последние 2–3 года и др.)?

2. Отличаются ли по величинам импеданса ПКТ деревья одинаковых рангов жизнеспособности, но разного возраста, разной породы?
3. Каких величин достигает амплитуда БЭП опытных деревьев?
4. Отличаются ли деревья с разными значениями величин БЭП по внешним морфометрическим признакам (цвет и размеры листьев, приросты побегов и др.)?
5. Каковы основные теоретические положения метода оценки жизнеспособности деревьев по тепловым параметрам стволов?
6. В какие календарные сроки, в какое время суток и при каких погодных условиях термоэкспресс-метод ранней диагностики жизнеспособности древесных растений обладает наибольшей информативностью?

#### **Рекомендуемая литература**

1. Карасев, В.Н. Физиология растений: учебное пособие /В.Н. Карасев. – Йошкар-Ола:МарГТУ, 2001. – 304 с.
2. Коловский, Р.А. Биоэлектрические потенциалы древесных растений /Р.А. Коловский. – Новосибирск: Наука, 1980. – 176 с.
3. Рутковский, И.В. Применение электрофизиологических методов в лесовыращивании /И.В. Рутковский, Ф.В. Кишенков // ЭИ ЦБНТИ Гослесхоза СССР. — Лесоведение и лесоводство. — 1980. – Вып. 3. — 40 с.
4. Шеверножук, Р.Г. Функциональная диагностика адаптивных свойств растений и перспективы ее использования в лесной селекции: автореф. д-ра с.- х. наук /Р.Г. Шеверножук. – Брянск, 1997. – 35 с.

#### **2.8. Методика проведения исследовательской работы на тему «Изучение основных таксационных характеристик лесных насаждений»**

Составитель: Бажин О.Н.

**Цель работы:** изучение основных таксационных характеристик от-



дельного дерева и насаждения в целом.

**Задачи:**

1. Знакомство с таксационными приборами и инструментами, способами и методами изучения основных таксационных характеристик;
2. Установление средних таксационных характеристик отдельного растущего дерева;
3. Определение лесоводственно-таксационной характеристики насаждения;

**Общие теоретические вопросы.** Таксация леса является наукой об учете леса во всем его многообразии и сложности, о теории и практике учета лесных ресурсов.

Целью таксации леса является изучение таксационных показателей леса, единиц наблюдения и учета, обоснование принципов и методов составления нормативов оценки лесных ресурсов на основе современных информационных технологий.

Объектами учета леса по мере их усложнения выступают:

- срубленные отдельные деревья, их части и совокупности;
- отдельные растущие деревья, их части и совокупности;
- древостой элемента леса и поколения; ярус и насаждение;
- совокупность древостоев в стратах и хозяйственных секциях;
- лесосечный фонд;
- лесной фонд.

Объекты учета леса характеризуются разнородными, специфически таксационными связями и закономерностями, различаются по сложности и трудоемкости лесочетных работ и по получаемым результатам.

Участок леса, однородный по древесной, кустарниковой растительности и живому напочвенному покрову, в лесной таксации называется насаждением.

Насаждение, или фитоценоз, выступает как часть лесного биогеоценоза и представляет собой единство почвенно-грунтовых условий и лесной растительности. Оно состоит из следующих взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов:

- а) древостой – совокупность деревьев элементов (поколений) леса и яруса, являющихся основным компонентом насаждения. Представляет

собой главнейший объект лесной таксации, определения количества и качества содержащейся в нем древесины, характеристики его роста, состояния и т.п.;

б) подрост – молодое поколение древесных растений под пологом леса (или на вырубках), способное сформировать древостой. Высота подроста составляет в одновозрастном древостое менее  $1/3$  его средней высоты. В разновозрастном лесу она не превышает 4-8 м и не достигает  $1/4$  средней высоты первого яруса;

в) подлесок – кустарники, реже древесные породы, произрастающие под пологом леса и не способные в данных условиях местопроизрастания образовать древостой;

г) живой напочвенный покров – совокупность мхов, лишайников, травянистых растений и полукустарников (кассандра, багульник, черника и др.), покрывающих почву под пологом леса.

В понятие насаждения неразрывно входят лесорастительные условия – комплекс климатических, гидрологических и почвенных факторов, определяющих условия роста леса.

Все компоненты насаждения тесно взаимосвязаны между собой. Характер их взаимосвязей обуславливается рядом природных факторов (лесорастительный район, состав пород древостоя, возраст и густота леса, тип леса и др.).

При выборе единиц измерений в объектах учета леса и их обозначений таксация леса руководствуется международной системой СИ.

Длина срубленного дерева ( $L, l$ ) измеряется с точностью до 0,1 м; высота ствола ( $H, h$ ) – 0,1 м; диаметры на различных высотах ствола ( $D, d$ ) – 0,1 см; площади поперечных сечений ( $g, \gamma$ ) – 0,0001 м<sup>2</sup>; объем ствола или его части ( $V, v$ ) – 0,0001 м<sup>3</sup>; возраст дерева ( $A, a$ ) – 1 год; сумма площадей поперечных стволов ( $\Sigma G, \Sigma g$ ) – 0,1 м<sup>2</sup>/га; запас насаждения ( $M$ ) – 10 м<sup>3</sup>/га; число деревьев на единице площади ( $N, n$ ) – шт./га; площадь земель ( $S$ ) – 0,1 га и т.п.

Кроме отмеченных данных, при оценке отдельных деревьев определяют следующие таксационные признаки: коэффициенты формы ( $q$ ) – с точностью до 0,01; видовые числа ( $f$ ) – 0,001; приросты таксационных показателей ( $Z$ ) и их изменения ( $\Delta$ ) – в тех же единицах учета, что и

сами показатели. В отдельных случаях могут быть выявлены также площадь проекции, протяженность по стволу и объем кроны, и некоторые другие специфические показатели.

В таксации леса при измерениях широко применяются различные приборы и инструменты, предназначенные для определения величин тех или иных таксационных показателей отдельных деревьев и древостоев. Они построены на различных принципах работы. Измерение диаметров стволов с различной погрешностью проводится приборами, основанными на следующих построениях:

1) перенос конечных точек диаметра на измерительную линейку при помощи неподвижной и подвижной ножек (визирного луча) прибора (мерные вилки типа ВМ-1 – Никитина, Якимовича, Андреева). Погрешность измерений  $\pm 0,1$  см;

2) измерение диаметра при помощи двух касательных к дуге окружности ствола (мерные вилки типа ВМ-2 – Зайченко). Погрешность измерений  $\pm 1$  см;

3) измерение диаметра по длине биссектрисы угла, охватывающего ствол дерева (мерные вилки типа ВМ-3 – Хруста). Погрешность измерений  $\pm 2-4$  см;

4) использование закона тонких линз физики (дендрометры – Вименаура, Биттерлиха). Погрешность измерений  $\pm 0,5-1$  см;

5) обмер длины окружности ствола  $C$  в см:

$$d = C / \pi ; \quad (1)$$

6) метод фотографии древесного ствола;

7) лазерное измерение двух образующих ствола с использованием ЭВМ.

Для определения диаметров заготовленных сортиментов на лесных складах применяются мерные скобы.

Измерение высот деревьев проводится приборами, основанными также на различных принципах работы:

1) использующие принцип геометрического подобия треугольников с разными базами прибора (мерная вилка, высотомеры Фаустмана, Вейзе, Христена, Макарова, десятичный высотомер и т.п.). Погрешность измерений  $\pm 0,5-1$  м;

2) базирующиеся на тригонометрических построениях (высотомеры Блюме-Лейса, Хага, Никитина, Суунто, ВЛ, эклиметр и т.п.). Погрешность измерений  $\pm 0,5$  м;

3) опирающиеся на оптические законы физики (высотомер Анучина). Погрешность измерений  $\pm 1$  м;

4) по аэрофотоснимкам с измерением разности продольных параллаксов. Погрешность измерений  $\pm 1$  м;

5) системой радиовысотомеров с различными диапазонами радиоволн с самолетов и вертолетов;

6) лазерное измерение с летательных аппаратов.

При измерении длины ствола и его частей используются рулетка, мерная лента, складной метр, мерный шест и пр.

Для определения возраста и прироста растущих деревьев по диаметру применяются возрастные и приростные буравы.

К числу прочих приборов относятся лупы измерительные, специальный микроскоп Эклунда для измерения ширины годичных колец, микродендрометр Карлберга и дендроаукограф Попеску-Зелетине для определения хода роста дерева по толщине в течение вегетационного периода и некоторые другие.

Таблица 2.24. Классификация древостоев и таксационных показателей насаждений

Компоненты насаждений как фитоценоза	Виды древостоев по лесоводственным признакам	Таксационные показатели		
		элемента леса	древостоя яруса	насаждения

1. Древостой 2. Подрост 3. Подлесок 4. Живой напочвенный покров 5. Лесорастительные условия (положение, рельеф, почва) 6. Ресурсы недровесного сырья	1. По происхождению: естественные и искусственные; семенные и вегетативные. 2. По составу пород: чистые смешанные. 3. По особенностям полога крон деревьев: простые сложные. 4. По возрасту слагающих деревьев: одновозрастные – О. условно одновозрастные У.О. условно разновозрастные У.Р. разновозрастные – Р. 5. По сложности строения: элемент (поколение) леса сочетание элементов (поколений) леса	1. Породы 2. Средний возраст $A_{cp}$ 3. Средний диаметр $D_{cp}$ 4. Средняя высота $H_{cp}$ 5. Сумма площадей сечения на 1 га $\Sigma G$ 6. Запас на 1 га $M$ 7. Средний коэффициент формы стволов $cp. q_2$ 8. Среднее видовое число $F_{cp}$ 9. Выход сортиментов и класс товарности 10. Показатели прироста древостоя $Z$	1. Состав древостоя 2. Средняя высота ср. $N_{cp}$ 3. Сомкнутость полога $S_{пол}$ , густота $N$ , га, или $l_{cp}$ , полнота $p$ 4. Запас на 1 га $M_{др}$ 5. Товарная структура запаса древостоя яруса 6. Прирост запаса на 1 га $Z_{Mдр}$	1. Преобладающая порода 2. Класс возраста 3. Класс бонитета 4. Тип леса и тип лесорастительных условий.
---	---	--	---	--

**Средний возраст древостоя.** В практике лесоучетных работ средний возраст древостоя определяется глазомерным способом (придерживаясь для этого служат морфологические показатели средних деревьев элементов и поколений леса), либо инструментально, с помощью возрастного бурава.

Средний возраст древостоя элемента и поколения леса имеет важное лесотаксационное и лесохозяйственное значение. Он является основным входом во многие таблицы оценки леса (прироста запаса древостоев, хода роста насаждений, некоторые сортиментные и товарные таблицы и др.). По его значению, средней высоте и происхождению древостоя определяется класс бонитета насаждения. Средний возраст характеризует возрасты спелостей и рубки леса, служит основанием для проведения различных мер по уходу за лесом.

В целях удобства учета возраста леса установлены классы возраста, продолжительность которых принята:

а) для хвойных и семенных твердолиственных пород (дуб, бук, граб, клен, ильмовые и др.) – 20 лет;

б) для мягколиственных и порослевых твердолиственных пород – 10 лет;

в) для быстрорастущих пород при организации хозяйства в них (осокорь, ива, тополь и др.) – 5 лет.

Классы возраста обозначаются римскими цифрами.

Для целей организации хозяйства на основе классов возраста и установленного возраста рубки проводится распределение насаждений по группам возраста: молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные.

**Средний диаметр древостоя.** В лесной таксации к дереву, характеризующемуся средним диаметром, согласно теории среднего дерева элемента леса, предъявляется требование, чтобы оно было средним по всем другим таксационным показателям и, в первую очередь, – по площади сечения и объему ствола, чтобы от умножения его объема на число деревьев получился запас древостоя.

В практике средний диаметр определяется глазомерно с точностью до  $\pm 2$  см при его значениях до 32 см и до  $\pm 4$  см – при больших величинах. При научных исследованиях на пробных площадях он устанавливается с точностью до 0,1 см. Средний диаметр отдельного дерева определяется при помощи мерной вилки.

**Средняя высота древостоя.** За среднюю высоту древостоя элемента леса  $H$  в лесной таксации принимается ее значение, соответствующее дереву со средним таксационным диаметром.

При научных исследованиях на пробных площадях средняя высота древостоя определяется с точностью до 0,1 м. Эта же точность сохраняется при перечислительной таксации леса. С целью повышения точности в таксации леса используются приборы-высотомеры.

С учетом характера изменчивости высот  $H_{cp}$  древостоя элемента леса по таксационному участку (выделу) определяется по замерам 3-5 средних по высоте деревьев из одной средней ступени толщины.

**Сумма площадей сечения древостоя.** Сумма площадей сечения древостоя – это общая сумма площадей сечений всех его деревьев на высоте 1,3 м на площади 1 га. Она наиболее точно определяется путем замера площади сечения  $g_{1,3}$  каждого дерева или же перечетом деревьев на таксируемой площади по ступеням толщины и путем определения их сумм площадей сечений по вспомогательным таблицам.

В 1948 году В. Биттерлих теоретически обосновал и сконструировал полнотмер (Winkelzahlprobe) для определения сумм площадей сечения древостоя – прицельную линейку с рамкой на конце. Длина базиса прибора предусмотрена 1,0 м, а раствор шаблона – 2 см.

Исходя из принципа Биттерлиха, проф. Н.П. Анучин предложил таксационную призму для определения сумм площадей сечения древостоя на 1 га.

Для получения достаточно правильной величины  $\Sigma G$  древостоя на 1 га на каждом таксационном участке подсчет деревьев по принципу углового визирования проводится в нескольких местах, расположенных по ходовой линии на равном расстоянии друг от друга, или в типичных условиях леса.

**Запас древостоя элемента (поколения) леса** – это общее количество древесины, заключенное в его деревьях, или общий их объем на 1 га площади. Различают также запас древостоя элемента (поколения) на участке леса как количество древесины древостоя на всей площади таксационного выдела. Он измеряется в м<sup>3</sup> или десятках м<sup>3</sup> (в декастрах).

Существуют следующие виды запаса древостоя элемента (поколения) леса:

- а) общий запас – сумма объемов древесины всех стволов древостоя;
- б) эксплуатационный запас – часть общего запаса, сумма объемов древесины деревьев, пригодных по своим размерам и качеству для заготовки необходимых сортиментов;
- в) ликвидный запас – часть эксплуатационного запаса, за вычетом отходов древесины в процессе лесозаготовок, запаса семенников и семенных куртин, участков леса с запасом менее 40 м<sup>3</sup> на 1 га и запасов ценных пород, запрещенных к рубке.

**Ярус насаждения** – это совокупность деревьев элементов и поколений леса, входящих в один горизонтальный полог насаждения. Ярусность возникает как следствие различий в биологических свойствах древесных пород насаждения или из-за разновозрастности древостоя. Ярус, составляющий наибольшую по запасу часть насаждения или имеющий особо важное хозяйственное значение, является основным. Его таксационными показателями характеризуется насаждение в целом.

Остальные ярусы второстепенные. Таксационная характеристика по элементам леса дается для каждого яруса в отдельности.

**Состав древостоя яруса.** Для яруса устанавливается состав его древостоя, характеризующий долю участия деревьев каждого элемента и поколения леса в общем запасе яруса.

Состав древостоя записывают в виде формулы, состоящей из коэффициента состава рядом с заглавными буквами названий пород, к которым они относятся. В целях удобства весь запас яруса принимают за 10 (на Дальнем Востоке – 100). При этом коэффициент состава в лесоустроительной практике обозначается целыми числами, а при научных исследованиях на пробных площадях – с учетом десятых долей (0,1). Если участие породы в общем запасе яруса составляет 2...5 %, то перед его названием проставляется знак «плюс (+)», меньше 2 % – знак «ед. (единично)».

Сокращенно породы обозначаются по первым буквам, в необходимых случаях – с добавлением второй и даже третьей согласной буквы породы. Например: сосна – С; ель – Е; пихта – П; лиственница – Л; кедр – К; дуб – Д; ясень – Я; ильм – Ил; береза – Б; осина – Ос; липа – Лп; ольха черная – Олч; ольха серая – Олс и др.

Коэффициенты состава яруса, когда неизвестны запасы отдельных элементов леса, вычисляют через  $\Sigma G$  элементов (поколений):

$$K_{эл} = \frac{\Sigma G_{эл} \cdot 10}{\Sigma G_{яр}}.$$

**Класс бонитета** характеризует качество условий местопроизрастания леса, степень пригодности почвенно-грунтовых условий для произрастания насаждений данной породы. Классы бонитета обозначаются римскими цифрами. Приняты 7 основных классов: Ia, I...V, Va. Высший класс характеризует наилучшие условия роста для древостоев данной породы, а низший – наиболее плохие. Насаждения Va и ниже классов бонитета при организации хозяйства относятся к особой категории покрытых лесом земель. Одни и те же почвенно-грунтовые условия для разных пород могут характеризоваться разными классами бонитета. Определяется по общепониманной шкале проф. М.М.Орлова.

**Тип лесорастительных условий** – это совокупность однородных



климатических, гидрологических и почвенных факторов на покрытых и непокрытых лесом участках, определяющих условия роста леса. В лесоучетных работах он описывается по эдафической сетке проф. П.С. Погребняка, основанной на составе и степени влажности почв.

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

**Объект исследования.** Объектом исследования из вышеперечисленных может быть отдельное срубленное или растущее дерево, а также древостой элемента леса и насаждение в целом.

#### **Оборудование, материалы и реактивы**

Для определения средних таксационных показателей отдельного растущего дерева и древостоя элемента леса необходимы:

1. Приборы и инструменты (мерная вилка, возрастной бурав, высьтомер, калькулятор, полнотомер Биттерлиха или призма Анучина, бус-соль, мерная лента).
2. Набор нормативно-справочной информации (ОСТ 56-69-83) и табличный материал.
3. Рабочие тетради, набор бланков для таксации на пробной площади (ПП)

**Ход работы.** Весь комплекс работ по установлению лесоводственно-таксационной характеристики насаждения можно поделить на два этапа.

1 этап – это работы непосредственно в лесу (инструментальная, глазомерная и перечислительная таксация).

2 этап - обработка полученной в лесу первичной информации и вычисление искомых характеристик насаждения, а также построение логических выводов и рекомендаций.

При осуществлении работ в лесу требуется заложить пробную площадь. Пробная площадь – это участок леса, являющийся средним по всем таксационным показателям, условиям местопроизрастания и хозяйственным мероприятиям или же заложенный статистическим образом, подвергнутый детальной перечислительной или измерительной

таксации.

В при нормальной полноте (0,8) леса размер пробной площади в молодняках устанавливается в 0,1 га; средневозрастных древостоях – 0,25 га; в спелом лесу – 0,5 га; старых древостоях – 1,0 га; редких древостоях – 2,0 га и более.

Правила закладки прямоугольных пробных площадей и проводимые на них работы в процессе лесоустройства регламентируются ГОСТ 16128-70 и ОСТ 56-69-83.

На втором этапе, при камеральных работах, необходимо провести обработку информации полученной в лесу, согласно ОСТ 56-69-83.

**Методы обработки.** Методы обработки лесотаксационной информации регламентированы ОСТ 56-69-83, а также приведены в учебной и вспомогательной литературе приведенной в списке используемых источников.

Основная часть методов обработки касается математических расчетов по формулам с использованием справочных таблиц и построением графиков.

**Обсуждение и анализ (на примере).** В результате работ в лесу и обработки материалов пробной площади исследователь должен получить лесоводственно-таксационную характеристику насаждения (в полном или упрощенном вариантах). На ее основе дается заключение о состоянии насаждения, его качественных и количественных характеристиках и если это необходимо лесоводственном уходе.

В качестве примера можно привести следующую лесоводственно-таксационную характеристику: возраст 74 года; высота 24,4 м; диаметр 28,9 см; сумма площадей сечения  $26,6 \text{ м}^2$ ; запас  $284 \text{ м}^3/\text{га}$ ; состав 8С2Б; тип леса сосняк кислично-липняковый.

**Выводы:** 1. Преобладающей породой в насаждении является сосна, так как коэффициент состава равен 8, а насаждение считать хвойным;

2. Класс возраста IV (для хвойных пород продолжительность класса возраста 20 лет);

3. Происхождение семенное (хвойное насаждение);

4. Класс бонитета II (по шкале Орлова);

5. Древостой по возрасту приспевающий.

6. Условия для роста и развития древостоя благоприятные, так как тип леса сосняк кислично-липняковый.

7. Возможный лесоводственный уход – это оставление на дорастивание до возраста рубки.

### **Выводы и рекомендации**

Работы по таксации леса являются достаточно трудоемкими и поэтому в процессе работы по определению таксационной характеристики рекомендуется проведение расчета только основных показателей: диаметра, возраста, высоты, запаса, типа леса и т. д.

На их основе возможно в достаточной степени разносторонне охарактеризовать насаждение в целом и дать обоснованные рекомендации по возможному лесоводственному уходу.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте характеристику насаждения и составляющих его компонентов.
2. В чем проявляются различия между элементом и поколением леса?
3. Охарактеризуйте существующую классификацию древостоев насаждения по лесоводственным признакам.
4. Как определяется средний возраст древостоя элемента (поколения) леса?
5. Каким образом определяется средний диаметр древостоя элемента леса?
6. Как определяются средние высоты древостоев элементов леса и яруса?
7. Как определяется и применяется в лесочетных работах сумма площадей сечений древостоев элементов леса?
8. Охарактеризуйте существующие виды запаса древостоев элементов леса и яруса.
9. Как определяется класс бонитета насаждения, какие недостатки выявлены в общепониманной шкале проф. М.М. Орлова? Перечислите направления в совершенствовании методов бонитирования леса.

### **Рекомендуемая литература**

1. Верхунов П.М. Морфология лесных насаждений: учеб. пособие /П.М. Верхунов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1984. – 107с.
2. Лесоводство. Термины и определения. ОСТ 56-108-98. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1994. – 57 с.
3. Общесоюзные нормативы для таксации лесов/ В.В. Загреев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко, Н.Н. Гусев, А.Г. Мошкалев. – М.: Колос, 1992. – 495с.

4. Орлов М.М. Лесная таксация. – 3-е изд., пересмотр. и доп. – Л.: Изд-во журн. “Лесн. хоз-во и лесн. пром-сть”, 1929. – 532с.
5. Площади пробные лесостроительные. Метод закладки. ОСТ 56-69-83. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. – 60 с
6. Таксация леса: учебное пособие / П.М. Верхунов, В.Л. Черных. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2007. – 396 с.
7. Соколов П.А. Таксация леса. Часть 1. Таксация отдельных деревьев: учебное пособие / П.А. Соколов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 84 с.
8. Соколов П.А. Таксация леса. Часть 2. Таксация отдельных деревьев: учебное пособие / П.А. Соколов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 116 с.