

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Красноярский государственный аграрный университет

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
по проведению научно-исследовательской работы студентов

**Красноярск 2016**

*Рецензент:* В.Б. Новикова, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и естествознания Института агроэкологических технологий Красноярский ГАУ

*Составители:* Н.В. Фомина, Н.В. Кригер

Методические рекомендации к проведению научно-исследовательской работы по направлению 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» / Фомина Н.В., Кригер Н.В. - Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 93 с.

Методические рекомендации содержат краткое руководство по проведению научно-исследовательской работы студентов, обучающихся по направлению 35.03.10 «Ландшафтная архитектура».

В методических рекомендациях представлена тематика научно-исследовательских работ, установлены сроки их сдачи на проверку научному руководителю, подробно описана общая структура отчета, описаны требования к нему, включен материал, содержащий основные методики для комплексного и экспресс-анализа урбоценозов и фитоценозов.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Красноярского государственного аграрного университета

© Красноярский государственный аграрный университет, 2016 г

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	6
1. Цель и задачи научно-исследовательской работы .....	6
2. Место НИР в структуре образовательной программы .....	6
4. Содержание научно-исследовательской работы .....	9
5. Примерные темы научно-исследовательской работы студентов: .....	10
6. Задание .....	11
7. Форма отчетности по научно-исследовательской работе.....	12
8. Руководство научно-исследовательской работой.....	12
9. Вопросы для защиты отчета по НИР .....	12
10. Документы необходимые для аттестации по практике .....	13
10.1. Правила оформления презентаций и докладов.....	13
10.2. Общие требования, структура отчета и правила его оформления ..	17
11. Образовательные технологии .....	20
12. Учебно-методическое и информационное обеспечение НИР .....	20
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	25

## ВВЕДЕНИЕ

Научно-исследовательская работа студентов является одним из типов производственной практики и обязательным этапом в их обучении. Данный вид работы охватывает почти все формы учебной деятельности от отработки навыков правильного написания рефератов на основе изучения научной литературы по конкретной теме до подготовки научных работ и докладов по тематике научной работы выпускающей кафедры

Методика постановки и проведения научно-исследовательской работы (НИР) в учебном процессе определяется спецификой вуза, его научной и материально-технической базой.

В высших учебных заведениях исследовательской работе предшествует специальный курс по основам научных исследований. Инновационное решение неординарных научных задач невозможно без овладения методами научного познания, знакомство с логикой исследовательского процесса, опыта анализировать и предвидеть его дальнейшее развитие.

Научная подготовка необходима будущему специалисту не только в исследовательской работе. Все виды практик также нуждаются в отработке умений определения целей и задач своей деятельности, в поиске приоритетных путей совершенствования организации различных педагогических процессов и т.п.

Спланированная организация НИР в учебном процессе способствует углубленному усвоению студентами специальных учебных дисциплин, позволяет наиболее полно проявить свою индивидуальность, сформировать собственное мнение по каждой дисциплине. При этом особое внимание уделяется привлечению студентов к сбору, анализу и обобщению лучшего практического опыта, проведению экспериментальных исследований, подготовки докладов и сообщений, представлению отчетов перед зрительской аудиторией.

На четвертом курсе уровень подготовленности студентов дает возможность проводить достаточно хорошие самостоятельные научные исследования. Благоприятные условия для этого создает учебная, в том числе творческая практика. Перед ее началом студентам рекомендуется

продумать содержание экспериментального исследования, определить его цели и методику, определить этапы поисковой работы.

Цель НИР - подготовить студента к самостоятельной научно-исследовательской работе и к проведению научных исследований в составе коллектива.

**знать:**

- методики сбора данных, их систематизации и обработки;

**уметь:**

- организовывать и проводить научные исследования, анализировать необходимую информацию, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения;

**владеть:**

- навыками систематизации и анализа результатов работы, составления заключений, отзывов.

Научно-исследовательская работа бакалавров должна:

- соответствовать основной проблематике направления;
- быть актуальной, иметь научную новизну и практическую значимость;
- основываться на современных теоретических, методических и технологических достижениях отечественной и зарубежной науки и практики;
- использовать современную методику научных исследований;
- базироваться на современных методах обработки и интерпретации данных средствами информационных и коммуникационных технологий.

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **1. Цель и задачи научно-исследовательской работы**

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» научно-исследовательская работа студентов является обязательным разделом основной профессиональной образовательной программы по вышеуказанному направлению и нацелена на формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и целями данной программы.

Целями научно-исследовательской работы бакалавров являются:

- расширение, углубление и закрепление профессиональных знаний, полученных в учебном процессе;
- подготовка выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

Задачи научно-исследовательской работы студентов:

- исследование ландшафтов, объектов ландшафтной архитектуры и их компонентов по заданным методикам и анализ полученных результатов;
- проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.

### **2. Место НИР в структуре образовательной программы**

Научно-исследовательская работа является одним из типов производственной практики Блока 2«Практики», который в полном объеме относится к вариативной части ОПОП студента по направлению подготовки 35.03.10 «Ландшафтная архитектура».

Для успешного выполнения НИР студент должен владеть знаниями профильных дисциплин. Научно-исследовательская работа проводится в индивидуальном порядке, в соответствии с индивидуальным планом, в сроки, предусмотренные учебным планом и графиком подготовки.

Общая трудоемкость выполнения НИР составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Промежуточный контроль выполнения НИР осуществляется в конце 7 семестра в форме дифференцированного зачета. Отчет в виде доклада и презентации на мини-конференции.

Форма проведения практики - стационарная.

Место и время проведения практики НИР: проводится в рамках производственной практики в конце 7 семестра. Сбор материала для исследований осуществляется в соответствии с индивидуальными заданиями.

Обработка и анализ – лаборатории кафедр Института агроэкологических технологий.

### **3. Компетенции, формируемые в результате выполнения НИР**

В процессе выполнения научно-исследовательской работы формируются следующие компетенции бакалавров:

- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-3);
- владением основными способами и средствами графической подачи проектной документации и навыками изобразительного искусства (ОПК-4);
- способностью проведения ландшафтного анализа, оценки состояния растений на этапе предпроектных изысканий (ОПК-5);
- способностью к проектированию объектов ландшафтной архитектуры с целью формирования комфортной городской среды (ОПК-6);
- способностью к воплощению проектов от этапа организации строительства и инженерной подготовки территории до сдачи объекта в эксплуатацию (ОПК-7)
- готовностью обосновать технические решения и обеспечить организацию всех видов строительных работ на объектах ландшафтной архитектуры и в декоративных питомниках (ПК-1);
- готовностью назначать и проводить мероприятия по содержанию объектов ландшафтной архитектуры (ПК-2);

- готовностью реализовывать технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур, газонов в открытом и закрытом грунте (ПК-3);
- способностью правильно и эффективно выполнять мероприятия по сохранению насаждений в интересах обеспечения права каждого гражданина на благоприятную окружающую среду (ПК-4);
- готовностью к выполнению работ по инвентаризации на объектах ландшафтной архитектуры и мониторинга их состояния (ПК-5);
- готовностью участвовать в управлении объектами ландшафтной архитектуры в области их функционального использования, охраны и защиты (ПК-6);
- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК-7);
- способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации и нормировании труда (ПК-8);
- способностью осуществлять технический и авторский надзор и контроль за соблюдением основных принципов законодательства Российской Федерации и иных нормативных правовых актов, исчислять размер вреда, причиненного вследствие их нарушения (ПК-9);
- способностью организовывать работы на предприятиях различной формы собственности, и проводить эффективный менеджмент в соответствии с кодексом профессиональной этики ландшафтного архитектора (ПК-10);
- готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в области ландшафтной архитектуры (ПК-11);
- способностью применять современные методы исследования в области ландшафтной архитектуры (ПК-12);
- готовностью провести эксперимент по заданной методике, проанализировать полученные результаты (ПК-13);



- готовностью участвовать в подготовке научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований в области ландшафтной архитектуры (ПК-14);
- способностью применить творческий подход в проектировании и дизайне объектов ландшафтной архитектуры с учетом современных тенденций (ПК-15);
- способностью разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию на объекты ландшафтной архитектуры в соответствии с действующими нормативными документами, оформлять законченные проектные работы (ПК-16);
- готовностью выполнить расчеты и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием (ПК-17);
- пониманием инженерно-технологических вопросов и конструктивных решений, связанных с проектированием объектов ландшафтной архитектуры (ПК-18);
- готовностью участвовать в подготовке проектно-сметной документации, определять стоимостные параметры основных производственных ресурсов при проектировании и строительстве (ПК-19).

#### **4. Содержание научно-исследовательской работы**

**Таблица 1 – Программа выполнения научно-исследовательской работы**

№ п/п	Этапы выполнения научно-исследовательской работы	Часы
1.	Ознакомиться с современными направлениями теоретических и прикладных научных исследований в области ландшафтной архитектуры.	10
2.	Провести обоснование выбранной темы исследования: – формулировать актуальность и практическую значимость изучаемой проблемы; – провести анализ состояния и степени изученности	10

	проблемы; – сформулировать цели и задачи исследования; – сформулировать объект и предмет исследования; – выдвинуть научную гипотезу и выбрать направления исследования с использованием методических приемов.	
3.	Описать объект и методы исследования.	5
4.	Выполнить библиографический и (при необходимости) патентный поиск источников по исследуемой проблеме.	10
5.	Изучить теоретические источники, выполнить сравнительный анализ подходов к решению научной проблемы.	5
6.	Подготовить литературный обзор (теоретическую главу) по теме научно-исследовательской работы	20
7.	Провести исследование: согласно установленной тематике	10
8.	Провести обработку результатов эксперимента.	10
9.	Описать полученные результаты.	10
10.	Сделать общие выводы по результатам исследований или представить рекомендации.	5
11.	Составить презентацию по исследуемой проблематике или доклад.	5
12.	Оформить результаты проведенной научно-исследовательской работы в виде – отчета о выполнении НИР.	8
Итого		108 часов

### **5. Примерные темы научно-исследовательской работы студентов:**

- Анализ работ по вопросам благоустройства и озеленения.
- Подготовка доклада и презентации на тему: «Перспективы развития ландшафтной архитектуры в Красноярском крае».
- По предложенному экспериментальному материалу написать научную статью в соответствии с предъявляемыми требованиями.

- Фитоценотическая структура исследуемой территории (сквера, парка и т.д.).
- Биолого-экологическая оценка насаждений сквера.
- Особенности применения дикорастущих видов растений в условиях городской среды.
- Влияние загрязнений на зеленый каркас города.
- Экологическая оценка состояния биогеоценозов сквера.
- Рекультивация ландшафтов с восстановлением нарушенных земель.
- Мероприятия по рациональному использованию природных ландшафтов с учетом потребностей общества.
- Современные технологии выращивания посадочного материала (декоративных деревьев, кустарников, цветочных культур, газонов).
- Разработка газонных травосмесей для восстановления нарушенных территорий.

## **6. Задание**

После выбора темы НИР студент используя методические рекомендации, представленные в приложении должен провести следующие виды работ:

- Описать территорию согласно схеме, представленной в приложении 1);
- Таксационная характеристика.
- Провести оценку состояния древесно-кустарниковой и травянистой растительности;
- Определить рекреационную нагрузку на исследуемую территорию,
- Провести первичный экологический анализ почвы (прил.);
- Провести токсикологический анализ почвы;
- Выполнить лишеноиндикационную оценку.

## **7. Форма отчетности по научно-исследовательской работе**

Формой промежуточного контроля по (итогах производственной практики) НИР является составление и защита отчета, презентация.

## **8. Руководство научно-исследовательской работой**

Руководителем НИР студента является назначенный приказом директора научный руководитель.

В компетенцию руководителя входит решение отдельных организационных вопросов и непосредственное руководство НИР бакалавра.

Руководитель:

- проводит необходимые консультации при планировании и проведении НИР;
- обеспечивает и контролирует своевременное, качественное и полное выполнение программы НИР;
- отвечает за достоверность отчета студента и проставления оценки о выполнении НИР;
- участвует в аттестации на заседании кафедры.

## **9. Вопросы для защиты отчета по НИР**

- Характеристика объекта исследования.
- Методы исследования. Методика оценки экологического состояния зеленых насаждений (ЗН). Методы оценки состояния почвы.
- Оценка общей токсичности почвы. Агрохимический анализ почвы.
- Проведение и учет результатов в эксперименте.
- Статистическая обработка полученного материала.
- Правила оформления таблиц. Анализ научной литературы.
- Представление экспериментальных данных в виде диаграмм.
- Изложение текста и ссылки на литературные источники.
- Составление доклада и презентации.
- Правила выступления с докладом.

## **10. Документы необходимые для аттестации по практике**

Во время прохождения практики студент готовит отчет по практике или доклад и презентационное описание НИР.

### **10.1. Правила оформления презентаций и докладов**

Любая научная работа заканчивается статьей и (или) докладом на семинаре, конференции. Сотрудники собираются, чтобы обсудить научные проблемы. На таких семинарах всегда делается доклад по определенной теме. Доклад должен содержать все части научно-исследовательской работы. Это ответственный момент для докладчика. Здесь проверяются знание предмета исследования, способности проводить эксперимент и объяснять полученные результаты.

Доклад вид самостоятельной научно-исследовательской работы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Для приведения научных точек зрения необходимо изучить проблему по литературным источникам (публикациям в журналах, монографиях, авторефератах диссертаций Интернет-источникам и другим научным изданиям), приводя все цитируемые источники в списке литературы. Ссылки на научные источники являются обязательным элементом работы. Необходимо сопровождать ссылками не только цитаты, но и любое заимствованное из источника положение или цифровой материал. Допускается приводить ссылки как отдельным списком на источники, так и в подстрочном примечании.

Материалы по результатам научно-исследовательской работы должны быть представлены четко, полно и грамотно, графические материалы (таблицы, графики, схемы, иллюстрации) должны наглядно демонстрировать положения разрабатываемой темы.

Использованная литература должна располагаться в следующем порядке: источники, справочные издания, монографии и статьи, адреса сайтов в алфавитном порядке по именам их авторов. Указываются фамилия и инициалы авторов, полное название используемого

источника, место издания, наименования издательства, год издания, общее количество страниц.

Иллюстрации должны иметь название, которое помещают над иллюстрацией. Иллюстрация обозначается словом «Рис.», которое помещают после поясняющих данных. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы. Если в работе одна иллюстрация, ее не нумеруют.

Нумерация листов приложений должна быть сквозная, она является продолжением общей нумерации основного текста.

Доклад может содержать две части: текст и иллюстрации (Электронная презентация). Представление рисунков, таблиц, графиков должно быть сделано с помощью компьютера. В стандартной программе Power Point. Первый способ используется, когда вы защищаете работу перед небольшой аудиторией, можно показать картинки в тексте. Они хорошо видны с небольшого расстояния. Но при выступлении на конференции следует использовать специальные меры. Если рисовать на доске мелом, это значительная потеря времени. Каждая из частей доклада важна. Хорошо подготовленному тексту всегда сопутствует хорошая презентация. Если докладчик не нашел времени хорошо подготовить текст, то у него плохо подготовлены и иллюстрации.

### **Схема доклада. С чего начать?**

Время доклада 7 минут. После доклада - вопросы слушателей и ваши ответы (2 минуты).

Сначала должно прозвучать название работы и фамилии авторов.

Перед началом вашего доклада необходимо поприветствовать всех присутствующих в аудитории словами: «Уважаемые члены комиссии, уважаемые школьники, разрешите представить вашему вниманию доклад на тему...». Название исследовательской работы и доклада должно быть конкретным и ясно указывать, на что направлены ваши усилия. В названии доклада должно быть не более 10 слов.

### **1. Далее следует введение.**

В этой части необходимо обосновать необходимость проведения исследования и его актуальность. Другими словами вы должны доказать, что доклад достоин того, чтобы его слушали. Время для введения - примерно 1 минута. Объясните, почему важно исследовать

данную тему. Чем интересен выбранный объект с точки зрения выбранной вами науки. Заинтересуйте своих слушателей темой вашего исследования.

Необходимо рассказать, кто и где изучал эту тему ранее. Указать сильные и слабые стороны известных результатов.

## **2 Теоретическая часть.**

Эта часть обязательна в докладе, без теоретического обоснования работы обойтись нельзя. Необходимо показать сегодняшний уровень вашего понимания проблемы и на основании теории попытаться сформулировать постановку задачи. Покажите только основные соотношения и обязательно дайте комментарий. Скажите, что основная часть теории - в исследовательской работе. Время для этой части доклада - примерно 4 минуты.

## **3.Наглядно- иллюстративная часть.**

Эта часть касается электронной презентации, время которой входит в теоретическую часть. Необходимо заранее найти человека, который бы смог управлять проектором во время вашего выступления.

## **4. Методика исследования.**

Методика или способ исследования должна быть обоснованна. Поясните, покажите ее преимущества и возможности при проведении исследования.

## **5.Результаты работы.**

Перечислите основные, наиболее важные результаты работы. Поясните, что вы считаете самым важным и почему. Каким результатом можно было бы гордиться. Остановитесь на нем подробно. Расскажите, как он был получен, укажите его характерные особенности.

# **ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРЕЗЕНТАЦИИ**

## **1. Общие требования к смыслу и оформлению:**

- Всегда необходимо отталкиваться от целей презентации и от условий прочтения;

Презентации должны быть разными - своя на каждую ситуацию. Презентация для выступления, презентация для отправки по почте или презентация для личной встречи значительно отличаются.

## **2.Общий порядок слайдов:**

- Титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации;

- План презентации (5-6 пунктов - это максимум);

- Основная часть (не более 10 слайдов);

- Заключение (выводы);

- Спасибо за внимание (подпись).

### **3. Общие требования к стилевому оформлению:**

- Дизайн должен быть простым и лаконичным;

- Основная цель- читаемость, а не субъективная красота. При этом не надо впадать в другую крайность и писать на белых листах черными буквами - не у всех это получается стильно;

- Цветовая гамма должна состоять не более чем из двух – трех цветов;

- Шрифты с засечками читаются легче, чем гротески (шрифты без засечек);

- Шрифтовой контраст можно создать посредством: размера шрифта, толщины шрифта, начертания, формы, направления и цвета;

- Идеальное сочетание текста, света и фона: темный шрифт, светлый фон;

- Всегда должно быть два типа слайдов: для титульных, планов и т.п. и для основного текста;

- Каждый слайд должен иметь заголовок;

- Все слайды должны быть выдержаны в одном стиле;

- На каждом слайде должно быть не более 3-х иллюстраций;

- На каждом слайде не более 17 слов;

- Слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов;

- На слайдах должны быть тезисы - они сопровождают подробное изложение мыслей докладчика, а не наоборот;

- Использовать встроенные эффекты анимации можно только, когда без этого не обойтись. Обычно анимация используется для привлечения внимания слушателей (например, последовательное появление элементов диаграммы).

- Оформление слайда не должно отвлекать внимание слушателей от его содержательной части;



После создания презентации и ее оформления, необходимо отрепетировать ее показ и свое выступление, проверить, как будет выглядеть презентация в целом (на проекционном экране), насколько скоро и адекватно она воспринимается из разных мест аудитории, при разном освещении, шумовом сопровождении, в обстановке, максимально приближенной к реальным условиям выступления.

## **10.2. Общие требования, структура отчета и правила его оформления**

**Общие требования.** Общие требования к отчету:

- четкость и логическая последовательность изложение материала;
- убедительность аргументации;
- краткость и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначного толкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- обоснованность рекомендаций и предложений.

**Структура отчета.** Структурными элементами отчета являются:

- титульный лист;
- аннотация (реферат);
- содержание;
- перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

**Описание элементов структуры отчета.** Отчет представляется в виде пояснительной записки. Описание элементов структуры приведено ниже.

**Титульный лист отчета.** Титульный лист является первым листом отчета. Переносы слов в надписях титульного листа не

допускаются. Пример оформления титульного листа листом отчета приведен в Приложении.

**Аннотация (реферат).** Аннотация (реферат) – структурный элемент листом отчета, дающий краткую характеристику листом отчета с точки зрения содержания, назначения и результатов практики. Аннотация является вторым листом пояснительной записки отчета.

**Перечень сокращений и условных обозначений.** Перечень сокращений и условных обозначений – структурный элемент отчета, дающий представление о вводимых автором отчета сокращениях и условных обозначениях. Элемент является не обязательным и применяется только при наличии в пояснительной записке сокращений и условных обозначений.

**Содержание.** Содержание – структурный элемент отчета, кратко описывающий структуру отчета с номерами и наименованиями разделов, подразделов, а также перечислением всех приложений и указанием соответствующих страниц.

**Введение и заключение.** «Введение» и «заключение» – структурные элементы отчета, требования к ним определяются настоящей программой. «Введение» и «Заключение» не включаются в общую нумерацию разделов и размещают на отдельных листах. Слова «Введение» и «Заключение» записывают посередине страницы с первой прописной буквы.

**Основная часть.** Основная часть – структурный элемент отчета, требования к которому определяются заданием студенту к отчету. Общие требования к данному разделу следующие: основная часть состоит из нескольких подразделов, количество которых определяется числом поставленных исследовательских задач. В каждом подразделе должны быть представлены сведения о результатах учетов и наблюдений. Результаты представляются в виде таблиц и гистограмм. В конце каждого подраздела должны быть сформулированы рабочие гипотезы и перечислены методы статистического анализа, которые планируется провести для доказательства этих гипотез. В заключении основной части приводятся предварительные выводы.

**Список использованных источников.** Список использованных источников – структурный элемент отчета, который приводится в конце текста отчета, представляющий список литературы и другой

документации, использованной при составлении пояснительной записки отчета. Список использованных источников помещается на отдельном нумерованном листе (листах) пояснительной записки, а сами источники записываются и нумеруются в порядке их упоминания в тексте. Источники должны иметь последовательные номера, отделяемые от текста точкой и пробелом. Оформление производится согласно ГОСТ 7.1-2008. Ссылки на литературные источники приводятся в тексте в скобках в порядке их перечисления по списку источников или в алфавитном порядке. Во избежание ошибок, следует придерживаться формы библиографических сведений об источнике из официальных печатных изданий.

**Приложение.** Некоторый материал отчета допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, описания алгоритмов и программ, решаемых на ЭВМ и т.д. Приложения оформляют как продолжение работы на последующих листах. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения. Приложения обозначают прописными буквами или цифрами.

**Требования к оформлению листов текстовой части.** Текстовая часть отчета выполняется на листах формата А4 (210 x 297 мм) без рамки, соблюдением следующих размеров полей:

- левое – не менее 30 мм,
- правое – не менее 10 мм,
- верхнее – не менее 15 мм,
- нижнее – не менее 20 мм.

Страницы текста подлежат обязательной нумерации, которая проводится арабскими цифрами с соблюдением сквозной нумерации по всему тексту. Номер страницы проставляют в правом верхнем углу без точки в конце. Первой страницей считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется.

При выполнении текстовой части работы на компьютере тип шрифта: *Times New Roman Cyr*. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов: полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт.

Межсимвольный интервал: обычный. Межстрочный интервал: одинарный.

## **11. Образовательные технологии**

При реализации научно-исследовательской работы используются образовательные технологии: практические занятия, отражающие основные разделы, отчет по НИРС, доклад.

Для развития навыков самостоятельной научно-исследовательской работы, способностей проводить статистический анализ полученных экспериментальных данных, навыков интерпретации полученных данных студентам предлагается НИРС по одной из предложенных тем.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение НИР**

### **а) основная литература:**

1. Сокольская, О.Б. Ландшафтная архитектура: специализированные объекты: учеб.пособие для студентов вузов / О.Б. Сокольская, В.С.Теодоронский, А.П. Вергунов. - М. : Академия, 2007. – 224с.
2. Теодоронский, В. С. Ландшафтная архитектура: учеб.пособие / В.С. Теодоронский, И.О. Боговая. - М.: Форум, 2010. -304с.
3. Теодоронский, В.С. Садово-парковое строительство : учебник для студентов вузов / В.С. Теодоронский . - М. : МГУЛ, 2008. - 336с.

### **б) дополнительная**

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв .М.: МГУ, 1970. 487 с.
2. Zamora Mola Francesc, Fajardo Julio. Star Landscape Architecture. The stars of Landscape and Land Art. – Barcelona: Loft Publications, 2010. – 580 p.
3. Воронова, О.А. Ландшафтный дизайн: шаг за шагом: авторские мастер-классы / О.А. Воронова. – М.: Эксмо, 2011. – 304 с. : ил.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта /Б.А. Доспехов. М.: Колос. 1979. - 416 с.

5. Кригер, Н.В. Методы экологических исследований. Ч.1. Учеб. пособие / Н.В. Кригер, Н.В. Фомина.- Красноярск, 2007. - 220 с.
6. Кригер, Н.В. Методы экологических исследований. Ч.2. Учеб. пособие / Н.В. Кригер, Н.В. Фомина.- Красноярск, 2007. - 172 с.
7. Кригер, Н.В., Фомина, Н.В. Методы экологических исследований (биотестирование и биоиндикация) / Кригер, Н.В; Н.В. Фомина. - Красноярск.: Изд-во КрасГАУ, 2011. - 276 с.
8. Муравьев, А.Г. Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса: учебно-методическое пособие. Изд. 2-е, дополн. расширенное – СПб.: Крисмас+, 2000. – 128с.
9. Муравьев, А.Г., Каррыев, Б.Б., Ляндзберг, А.Р. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство. / А.Г.Муравьев. Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб.: Крисмас+, 2008 – 216 с.
10. Муравьев, А.Г., Пугал, Н.А., Лаврова, В.Н. Экологический практикум: учебное пособие с комплектом карт-инструкций. /А.Г. Муравьев. СПб.:Крисмас+, 2003.- 176 с.
11. Нехуженко, Наталия Александровна. Основы ландшафтного проектирования и ландшафтной архитектуры / Н. А. Нехуженко. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Питер, 2011. –192 с.
12. Разумовский, Ю.В. Ландшафтное проектирование : учеб. пособие для студентов вузов / Ю. В. Разумовский, Л. М. Фурсова, В. С. Теодоронский. – М.: ФОРУМ, 2012. – 144 с. : ил.
13. Семенов, А.А., Астафьев, В.М., Чердымова, З.И. Полевой практикум по экологии: учебное пособие для студентов вузов и учащихся старших классов.- М.: Тайдекс Ко, 2003. – 144 с.
14. Сычева, А.В. Ландшафтная архитектура : учеб. пособие для вузов / А.В. Сычева. - М. : ОНИКС 21 век, 2004. - 87 с.
15. Теодоронский, В. С.. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры : учебник для студ. вузов / В. С. Теодоронский, Е. Д. Сабо, В. А. Фролова. – 3-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2008. – 352 с.
16. Теодоронский, В.С. Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство. Вертикальная планировка озеленяемых территорий: учебное пособие для студентов вузов / В. С. Теодоронский, Б. В. Степанов; Моск. гос. ун -т леса. – 4-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. - 100 с

17. Титова В.И., Дабахова Е.В., Дабахов М.В. Практикум по агроэкологии: Учебн. пособие / Нижегородская гос. с.-х. акад. – Н. Новгород: Изд-во Волго-Вятской академии государственной службы, 2005. – 138 с.

18. Титова, В.И. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем: учеб. пособие для вузов / В.И. Титова, Е.В. Дабахова, М.В. Дабахов; Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород: Изд.-во ВВАГС, 2011. – 170 с.

19. Фатиев, М. М. Строительство и эксплуатация объектов городского озеленения: [учебное пособие для студентов вузов] / М. М. Фатиев, В. С. Теодоронский. – М.: ФОРУМ, 2011. – 240 с.: ил.

20. Фатиев, М.М. Строительство городских объектов озеленения / М.М. Фатиев. – М.: Форум: Инфра-М, 2012. – 208 с.

21. Федорова, А.И., Никольская, А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2001.- 288 с.

22. Федорос, Е.И., Нечаева, Г.А. Экология в экспериментах: учебное пособие для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений. – М.: Вентана-Граф, 2007.- 333 с.

23. Шейко В.Н., Кушниренко Н.М. Организация и методика научно-исследовательской деятельности: Учебник. - 5-е изд., М.:, 2006. - 307 с.

24. Шешко, П.С. Ландшафтный дизайн / П. С. Шешко. – Минск: Современная школа, 2009. – 368 с. : ил.

1. Architectural Digest – журнал.
2. Ландшафтная архитектура. Дизайн – журнал.
3. Ландшафтный дизайн – журнал.
4. Архитектура, строительство, дизайн – журнал.

#### **в) полнотекстовые базы данных**

1. Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» [Электронный ресурс].

Режим доступа:

<http://rucont.ru/>.

2. ЭБС znanium.com [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://www.znaniy.com/>

3. Электронная библиотека BOOK.ru [Электронный ресурс]/ ЭБС BOOK.ru. Режим доступа: <http://www.book.ru/>.
4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://aclient.integrum.ru/>.
5. Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://diss.rsl.ru/>.

#### **г) интернет-ресурсы**

1. Гильдия профессионалов ландшафтной индустрии (ГИПЛИ) – профессиональный союз производителей работ в ландшафтном дизайне. Режим доступа: <http://www.gipli.ru/>.
2. Фонд поддержки граждан и организаций, работающих в сфере создания комфортной среды обитания человека. Режим доступа: <http://www.rus.tsvetushaya.ru/>.
3. Экологические решения при укреплении склонов и армировании грунта, возведение подпорных стен, стабилизация почвенной эрозии. Режим доступа: <http://www.maccafferri.ru/>.
4. Геосинтетические материалы для ландшафтных работ на сложном рельефе. Режим доступа: <http://www.noteh.com/>.
5. Система «Зеленая кровля». Режим доступа: <http://www.temacorporation.ru/>.
6. Современные вертикальные сады. Режим доступа: <http://www.environmentalgraffiti.com/>.
7. Изделия из древесно-полимерного композита. Режим доступа: <http://www.polywood.ru/>.
10. Системы ландшафтного и архитектурного освещения. Режим доступа: <http://www.gls.ru/>.
11. СНиП 2.07.01-89\* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». Режим доступа: [http://www.know-house.ru/gost/gost3\\_1.html/](http://www.know-house.ru/gost/gost3_1.html/).
12. СНиП III-10-75 «Благоустройство территорий». Режим доступа: [http://www.know-house.ru/gost/gost3\\_1.html/](http://www.know-house.ru/gost/gost3_1.html/).

#### **д) программное обеспечение:**

- для защиты отчетов по практике– Power Point Presentation;

- для проведения практических занятий – Microsoft Word (или другой текстовый редактор), 3D Max, AutoCAD (или ArchiCAD), Adobe PhotoShop (или CorelDraw) и др.

### **13. Итоговая аттестация по практике**

Зачет с дифференцированной оценкой получает студент прошедший практику, имеющий отчет и презентацию.

Студенты, не выполнившие программу практики по уважительной причине, направляются на практику вторично, в свободное от учебы время, либо практика переносится на следующий год с оформлением соответствующего приказа.

Студенты, не выполнившие программу практик без уважительной причины, или получившие отрицательную оценку отчисляются из Университета как имеющие академическую задолженность в порядке, предусмотренном Уставом Университета.

Балльно-рейтинговая система оценки проводится по 100 балльной системе с учетом программы производственной практики.

Пример балльно-рейтинговой оценки:

- Подготовительный этап (обоснование работы и разработка схемы исследований для выполнения задания) - 10 баллов.
- Основной этап (сбор образцов и их анализ, обработка полученных результатов) 60 баллов.
- Презентация научной работы– 10 баллов.
- Доклад – 10 баллов.
- Ответы на вопросы – 10 баллов.
- Итого: 100 баллов.

К зачету допускаются студенты, полностью выполнившие программу практики, отработавшие все пропущенные дни, сдавшие дневник практики и отчет, набравшие более 60 % от максимального количества баллов в соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки на текущий период практики.



## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт агроэкологических технологий

Кафедра .....

**ОТЧЕТ**

по научно-исследовательской работе

Выполнил:

студент гр.

(подпись, дата)

Руководитель от кафедры:

(должность, ФИО)

(подпись, дата)

Красноярск 201

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

## Методика оценки экологического состояния зеленых насаждений (ЗН)

Экологическая оценка зеленых насаждений общего пользования (ЗНОП) проводится в целях получения объективной и достоверной информации о количестве и видовом составе растительности на территории объектов ЗНОП; устойчивости, жизнеспособности, поврежденности древесных растений; качестве газонов и цветников.

Результаты экологической оценки состояния ЗНОП могут быть использованы для выявления кризисных экологических ситуаций в пределах территории города, составления планов развития зеленого хозяйства и их корректировки, для определения объемов и выбора технологии создания, восстановления, реконструкции и эксплуатации объектов ЗНОП в городе, а также для удовлетворения потребностей в экологической информации городских организаций и населения.

### *Экологическая оценка объектов ЗНОП включает:*

а) обновление информации о границах ЗНОП, а также площади, занятой древесно-кустарниковой растительностью, площади газонов и цветников;

б) учет фактического количества произрастающих на этой площади древесных растений отдельно по их жизненным формам (деревья, кустарники), видам и возрастным категориям;

в) экологическую оценку состояния деревьев, кустарников, газонов и цветников;

г) интегральную оценку состояния всей растительности на объектах ЗНОП, используя коэффициент комплексной экологической оценки.

Для сбора данных проводятся полевые работы на всех объектах ЗНОП с применением методов детального (сплошного и выборочного) обследования.

*Картографирование границ объектов, подлежащих оценке.* Для определения пространственных границ объектов ЗНОП, подлежащих экологической оценке, должны быть использованы данные кадастровой съемки. В случае отсутствия данных кадастровой съемки сведения о

границах объектов могут быть получены путем картографирования с использованием оборудования, обеспечивающего субметровую точность пространственной привязки. Границы объектов также могут быть откорректированы с учетом выделенных земельных отводов и зданий.

Рекомендуется проведение работ по актуализации данных о границах объектов ЗНОП с периодичностью 1 год. Также рекомендуется проведение цифровой фотографической съемки с указанием точки и даты фотосъемки.

**Общая характеристика объекта ЗНОП** сопровождается заполнением его паспорта, в котором указывается его градостроительная категория, адрес и другие данные, содержащиеся в форме 1 (приложение 1). В паспорте указываются следующие данные:

- код объекта,
- район города, где расположен объект,
- название объекта,
- обобщенная информация по учетным деревьям,
- обобщенная информация по кустарникам,
- площадь газонов и доля занимаемой в их пределах площади тропиной сети (%),
- площадь цветников, видовой состав растений и их состояние,
- количество водных объектов и занимаемая ими площадь.

**На объектах ЗНОП проводится характеристика всех элементов растительности: деревьев, кустарников, газонов и цветников**, после чего проводится комплексная оценка экологического состояния всего объекта ЗНОП, заключающаяся в расчете интегральных показателей, отражающих жизнеспособность всех компонентов ЗНОП.

**Определение количественного, видового и возрастного состава и оценка состояния (жизнеспособности) древесных насаждений** проводится на основании перечета деревьев.

Сплошной пересчет древесности производится только на объектах, где их количество по данным паспортов не превышает 300 шт.

На объектах с количеством деревьев более 300 шт. вместо сплошного перечета деревьев закладываются линейные или прямоугольные пробные площади (ПП) размером 400 кв. м, на которых проводится сплошной пересчет древесных растений. После сбора и

обработки данных о насаждениях на ПП формируется характеристика насаждений на всем объекте.

Линейные ПП закладываются в регулярных (однорядных и многорядных) посадках вдоль улиц, магистралей, набережных и в аллеиных посадках на бульварах и скверах. Для получения достоверных данных при наблюдениях на линейных ПП с многорядными посадками в перечень включают деревья, расположенные в разных рядах и произрастающие на разном расстоянии от проезжей части и тропинок. На объектах ЗНОП нелинейной конфигурации закладываются прямоугольные ПП. Если в пределах ПП количество деревьев меньше 15, то учитываются ближайшие к ПП деревья.

Количество ПП в пределах объекта зависит от разнообразия видов и возрастных категорий древесных растений, изменчивости их состояния, характера и степени поврежденности. Минимальный размер выборки на объект - 1 ПП, максимальный - 5 ПП. Данные ПП с учетом их площади или протяженности переводят на всю площадь объекта или на всю протяженность рядовой или аллеиной посадки. Данные, характеризующие состояние насаждений на ПП, заносятся в учетную карточку (форма 2).

При перечете деревьев указываются их порода, диаметр, категория состояния, повреждения вредителями, поражения болезнями и другими негативными (в том числе антропогенными) факторами среды. В случае необходимости делаются пометки об особенностях строения кроны древесных растений и примененных к ним методах формовочной или глубокой обрезки кроны (см. форму 2).

В дополнительную отдельную ведомость заносятся данные об особо ценных экземплярах деревьев - деревьях долгожителях, уникальных по размерам и возрасту, деревьях, представляющих собой историческую (культурную) или эстетическую ценность и др.

В учетной карточке ПП (форма 2) указываются следующие параметры и показатели деревьев:

- вид древесного растения;
- диаметр ствола (см) на высоте 1,3 м;
- высота дерева (м);
- возрастная группа дерева (класс возраста 1-5): до 15 лет, 15-25 лет, 25-45 лет, 45-60 лет и старше 60 лет.

- категория состояния дерева: 1 - без признаков ослабления, 2 - ослабленное, 3 - сильно ослабленное, 4 - усыхающее, 5 - усохшее в текущем году (сухостой текущего года), 6 - сухостой прошлых лет; при наличии слома или вывала деревьев они учитываются отдельно как сломленные или ветровальные деревья. Отнесение деревьев к той или иной категории состояния проводится по комплексу биоморфологических признаков: цвету листьев и густоте кроны, наличию и доле сухих ветвей в кроне, состоянию коры, признакам заселения стволовыми вредителями и др. (см. приложение 1). Разделение усыхающих деревьев на три категории (4-6 баллы состояния) необходимо для более точной фиксации данных о динамике состояния древостоя.

При обработке учетных карточек для оценки общего состояния древостоя на объектах ЗНОП категории состояния деревьев объединяют в три группы:

I - деревья хорошего состояния - деревья 1 категории (без признаков ослабления);

II - деревья удовлетворительного состояния - 2 и 3 категории (ослабленные и сильно ослабленные);

III - деревья неудовлетворительного состояния - 4, 5 и 6 категорий (усыхающие деревья, сухостой текущего и прошлого года).

Из баллов, полученных в ходе оценки каждого дерева, вычисляется среднее арифметическое - средний балл состояния древостоя на ПП (Бсд). Это дает возможность охарактеризовать состояние древостоя на ПП одним числом, которое будет использовано при расчете коэффициента комплексной экологической оценки объекта ЗНОП. Применение шестиуровневой шкалы оценки состояния древостоя необходимо для получения более полной характеристики и отражения динамики экологического состояния древостоя как наиболее ценной и долговечной составляющей ЗНОП.

**При характеристике и оценке состояния кустарников на объекте ЗНОП указываются тип их посадки (живая изгородь, групповая, одиночная посадка), протяженность изгороди или занимаемая кустарниками площадь, породный состав растений, их средняя высота и состояние.**

В учетной карточке ПП (форма 2) указываются следующие параметры и показатели кустарников:

- вид растений,
- категория состояния:
  - 1 - без признаков ослабления (хорошего состояния),
  - 2 - удовлетворительного состояния,
  - 3 - неудовлетворительного состояния.

Отнесение кустарников к той или иной категории состояния проводится по комплексу признаков: цвету листьев и густоте кроны, наличию и доле сухих ветвей, поврежденности вредителями, болезнями и др.;

- к кустарникам 1 категории (хорошего состояния) относятся растения нормального развития, внешне здоровые, густо облиственные, с характерной для данного вида окраской и размерами листьев, без признаков заболеваний и повреждений вредителями или с единичными следами повреждений, без механических повреждений стволиков, без слома или усыхания ветвей;

- к кустарникам 2 категории (удовлетворительного состояния) относятся растения с признаками замедленного роста, с наличием усыхающих ветвей, с изреженной или измененной формой кроны, с наличием слабого (до 20%) или среднего (менее 50%) повреждения листьев и побегов вредителями и болезнями;

- к кустарникам 3 категории (неудовлетворительного состояния) относятся переросшие или заметно ослабленные растения, с измельченной листвой или изреженной кроной, со значительной степенью усыхания ветвей более 50%, могут быть признаки поражения листвы, ветвей и стволиков вредителями и болезнями.

Общая оценка состояния кустарниковой растительности определяется путем определения среднего арифметического - средний балл состояния кустарников на ПП (Бск). Это дает возможность охарактеризовать состояние кустарников на ПП одним числом, которое будет использовано при расчете коэффициента комплексной экологической оценки объекта ЗНОП.

**Оценка качества (соответствия предъявляемым требованиям) газонов** проводится в целом для всех газонов на объекте ЗНОП и оценивается по трем категориям:

- 1 - хорошее состояние газона: поверхность хорошо спланирована, травостой густой, интенсивно зеленый, однородный по составу злаков, нежелательная растительность отсутствует, в связи с регулярной стрижкой растения равномерны по высоте, тропиочная сеть не выражена;

- 2 - удовлетворительное состояние газона: поверхность газона с заметными неровностями, травостой зеленый, но с примесью нежелательной растительности, неровный по высоте из-за нерегулярной стрижки, доля троп и проплешин не превышает 20%;

- 3 - неудовлетворительное состояние газона: травостой местами нарушен, изреженный, с преобладанием в окраске пожелтевших растений, растения неоднородны по высоте из-за нерегулярной стрижки, в их составе имеется значительная примесь нежелательной растительности, доля троп и проплешин превышает 20%, часто живой напочвенный покров сохраняется лишь фрагментарно.

Для расчета коэффициента комплексной экологической оценки объекта ЗНОП используется балл состояния газонов на ПП (Бсг).

**Оценка качества (соответствия предъявляемым требованиям) цветников** проводится в целом для всех цветников на объекте ЗНОП и оценивается по трем категориям:

- 1 - хорошее состояние цветника - поверхность цветника тщательно спланирована, растения хорошо развиты и декоративны, сорняков и отпада нет, почва рыхлая и влажная;

- 2 - удовлетворительное состояние цветника - поверхность цветника с заметными неровностями, растения нормально развиты, но имеется незначительный отпад или сорняки, занимающие не более 10% площади цветника или количества декоративных растений, почва слежавшаяся и сухая;

- 3 - неудовлетворительное состояние цветника - поверхность площади размещения цветника спланирована грубо, растения слабо развиты, мало декоративны или их значительная часть (более 10%) усохла или усыхает, сорняки могут занимать более 10% площади цветника, почва плотная и сухая.

Для расчета коэффициента комплексной экологической оценки объекта ЗНОП используется балл состояния цветников на ПП (Бсц).



*Для интегральной оценки состояния всей растительности на объектах ЗНОП используется коэффициент комплексной экологической оценки (ККЭО). Он складывается из баллов оценки состояния элементов растительности: древесных насаждений, кустарниковой растительности, газонов и цветников с поправкой на их значимость ("вес" в общем балансе растительности на объектах) и занимаемую ими на объектах площадь.*

Значимость элементов растительности можно определять по их биологической продуктивности. Она определяет такие свойства растений, как производство кислорода, депонирование углерода, фильтрация загрязнений атмосферы и формирование среды. Биологическая продуктивность растений прямо пропорциональна их массе, наибольшей у древесных растений.

Поэтому значения поправочных коэффициентов (ПК) при расчете средневзвешенного балла экологической оценки ЗНОП (ККЭО) условно принимаются для каждого из элементов растительности следующими:

- древостоя - 1,0;
- кустарников - 0,4;
- газонов - 0,2;
- цветников - 0,1.

ККЭО рассчитывается как сумма произведений баллов состояния (Бс) на поправочные коэффициенты, разделенная на сумму значений поправочных коэффициентов (ПК) всех элементов растительности по формуле:

$$\text{ККЭО} = (\text{Бсд} \times 1 + \text{Бск} \times 0,4 + \text{Бсг} \times 0,2 + \text{Бсц} \times 0,1) / \text{SUM ПК}_{\text{д,к,г,ц}}$$

Учитывая разное функциональное назначение и ландшафтно-планировочное решение объектов ЗНОП, все градостроительные категории насаждений следует разделить на две группы:

1 - объекты, всю или основную площадь которых занимает древесная и кустарниковая растительность;

2 - объекты, все элементы растительности которых либо занимают примерно равные площади, либо площадь газонов и цветников заметно преобладает над площадью, занятой древесной и кустарниковой растительностью.

В первом случае при расчете общей экологической оценки объектов ККЭО можно ограничиваться только Бсд и Бск с учетом значений ПКд и ПКк и соотношения занимаемой каждым из этих элементов растительности площади.

Во втором случае следует учитывать балл состояния всех элементов растительности, включая балл состояния газонов и цветников и занимаемую ими площадь на объектах.

Поскольку сумма значений  $\text{SUM ПК}_{д,к,г,ц}$  при наличии на объектах всех элементов растительности постоянна, ее можно определить заранее:

$$\text{SUM ПК}_{д,к,г,ц} = 1,0 + 0,4 + 0,2 + 0,1 = 1,7.$$

Например, на произвольно взятом объекте ЗНОП состояние древостоя оценено как удовлетворительное (Бсд = 2), состояние кустарников как хорошее (Бск = 1), состояние газонов как неудовлетворительное (Бсг = 3) и состояние цветников как хорошее (Бсц = 1).

Тогда при равной доле площадей, занимаемых каждым элементом растительности, интегральная оценка экологического состояния всей растительности на объекте (ККЭО) будет равна:

$$\text{ККЭО} = (2 \times 1 + 1 \times 0,4 + 3 \times 0,2 + 1 \times 0,1) / 1,7 = 1,82.$$

С помощью значений ККЭО для отдельных объектов или для отдельных районов города за один год или по годам можно будет провести их сравнительный анализ и получить данные о тенденциях их изменений.

В целях мониторинга динамики состояния насаждений и выявления происшедших изменений интегральную оценку экологического состояния объектов ЗНОП целесообразно проводить периодически 1 раз в 3-5 лет.



Информация по кустарникам		
Порода	Количество, шт.	Длина живой изгороди
...		
...		
Газоны		
Площадь -		
% троп -		
Категория состояния газонов		
Цветники - шт. N фото растений		площадь -
Видовой состав растений:		
Категория состояния цветников		
Водные объекты - шт.		
Площадь -		
Ф.И.О. исполнителей		
дата актуализации - дата выполнения работ		

### Форма 2. Перечетная ведомость деревьев на объекте или на ПП

ПП N
Код ПП (пробной площади) - состоит их кода объекта и номера ПП
N точек границ ПП пробной площади - N точек границ ПП, присвоенных GPS приемником
Фотография - N фотографии, присвоенной цифровым фотоаппаратом
N точки съемки - N точки съемки, присвоенных GPS приемником
Характеристика местоположения ПП: склон - ровное место, сухое - заболоченное

Расстояние от дороги/метры: \_\_\_\_\_ Интенсивность движения: \_\_\_\_\_

Положение относительно дороги: выше - на уровне - ниже уровня дороги

Преобладающий тип растительности: деревья - кустарники - газоны - цветники

**Информация по учетным деревьям**

N	Вид (порода)	Длина окружности ствола, см	Высота, м	Категория состояния	Доля усохших ветвей	Класс возраста					Поврежденность и дополнительная характеристика дерева
						1	2	3	4	5	
1											
..											
..											
20											

**Состояние кустарников**

N	Порода	Количество, шт. (для живой изгороди - длина в метрах)	Категория состояния	Доля усохших ветвей	Поврежденность и дополнительная характеристика растений

### Категории состояния (жизнеспособности) деревьев

Балл	Категории состояния деревьев	Признаки деревьев разных категорий состояния
1	Без признаков ослабления	Листва или хвоя зеленые нормальных размеров, крона густая нормальной формы и развития, прирост текущего года нормальный для данных вида, возраста, условий произрастания деревьев и сезонного периода, повреждения вредителями и поражение болезнями единичны или отсутствуют
2	Ослабленные	Листва или хвоя часто светлее обычного, крона слабоажурная, прирост ослаблен по сравнению с нормальным, в кроне менее 25% сухих ветвей. Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей, механические повреждения, единичные водяные побеги
3	Сильно ослабленные	Листва мельче или светлее обычной, хвоя светло-зеленая или сероватая матовая, крона изрежена, сухих ветвей от 25 до 50%, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным. Часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, хвои и листвы, в том числе попытки или местные поселения стволовых вредителей, у лиственных деревьев, часто водяные побеги на стволе и ветвях
4	Усыхающие	Листва мельче, светлее или желтее обычной, хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, часто преждевременно опадает или усыхает, крона сильно изрежена, в кроне более 50% сухих ветвей, прирост текущего года сильно уменьшен или отсутствует. На стволе и ветвях часто имеются признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, сокотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине); у лиственных деревьев обильные водяные побеги, иногда усохшие или усыхающие
5	Сухостой текущего года	Листва усохла, увяла или преждевременно опала, хвоя серая, желтая или бурая, крона усохла, но мелкие веточки и кора сохранились. На стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия
6	Сухостой прошлых лет	Листва или хвоя осыпались или сохранились лишь частично, мелкие веточки и часть ветвей опали, кора разрушена или опала на большей части ствола. На стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, под корой - обильная буровая мука и грибница дереворазрушающих грибов

**Форма оценки состояния растительности на объекте или на ПП**

**Результат оценки состояния газона на объекте (балл), ПП N ...**

Общая площадь газона	Доля площади газонов разного состояния			Примечание
	хорошего	удовлетворительного	неудовлетворительного	

**Результат оценки состояния цветников на объекте (балл), ПП N ...**

N пп. на объекте	Тип цветника	Виды растений	Продолжительность жизненного цикла	Доля площади цветников разного состояния		
				хорошего	удовлетворительного	неудовлетворительного
	клумба					
	рабатка					
	бордюр					
	.....					

Категории состояния деревьев и их признаки

<b>Хвойные породы</b>		
Категория деревьев	Основные признаки	Дополнительные признаки
1 - без признаков ослабления	Хвоя зеленая блестящая, крона густая, прирост текущего года нормальный для данной породы, возраста, условий места произрастания и времени года	
2 - ослабленные	Хвоя часто светлее обычного, крона слабоажурная, прирост уменьшен не более чем наполовину по сравнению с нормальным	Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей
3 - сильно ослабленные	Хвоя светло-зеленая или сероватая матовая, крона ажурная, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным	Возможны признаки повреждения ствола корневых лап, ветвей, кроны, могут иметь место попытки поселения или местные поселения стволовых вредителей на стволе или ветвях
4 - усыхающие	Хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, крона заметно изрежена, прирост текущего года еще заметен или отсутствует	Признаки повреждения ствола и других частей дерева выражены сильнее, чем у предыдущей категории, возможно заселение дерева стволовыми вредителями (смоляные воронки, буровая мука, насекомые на коре, под корой и в древесине)
5 - сухостой текущего года (свежий)	Хвоя текущего года серая, желтая или бурая, крона сильно изрежена, мелкие веточки сохраняются, кора сохранена или осыпалась лишь частично	Признаки предыдущей категории; в конце сезона возможно наличие на части дерева вылетных отверстий насекомых
6 - сухостой прошлых лет (старый)	Хвоя осыпалась или сохранилась лишь частично, мелкие веточки, как правило, обломились, кора осыпалась	На стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, под корой - обильная буровая мука и грибница дерева разрушающих грибов



### Лиственные породы

Категория деревьев	Основные признаки	Дополнительные признаки
1 - без признаков ослабления	Листва зеленая, блестящая, крона густая, прирост текущего года нормальный для данных породы, возраста, условий местопроизрастания и времени года	
2 - ослабленные (сухокронные 1/4)	Листва зеленая; крона слабоажурная, прирост может быть ослаблен по сравнению с нормальным, усохших ветвей менее 1/4	Могут быть местные повреждения ветвей, корневых лап и ствола, механические повреждения, единичные водяные побеги
3 - сильно ослабленные (сухокронные до 1/2)	Листва мельче или светлее обычной, преждевременно опадает, крона изрежена, усохших ветвей от 1/4 до 1/2	Признаки предыдущей категории выражены сильнее; попытки поселения или местные поселения стволовых вредителей, сокотечение и водяные побеги на стволе и ветвях
4 - усыхающие (сухокронные более чем на 1/2)	Листва мельче, светлее или желтее обычной, преждевременно отпадает или увядает, крона изрежена, усохших ветвей от 1/2 от 3/4	На стволе и ветвях возможны признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, сокотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине); обильные водяные побои, частично усохшие или усыхающие
5 - сухостой текущего года (свежий)	Листва усохла, увяла или преждевременно опала, усохших ветвей более 3/4, мелкие веточки и кора сохранились	На стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями и поражения грибами
6 - сухостой прошлых лет (старый)	Листва и часть ветвей опали, кора разрушена или опала на большей части ствола	Имеются вылетные отверстия насекомых на стволе, ветвях и корневых лапах, на коре и под корой грибница и плодовые тела грибов

## **Шкала категорий жизненного состояния деревьев по характеристике кроны (в модификации)**

1 балл. Здоровое дерево. Деревья не имеют внешних признаков повреждений кроны и ствола. Густота кроны обычная для господствующих деревьев (1-2 классов роста в случае применения классификации Крафта). Мертвые и отмирающие ветви сосредоточены в нижней части кроны, в верхней ее половине крупных отмерших и отмирающих ветвей нет или они единичны и по периферии кроны не видны.

2 балла. Поврежденное (ослабленное) дерево. Обязателен хотя бы один из следующих признаков: а) снижение густоты кроны на 30% за счет изреживания скелетной части кроны; б) наличие 30% мертвых и (или) усыхающих ветвей в верхней половине кроны. К категории поврежденных (ослабленных) относятся также деревья с одновременным наличием всех перечисленных признаков, а также иными повреждениями (включая ствол и корневые лапы), проявляющимися в меньших размерах, но приводящих к суммарному ослаблению жизненного состояния дерева на 30%.

3 балла. Сильно поврежденное (сильно ослабленное) дерево. а) снижение густоты кроны на 60% за счет изреживания скелетной части кроны; б) наличие 60% мертвых и (или) усыхающих ветвей в верхней половине кроны; в) отмирание верхушки кроны. К этой категории относятся также деревья с одновременным наличием иных повреждений (включая ствол и корневые лапы), проявляющимися в меньших размерах, но приводящих к суммарному ослаблению жизненного состояния дерева на 60%.

4 балла. Отмирающее дерево. Основные признаки отмирания деревьев: крона разрушена, ее густота менее 15-20% по сравнению со здоровой; более 70% ветвей кроны, в том числе ее верхней половины, сухие или усыхающие. В комлевой и средней части ствола возможны признаки заселения стволовыми вредителями.

## Типовые матрицы для оценки экологического состояния древесных, кустарниковых и травянистых растений

### Матрица для оценки состояния поврежденности древесных насаждений

Состояние повреждений растительности	Качественные признаки показателя повреждений	Оценочный балл
Повреждения отсутствуют	Не заметно угнетение естественных и искусственных насаждений, сохранение функционального равновесия.	0 – 1,0
Слабое повреждение	Заметно слабое повреждение и угнетение растительного покрова, скручивание и пожелтение листьев. Слабое нарушение функционального равновесия, самовосстановление возможно.	1,1 – 2,0
Сильное повреждение	Сильное повреждение и угнетение насаждений, массовое усыхание листьев, гибель отдельных экземпляров. Частичная потеря функционального равновесия, биота не справляется с антропогенными нагрузками. Необходимо проведение мелиорации.	2,1 – 3,0
Очень сильное повреждение	Очень сильное повреждение, усыхание массы побегов, не возможность длительного существования искусственных насаждений. Необратимое нарушение функционального равновесия, исключающее самовосстановление.	3,1 – 4,0
Полное усыхание	Полное усыхание растений и потеря санитарно-гигиенических, экологических, оздоровительных и рекреационных функций. Прямой контакт человека с растительным покровом опасен для его здоровья.	4,1 – 5,0

### Матрица для оценки состояния кустарниковой растительности

Состояние кустарниковой растительности	Качественные признаки	Оценочный балл
Благоприятное	Кустарники здоровы, возраст до 30 лет, неомоложенные, сухих ветвей нет или встречаются единично.	0 – 1,0
Условно благоприятное	Омоложенные кустарники в хорошем состоянии, сухих ветвей нет или встречаются единично.	1,1 – 2,0
Удовлетворительное	Кустарники старше 30 лет II и III генерации в хорошем состоянии, сухих ветвей нет.	2,1 – 3,0
Неблагоприятное	Распадающиеся кустарники на старых корнях с большим количеством сухих ветвей и сучьев.	3,1 – 4,0
Кризисное	Кустарники в стадии полного распада (сохранилась слабая поросль на старых корнях).	4,1 – 5,0

**Матрица для оценки состояния травянистой растительности**

Состояние травянистой растительности	Качественные признаки	Оценочный балл
Благоприятное	Травяной покров не нарушен, представлен травами, типичными для данного элемента ситуации.	0 – 1,0
Условно благоприятное	Травяной покров частично вытоптан (до 5%), в нем появляются сорные или нехарактерные для данного элемента ситуации виды (5-10%).	1,1 – 2,0
Удовлетворительное	Травяной покров вытоптан на 6-10%, сорные или нехарактерные для данного элемента ситуации виды составляют 11-20%. Почва уплотнена.	2,1 – 3,0
Неблагоприятное	Травяной покров развит слабо, вытоптан на 41-60%, сорные и нехарактерные для данного элемента ситуации виды составляют 21-50%. Почва сильно уплотнена, имеется строительный и другой мусор.	3,1 – 4,0
Кризисное	Травяной покров вытоптан на 61-100% или представлен сорными и нехарактерными для данного элемента ситуации видами. Почва очень сильно уплотнена, много строительного и другого мусора.	4,1 – 5,0

## ***Индикация состояния окружающей среды по древесным растениям***

Работу проводят в начале осени, когда четко видны повреждения на листьях листопадных деревьев. Сравнивают состояние древесных растений в разных по выбросам условиях. В качестве контроля обследуют дворовые посадки или скверы, окруженные плотной застройкой без гаражей и автостоянок, а также загородные парки.

### ***Характеристика обследуемого участка.***

- По карте оценить местонахождение улицы, ее направление в соответствии со сторонами света, с розой ветров.
- Оценить сторону (солнечная, теневая), ширину улицы и наличие высоких домов по ее сторонам.
- Определить в течение 30 минут тип транспорта на улице. Эта часть работы требует точной фиксации времени учета.
- Отметить близость перекрестка и его положение относительно розы ветров; наличие и условную ширину проходов между домами. Это важно, так как при наличии плотной застройки поток газов концентрируется вдоль домов и сильно вредит зеленым насаждениям. При приближении к перекрестку автотранспорт замедляет движение и работает на холостом ходу, что сопровождается неполным сгоранием топлива и усиленным выбросом токсических продуктов сгорания.
- Наличие продувов между домами. Последние два положения особенно важны, т.к. при плотной застройке и сильной загруженности улиц автотранспортом поток газов и пыли будет ударяться о стены домов и возвращаться назад на зеленые насаждения, вызывая тем их повышенную повреждаемость; усиленный продув на перекрестках расширенных улиц;
- Отметить наличие автостоянок, остановок транспорта, светофоров.
- Оценить близость зеленых насаждений к дороге, удаленность, число рядов,
- Вид насаждения (уличная 1,2,3-рядная посадка, парк, сквер, двор).
- Описать виды древесных пород.

## ***Обследование состояния древесных насаждений.***

Оценка состояния самих зеленых насаждений производится по следующим положениям (в обследование должны быть включены не менее 10-15 экземпляров одной древесной породы) в лесопарковой зоне и вблизи промышленных предприятий.

Дополнительно собирать информацию о характере деятельности предприятия, качественном и количественном составе его выбросов, высоте труб, возможной длительности разноса в связи со временем года, розой ветров, климатом и др.

***Отметить фенофазу древесных растений*** (см. приложение 11 и предыдущую работу). Обычно за наступление фенофазы принято считать момент, когда около 40-50% взятой для наблюдения популяции вступило в данную фазу.

***Оценить изменение пигментации листьев.*** Изменение окраски листьев в большинстве случаев — неспецифическая реакция на различные стресс – факторы.

***Наличие хлорозов,*** визуальная оценка процента хлорозной ткани (бледная окраска листьев между жилками, появление окрашенных в бледные цвета точек, пожелтение краев или определенных участков листьев вследствие разрушения хлорофилла). Отмечается расположение повреждений на дереве (по отношению к дороге, по отношению к поверхности земли – низ кроны, средняя часть, верх кроны). Возникает под воздействием повышенной концентрации тяжелых металлов в почве, различных вредных газов, в том числе фотохимического смога в воздухе, под влиянием хлоридов.

***Наличие и процент точечного или краевого изменения пигментации листьев*** (появление красных, желтых, сине-фиолетовых, синих точек и пятен), вызванного попаданием на листья капелек серной и азотной кислот, солей тех или иных тяжелых металлов; В условиях защитных зон такие изменения может вызвать небольшая утечка радиоактивных веществ (например, в зоне влияния АЭС). Побурение или побронзовение – у лиственных деревьев часто начальная стадия тяжелых некротических повреждений, у елей и сосен – показатель зоны дымовых повреждений.

***Наличие некрозов*** (отмирание ограниченных участков ткани), их

процент по сравнению с общей поверхностью листьев. Различают точечные, пятнистые, межжилковые, краевые и верхушечные некрозы (рис. 15). Часто наибольший процент пораженной ткани наблюдается непосредственно у жилок листа, ближе к черешку.

Точечные некрозы возникают вследствие попадания на лист капелек серной или азотной кислот (особенно первой), что возможно во время смога, тумана и выпадения на обследуемой территории кислотных дождей. Одно из объяснений образования краевых некрозов – это скопление солей тяжелых металлов по краю листовой пластинки; этим же объясняется отмирание кончиков хвоинок.

Межжилковый некроз возникает в результате попадания в лист через устьица либо мельчайших капелек серной кислоты, либо окислов серы, которые в цитоплазме превращаются в серную кислоту. Последняя – сильно гигроскопическое вещество быстро отнимает воду от углеводов, которые образуются в процессе фотосинтеза.



В результате образования свободного углерода (точка или участок) обугливается, свободная вода испаряется, уголь вымывается осадками и в результате получается сухая черновато-коричневая ткань (вследствие образования из фенольных соединений опорной ткани листа окисленных форм хинонов).

В случае если хлорозы, а потом и некрозы идут лучами, от жилки листа и их площадь увеличивается к жилке и черешку (что очень наглядно видно у клена) можно предположить с определенной долей вероятности, что эти изменения вызваны движением токсичных растворов из корневой системы по проводящим путям и большой концентрацией этих растворов.

При развитии некрозов сначала изменяется окраска, а затем после гибели клеток пораженные участки высыхают и за счет действия дубильных веществ окрашиваются в бурый цвет у деревьев, а у однодольных выцветают до беловатой окраски.

В этой части работы следует установить не только наличие изменения окраски листьев, но и визуальный приблизительный процент изменений.

**Наличие поражений вредителями и болезнями.** Обычно в условиях специфического микроклимата города при общем снижении иммунитета растений наличие специфических повреждений листьев живыми организмами служит хорошим сравнительным показателем общего состояния зеленых насаждений. К повреждениям ассимилирующей поверхности листьев и хвои относятся:

- **выгрызание** — беспорядочное грубое объедание листьев и хвои;
- **скелетирование** — своеобразное выедание листа с оставлением нетронутой всей сети жилок или только главных наиболее толстых жилок, иногда, кроме жилок, остается прозрачная пленка эпидермиса;
- **частичное объедание**: фигурное, дырчатое, изъязвление;
- **прокалывание и высасывание листьев и хвои**, морфологическими признаками которых служит искривление, скручивание листьев, появление наростов, образование из листьев зимующих гнезд, выедание листьев и хвои под покровом паутины, появление так называемых галлов — опухолевидных образований, вызываемых насекомыми, а также клещами и нематодами, обитающими в растениях. Форма галла настолько характерна для вызывающего образование галла насекомого, клеща или нематоды, что по галлу можно точно определить, каким вредителем вызвано его образование. Насекомое развивается внутри галла и при вскрытии последнего можно обнаружить вредителя в какой-то фазе его развития или следы его пребывания.
- **минирование листьев или хвои гусеницами бабочек, личинками мух, некоторых жуков.** Так называется повреждение, при котором насекомое выгрызает ходы внутри какого-нибудь органа растений, не выходя наружу (миной называется скрытый ход-подкоп). Мины, как и галлы, имеют разные размеры, форму, отличаются также расположением экскрементов. Минирующих насекомых определяют чаще всего по минам. Если в задачи исследования включено распознавание вредных растениеядных насекомых, то можно использовать определители по повреждениям.



Мониторинг на уровне практического занятия предполагает констатацию обнаружения на деревьях (листьях) специфических организмов, вступивших во взаимоотношения с питающим их растением. Сбор энтомовредителей в морилку, их описание и определение.

После обследования разных участков опишите картину повреждения древесных пород в тех или иных экологических условиях, обосновывая причины различия в повреждениях, охарактеризовать повреждения разных пород деревьев и выяснить степень устойчивости пород к загрязнению окружающей среды.

### ***Качественная оценка загрязнения воздуха с использованием лишайников (лихеноиндикация)***

Лишайники представляют собой симбиоз водоросли и гриба. Тело лишайника называется талломом. Лишайники являются очень чувствительным индикатором загрязнения воздуха, так как сами нуждаются только в чистом воздухе. В процессе газообмена лишайников участвует вся поверхность, используя воду с растворенными в ней оксидами. Растут лишайники в основном при температуре 0°C, а иногда и при более низкой температуре. На них наиболее губительно действуют вещества увеличивающие кислотность среды, ускоряющие окислительные процессы: сернистый газ, фтористый водород, хлористый водород, оксиды азота. Чем выше уровень загрязнения воздуха, тем больше загрязняющих веществ содержится в талломах лишайников.

**Оборудование, реактивы, материалы:** Лупа, рамка для определения степени покрытия лишайниками стволов деревьев

**Ход работы:** Работа выполняется в группах. Выберите район, в котором будут проводиться наблюдения. Составьте карту района. Отметьте на карте близлежащие ТЭЦ, заводы, другие предприятия, дороги с интенсивным транспортным движением.

Разбейте выбранную территорию на квадраты, размер которых зависит от площади изучаемой территории (например, 10 x 10 м). В каждом квадрате выберите 10 отдельно стоящих старых, но здоровых, растущих вертикально деревьев. На каждом дереве подсчитайте

количество видов лишайников. Не обязательно знать, как точно называются виды, надо лишь различить их по цвету и форме слоевища. Для более точного подсчета можно использовать лупу. Все обнаруженные виды разделите на 3 группы: кустистые, листоватые, накипные.

Оцените степень покрытия древесного ствола. Для этого на высоте 30—150 см на наиболее заросшую лишайниками часть коры наложите рамку. Подсчитайте, какой процент общей площади рамки занимают лишайники.

Кроме деревьев можно исследовать обрастание лишайниками камней, стен домов и т.п. Полученные результаты внесите в табл. 1.

Таблица 1

**Степень покрытия ствола лишайниками**

Признаки	Деревья									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Общее количество видов лишайников, в том числе:										
кустистых										
листовых										
накипных										
Степень покрытия ствола лишайниками										

**Обработка результатов:**

Определите степень загрязнения воздуха по таблице 2.

Таблица 2

**Степень загрязнения воздуха**

Зона	Степень загрязнения	Наличие (+) или отсутствие (-) лишайников		
		Кустистые	Листовые	Накипные
1	Загрязнения нет	+	+	+
2	Слабое загрязнение	-	+	+
3	Среднее загрязнение	-	-	+
4	Сильное загрязнение («лишайниковая пустыня»)	-	-	-

На границе между средней и сильной степенью загрязнения может наблюдаться на северной стороне деревьев и в затененных местах

зеленоватый налет водоросли плеврококкус при полном отсутствии лишайников.

### ***Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков хвойных***

На загрязнение среды наиболее сильно реагируют хвойные древесные растения. Характерными признаками неблагополучия окружающей среды и особенно газового состава атмосферы служат появление разного рода хлорозов и некрозов, уменьшение размеров ряда органов (длины хвои, побегов текущего года и прошлых лет, их толщины, размера шишек, сокращение величины и числа заложенных почек). Последнее является предпосылкой уменьшения ветвления. Ввиду меньшего роста побегов и хвои в длину в загрязненной зоне наблюдается сближенность расстояния между хвоинками (их больше на 10 см побега, чем в чистой зоне). Наблюдается утолщение самой хвои, уменьшается продолжительность ее жизни (1-3 года в загрязненной зоне и 6-7 лет – в чистой). Влияние загрязнений вызывает также стерильность семян (уменьшение их всхожести). Все эти признаки не специфичны, однако в совокупности дают довольно объективную картину.

Хвойные удобны тем, что могут служить биоиндикаторами круглогодично. В лесоведении давно разработана оценка состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных, при которой используются не только морфологические показатели, которые весьма изменчивы, но и ряд биохимических изменений. Использование хвойных дает возможность проводить биоиндикацию на огромных территориях. Хвойные – основные индикаторы, которые применялись для оценки состояния лесов Европы. Их использование также весьма информативно на малых территориях (например, влияние автодороги на прилегающую зону, если она примыкает к хвойному лесу; состояние окружающей среды в городских экосистемах разного ранга и характера).

***Оборудование, реактивы, материалы:*** весы, разновесы, линейки, линейки, лупы с увеличением в 4-10 раз, миллиметровка, термостат, ветви одного вида хвойных, произрастающего в городских посадках или

в зоне влияния металлургических предприятий, ТЭС и др.; ветви, взятые в относительно чистой зоне загородных территорий.

**Ход работы:** За неделю до занятий срезать ветви условно одновозрастных хвойных деревьев, наиболее распространенных в данной местности (например, для городских условий обычны ель обыкновенная и ель голубая колючая). Ветви срезают на высоте 2 м с определенной части кроны, обращенной к зонам с загрязненным воздухом (вблизи автодорог, предприятий, особенно с выбросами в воздух сернистого газа, на который хвойные сильно реагируют). Контролем служат ветви с условно одновозрастных деревьев, собранных в чистой зоне заповедника, зеленой зоне города или в посадках лесных культур.

### ***Изучение хвои***

А. Хвою осматривают при помощи лупы, выявляют и зарисовывают хлорозы, некрозы кончиков хвоинок и всей поверхности, их процент и характер (точки, крапчатость, пятнистость, мозаичность). Чаще всего повреждаются самые чувствительные молодые иглы. Цвет повреждений может быть самым разным: красновато-бурым, желто-коричневым, буровато-сизым и эти оттенки являются информативными качественными признаками.

Б. Измеряют длину хвои на побеге прошлого года, а также ее ширину (в середине хвоинки) при помощи измерительной лупы или линейки. Предварительно используя миллиметровку, устанавливают цену деления лупы. Повторность 10-20-кратная, так как биометрические признаки довольно изменчивы.

В. Устанавливают продолжительность жизни хвои путем просмотра побегов с хвоей по мутовкам (рис.13).

Г. Вычисляют массу 1000 штук абсолютно сухих хвоинок. Для этого отсчитывают 2 раза по 500 штук хвоинок, их высушивают в термостате до абсолютно-сухого состояния и взвешивают.

Д. Сближенность хвоинок. В результате ухудшения роста побега в загрязненной зоне пучки хвоинок более сближены и на 10 см побега их больше, чем в чистой зоне. Отмеряют 10 см побега прошлого года и подсчитывают число хвоинок. Если побег меньше 10 см, подсчет ведется по существующей длине и переводится на 10 см. Во всех случаях измерений выводится среднее.

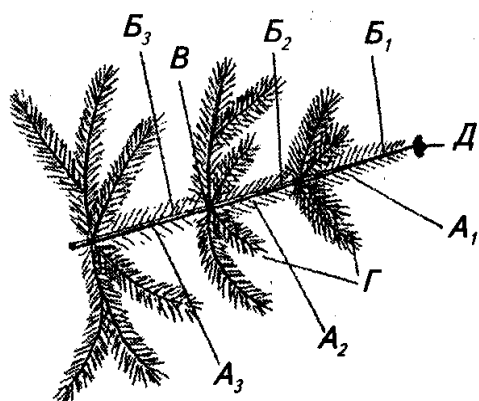


Рис 13. Части ветви хвойного дерева, служащие биоиндикатором: А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub> – осевые побеги первого, второго и третьего года; Б<sub>1</sub>, Б<sub>2</sub>, Б<sub>3</sub> – первого, второго и третьего года; В – мутовка; Г – боковые побеги; Д – почки.

### *Изучение побегов*

- Измеряют длину прироста каждого года, начиная от последнего, двигаясь последовательно по междоузлиям от года к году.
- Устанавливают толщину осевого побега (на примере двухлетнего).
- В местах мутовок подсчитывают ветвление, выводится среднее.
- На побегах устанавливают наличие некрозов (точечное или другой формы отмирание коры).

### *Изучение почек*

- Подсчитывают число сформировавшихся почек, вычисляют среднее.
- Измеряют длину и толщину почек линейкой.
- Полученные данные записывают в табл.1 и табл.2.

Таблица 1

### *Морфометрические параметры хвои*

Место взятия образца	Длина , мм	Ширина , мм	Продолжительность жизни, лет	Число хвоинок на 10 см побега, см	Вес 1000 шт., г	Некрозы	
						%	характер

Таблица 2

## Морфометрические параметры побегов и почек

Место взятия образца	Побеги			Почки		
	Длина осевых побегов, мм	Толщина осевых побегов, мм	Ветвление, шт	Число, шт.	Длина, мм	Толщина мм

*Примечание.* Для построения карты состояния среды на определенной территории по реакциям хвойных все биометрические показатели выражаются в баллах (самый высокий – 5 – в чистой зоне) и наносятся на карту, а затем контурными линиями выделяются зоны разной степени загрязнения.

***Определение загрязнения окружающей среды по накоплению пыли на листовых пластинках растений***

В условиях городов и других обжитых территорий одним из мощных загрязнителей воздуха является пыль, которая переносится на большие расстояния при распылении почв, при выбросах от цементных, керамических заводов, предприятий по производству силикатного кирпича, а также от движущегося автотранспорта. В последнем случае это мелкие частички почвы и различных солей, продукты снашивания шин и размельчения асфальтового покрытия. Все эти частицы, составляющие пыль, оседают на листьях, вдыхаются человеком, вызывая нарушение работы дыхательных путей, силикозы, провоцируя кашель и слезотечение. Наибольшее задержание пыли листьями отмечено у различных видов тополей, которые распространены в озеленительных посадках городов России и СНГ. Тополя вообще являются наиболее устойчивыми из древесных пород к различным типам воздушных загрязнений.

***Оборудование, реактивы, материалы:*** весы, термостат, калька, вата, пинцеты, фильтровальная бумага, линейки, секатор, микроскоп.

***Ход работы:*** Собрать заранее (на отмеченных по карте местах) листья одного вида тополя, наиболее распространенного в городе (черного, бальзамического и др.), с высоты 1,5-3 м (высота слоя

воздуха, вдыхаемого человеком) в 10-15-кратной повторности. Для этого используется садовый секатор на сборной штанге. Одновременно собрать листья тополей, произрастающих в чистой зоне (контроль). Листья помещают в пакеты из кальки и осторожно доставляют в лабораторию, избегая стряхивания пыли.

**Определение количества пыли.** В лабораторных условиях на весах взвесить кусочек влажной ваты, завернутый в кальку. Лист дерева тщательно обтирают этой ваткой с двух сторон (разворачивать кальку следует с помощью пинцета), после чего ватку взвесить в кальке повторно. Массу пыли ( $P$ ) рассчитывают как разницу между вторым и первым взвешиванием ( $P=P_2-P_1$ ). Площадь листа высчитывают путем обмера листовых пластинок вдоль ( $a$ ) и поперек ( $b$ ) и умножением на переводной коэффициент ( $k$ ):

$$S = a \cdot b \cdot k.$$

Коэффициент колеблется для различных видов тополей от 0,60 до 0,66. Конечный результат выглядит так:

$$m = \frac{P}{S} \text{ мг/см}^2, \text{ где: } m - \text{масса пыли на } 1 \text{ см}^2 \text{ листа.}$$

Полученные данные заносятся в таблицу 4.

Таблица 4

**Определение качества пыли**

Место взятия образцов	Площадь листьев	Количество пыли	
		Мг/см <sup>2</sup>	% от контроля

**Оценка токсичности пыли.** Сухую пыль растирают стеклянной палочкой в чашке из расчета 1г пыли в 25 мл воды, фильтруют, оценивают токсичность по реакции ряски или по проращиванию семян.

**Построение карты загрязнения пылью определенной территории.** Полученные данные по запыленности листьев в разных экологических условиях сравнить с контролем (принимается за 100%). Берут примерную карту района или участка города, на нее наносят данные по загрязнению листьев, сходные по степени загрязнения участки соединяют изолиниями. Раскрашивают разными карандашами: красный – зона наибольшего загрязнения, оранжевый – сильного, розовый – среднего, слабо розовый – слабого и зеленый – чистая зона.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ИССЛЕДУЕМУЮ ТЕРРИТОРИЮ

Под нагрузкой понимается посещение определенным количеством туристов единицы площади природного комплекса в единицу времени.

Нагрузка бывает:

- Критическая – когда в природных комплексах могут произойти необратимые изменения;
- Допустимая – близкая к критической, но не вызывающая необратимых изменений;
- Недопустимая – когда в природных комплексах уже произошли необратимые изменения.

Наиболее приемлемой для ландшафтных комплексов является допустимая нагрузка.

Допустимая рекреационная нагрузка – максимальная нагрузка, которую может выдержать туристская территория без серьезного ущерба для местных ресурсов, без негативного впечатления от поездки и без возникновения социально-экономических проблем у населения.

Допустимую рекреационную нагрузку можно подразделить на три основных вида:

1. *Экологическая допустимая нагрузка* – это уровень посещаемости туристской территории, превышение которого приводит к негативным экологическим последствиям.

Происходит это либо в результате действий туристов, либо вследствие негативных последствий от функционирования туристской инфраструктуры.

2. *Рекреационная социальная допустимая нагрузка* – уровень посещаемости туристского объекта, превышение которого влечет за собой ухудшение впечатлений от поездки.

3. *Местная социальная допустимая нагрузка* – уровень посещаемости территории, превышение которого приводит к негативным последствиям для местной культуры и ухудшению взаимоотношений местного населения с туристами.

### Определение нормы рекреационных нагрузок



Воздействие человека на природные комплексы развиваются поэтапно. Рассмотрим эти этапы.

1. Деятельность человека не вносит в природный комплекс никаких заметных изменений.

2. Рекреационное воздействие человека выражается в установлении редкой сети тропинок, в появлении среди травянистых растений некоторых светлюбивых видов, в начальной фазе разрушения травяного покрова.

3. Тропиночная сеть еще сравнительно густа, в травянистом покрове преобладают светлюбивые виды, начинают появляться и луговые травы, мощность травяного покрова уменьшается, на внутртропиночных участках возобновление леса все еще удовлетворительное.

4. Тропинки густой сетью опутывают лес, в составе травяного покрова количество собственно лесных видов незначительно, жизнеспособных молодых деревьев возрастом 5 – 7 лет фактически нет, травяной покров встречается фрагментарно у стволов деревьев.

5. Полное отсутствие травяного покрова и молодых деревьев на вытоптанной площади – отдельные экземпляры сорных и однолетних видов трав.

Граница устойчивости природного комплекса, т.е. предел, после которого наступают необратимые изменения, проходит между третьим и четвертым этапами. Соответственно за предельно допустимую принимается та нагрузка, которая соответствует третьему этапу. Необратимые изменения в природном комплексе начинаются на четвертом этапе, а угроза гибели лесных насаждений – на пятом этапе. Первый, второй и отчасти третий этапы воздействия человека на растительный покров с точки зрения эстетической привлекательности природного комплекса в ряде случаев следует признать положительными.

**Под нормой рекреационных нагрузок** обычно понимается **единовременная нагрузка**, измеряемая численностью людей в единицу времени на единицу площади. Если же ввести в это понятие период интенсивного рекреационного использования территории в течении суток, то можно получить более достоверную нагрузку на природный комплекс в течение заданного времени.

Рекреационная нагрузка является тем показателем, который отражает совокупное воздействие рекреационной деятельности на ландшафтные комплексы. В отношении существующего опыта нормирования рекреационных нагрузок необходимо отметить следующие особенности.

1. В качестве источника воздействия, который необходимо нормировать, принимается количество отдыхающих (рекреантов). Вместе с тем не учитываются такие факторы рекреационного воздействия, как транспортные средства отдыхающих и строительство различного рода инфраструктурных сооружений. Фактически производится нормирование не рекреационной нагрузки, а потока рекреантов, туристов и экскурсантов.

2. В качестве единицы ее измерения различными авторами принимаются следующие показатели:

а) количество человек, которые могут одновременно находиться на единицы площади территории;

б) количество человек, которые могут одновременно находиться на единице площади территории при определенном периоде ее эксплуатации; в) число туристов, пребывающих в сутки на рекреационных объектах в течение сезона;

г) количество отдыхающих, проходящих по единице площади за единицу времени;

д) единовременное количество отдыхающих на единице площади с учетом суммарного времени вида отдыха за учетный период.

3. Нормы рекреационных нагрузок устанавливаются по-разному для: 1) различных типов одного из ландшафтных компонентов; 2) различных типов ландшафтных комплексов; 3) отдельных видов рекреационной деятельности; 4) различных функционально-ландшафтных систем и 5) различных совмещенных вариантов.

4. Для одного и того же объекта при однотипном его использовании нормы рекреационных нагрузок могут отличаться в зависимости от критерия их определения – функционального, психологического или экологического. Практическое применение норм нагрузок в подобных случаях затруднено.

**Рекреационная нагрузка имеет два аспекта – количественный и качественный.**

Количественный аспект. Существующие показатели больше оценивают посещаемость и единовременную рекреационную нагрузку, но не отражают реальной нагрузки. В количественном аспекте рассматриваемого показателя должны быть отражены не только количество рекреантов в единицу времени на единице площади, но и продолжительность их пребывания на объекте рекреации. Одно и то же количество рекреантов, отмеченное за одинаковый учетный период, может оказывать различную по продолжительности рекреационную нагрузку. Данный фактор необходимо учитывать при разработке методики измерения нагрузок и определения рекреационного потенциала.

Нормы нагрузок не должны превышать допустимых объемов рекреационного использования. Нормы следует определять не отдельно по различным критериям, а путем их соотношения и нахождения оптимальной величины с точки зрения технологических особенностей отдельных видов рекреации, психофизиологической комфортности отдыха и устойчивости ландшафтов к антропогенным нагрузкам. Ключевое значение имеют нормы допустимой единовременной рекреационной нагрузки, годовые и установленные на более длительный период, которые позволят избежать дискомфорта рекреационного процесса, деградации ландшафтов и учесть так называемую усталость природных комплексов.

Допустимые объемы рекреационного использования территории высчитываются с учетом влияния нерекреационных видов деятельности. В пределах тех ландшафтов, где кроме рекреационной деятельности представлены и другие виды хозяйственного использования, нормы допустимых рекреационных нагрузок должны быть пропорционально снижены. Такие нормы будут реальными в отличие от возможных, которые определяются с условием выполнения ландшафтом только рекреационных функций.

Качественный аспект. Нормы рекреационных нагрузок не могут быть установлены без анализа ландшафтной и функционально-хозяйственной структуры территории. Прежде всего, из многообразия ландшафтных комплексов необходимо выделить собственно рекреационные ландшафты – природные и антропогенные ландшафтные комплексы, которые созданы (преобразованы) и

управляются для выполнения именно рекреационных функций. Наибольшее сосредоточение рекреационных ландшафтов можем наблюдать в городской черте и пригородах, в курортных местностях.

Одним из определяющих факторов нормирования является также величина экологического потенциала ландшафтного комплекса; его способность к самоочищению; устойчивость к тем или иным видам рекреационных, а при полифункциональном использовании – всему комплексу антропогенных нагрузок. Необходим анализ структуры рекреационного использования ландшафтных комплексов в связи с тем, что отдельные виды отдыха отличаются технологическими особенностями и требованиями психофизиологической комфортности рекреационного процесса, оказывают неодинаковую по продолжительности и виду воздействий нагрузку.

В.П. Чижовой на примере особо охраняемых природных территорий Камчатки были сформулированы **восемь принципов определения допустимых рекреационных нагрузок**. В соответствии с первым принципом допустимую рекреационную нагрузку определяют отдельно для каждого туристского маршрута, исходя из конкретных природных и организационных условий.

В соответствии со вторым принципом нагрузку определяют по началу и концу сезона функционирования туристских маршрутов.

В соответствии с третьим принципом нагрузку определяют по численности каждой группы, оптимальной с точки зрения психологического комфорта, но не более десяти туристов и двух сопровождающих. Например, на пешеходном маршруте максимальное число туристов – 15...20 человек, а для наблюдателей за птицами – не более 3...4 человек.

По четвертому принципу новые туристские маршруты следует начинать с небольшой нагрузки – одна туристская группа в две недели. После года эксплуатации природного комплекса в таком режиме можно принимать решение о сохранении нагрузки или ее корректировке. Экологический мониторинг по этому поводу лежит в основе пятого принципа.

Мониторинг желательно проводить не реже трех раз в сезон: в начале, середине и после его окончания. Величину допустимой нагрузки следует корректировать ежегодно в соответствии с шестым

принципом. Таким образом, для первого года эксплуатации туристского маршрута итоговая допустимая нагрузка на него составляет приблизительно 60 человек за сезон (5 туров по 12 человек). Такую нагрузку можно рекомендовать лишь при условии рационального благоустройства маршрута, что и предполагает седьмой принцип определения нагрузок. Немаловажно также соблюдение определенных общих и специфических природоохранных требований (восьмой принцип)

На основе всех восьми принципов определяется допустимая нагрузка на туристские территории, особенно на заповедные. Суммируя величины нагрузки для всех маршрутов, получаем общую пропускную способность туристской территории.

В заключение можно сформулировать ряд критериев определения рекреационных нагрузок.

Во-первых, для определения рекреационных нагрузок необходимо знать количество туристов, посещающих ту или иную территорию, а также распределение туристских потоков по сезонам и месяцам года.

Во-вторых, чтобы определить нормы рекреационных нагрузок, необходимо оценить туристскую инфраструктуру, например, по таким показателям, как: количество номеров в гостиницах; количество мест в санаторно-курортных учреждениях и учреждениях отдыха; уровень развития транспортной сети; оборудование основных туристских маршрутов и троп и т.д.

В-третьих, при определении рекреационных нагрузок на ландшафтные комплексы следует учитывать основные виды воздействия туристов на окружающую среду.

В-четвертых, при определении норм рекреационных нагрузок необходимо учитывать, что эти нормы меняются с освоением туристами туристских территорий.

В-пятых, показатели рекреационных нагрузок следует дифференцировать в зависимости от различных направлений туристской деятельности; различных типов туристских территорий; отдельных компонентов природных ландшафтов; функционально-хозяйственной специфики территории.

Одной из основных причин возникновения отрицательных последствий рекреационного использования территорий является

значительное превышение фактического количества отдыхающих над предельно допустимыми нагрузками. Это приводит к дигрессии ландшафтов и потере ими способности к самовосстановлению. Такие участки, как правило, быстро теряют эстетическую привлекательность и психологическую комфортность отдыха.

Изучение сети туристических троп и их окружения дает информацию, необходимую для принятия решений по нормированию нагрузок, благоустройству территории, изменению трассы маршрутов и т.д. В конечном итоге все это способствует предотвращению нежелательных последствий рекреационного использования территории и поддержанию ее рекреационного потенциала.

В ряду наиболее эффективных способов предотвращения отрицательных последствий рекреационного воздействия одно из первых мест традиционно занимает распределение отдыхающих по территории на уровне допустимых для данного ПТК рекреационных нагрузок.

*Рекреационные нагрузки определяются как количество отдыхающих на единицу площади в единицу времени при определенном виде отдыха.* Предлагаемые различными исследователями нормы допустимых нагрузок сильно различаются между собою, а отсутствие единых нормативных документов по этому вопросу порой приводит к серьезным недочетам при составлении проектов рекреационных территорий.

*Приведем краткое описание несложной методики определения допустимых нагрузок на основе изучения описанных выше стадий рекреационной дигрессии.*

В общих чертах эта методика была разработана Н.С. Казанской и дополнена В.П. Чижовой. Согласно этой методике, гибель подростка и поэтому потеря биоценозом способности к самовосстановлению при сохранении неизменных рекреационных нагрузок происходит между 3-ей и 4-ой стадиями дигрессии. Эта граница считается порогом устойчивости рекреационного ландшафта. Отсюда следует, что определить допустимую нагрузку можно на основании изучения дигрессии конкретных рекреационных ландшафтов и определения фактической рекреационной нагрузки на занимаемую им территорию, то есть такого количества людей, которое при определенном режиме

рекреационного использования данных рекреационных ландшафтов приведет их в состояние 3-ей стадии дигрессии.

Величину фактической рекреационной нагрузки можно определить трамплеометрическим методом. Он достаточно надежен и прост. В почву через равные интервалы (например, трансекты 1 x 5 м) втыкаются тонкие малозаметные проволочки и через некоторое время (например, 10 дней) определяется число проволочек, погнутых рекреантами.

По экспериментальным данным, зависимость числа погнутых проволочек (у) от рекреационной нагрузки (х, определяемой количеством человек в 1 час на 1 га площади) выражается следующей схемой:

у	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	15
х	4	8	12	16	21	26	31	37	43	50	...	100

Составленная таким образом схема фактических рекреационных нагрузок при сопоставлении со схемой нарушенности рекреационных ландшафтов по стадиям дигрессии позволяет определить допустимые нагрузки, соответствующие 3-ей стадии. Установленные путем полевых исследований нормы допустимых нагрузок для отдельных ландшафтов служат опорными величинами, которые затем экстраполируются на все остальные рекреационные ландшафты зоны отдыха. Для этого используют целый ряд экологических признаков: механический состав и влажность почв, уклон местности, основная порода древостоя, его возраст и т.п.

Определение рекреационной емкости горных территорий имеет свои особенности в отличие от равнинных. Здесь нужно учитывать специфические природные условия: крутосклонность, щебнистость почв, мощность почвенного профиля и другие, что делает задачу более сложной. По нашему мнению, емкость горных рекреационных территорий должна складываться из емкости предгорных выровненных поверхностей, крутизной менее 6 град, где рекреационному воздействию подвергается практически вся площадь, и емкости склоновых участков, крутизной более 6 град, где развит преимущественно маршрутный туризм.

Расчет емкости выровненных предгорных поверхностей в принципе не отличается от вышеописанного для равнинных территорий. Емкость же зоны туризма представляет собой сумму емкостей отдельных туристских маршрутов. Причем при их определении основное внимание должно уделяться не столько экологическим критериям, сколько психокомфортным. Экологические же факторы играют определенную роль лишь при расчете емкости стоянок и при определении зоны шумового влияния тропы. Нагрузка на тропу должна учитывать ее пропускную способность в день, в сезон и за год, длину маршрута и количество суток его прохождения, извилистость, количество стоянок и их вместимость, а также ряд других показателей. Расчет этих параметров в каждом конкретном случае должен опираться на специальные исследования в природной обстановке.

Знание описанных выше, а также некоторых других методов определения допустимых нагрузок и расчета емкости позволяют проектировщикам самим проводить подобные, довольно простые по исполнению, полевые исследования, либо делать научно обоснованный выбор тех или иных предлагаемых в литературе нормативов. Для этих целей рекомендуется воспользоваться следующими источниками:

*Фактическая рекреационная нагрузка определяется замерами, ожидаемая – рассчитывается по формуле:*

$$R = Ni/Si,$$

*где Ni – количество посетителей объектов рекреации,*

*Si – площадь рекреационной территории.*

*Количество посетителей, одновременно находящихся на территории рекреации, рекомендуется принимать 10 – 15% от численности населения, проживающего в зоне доступности объекта рекреации. Предельная рекреационная нагрузка на лесопарки составляет не более 50 чел./га, на парки – не более 300 чел./га.*



## ОЦЕНКА ОБЩЕЙ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ

При оценке токсичности почвы в качестве биотестов могут использоваться растения. Известно, что устойчивость растения к неблагоприятным факторам среды зависит от его возраста, а точнее от фазы индивидуального развития. Прорастание семян - наиболее уязвимый этап индивидуального развития высших растений, когда наблюдается минимальная устойчивость к неблагоприятным факторам и, соответственно, максимальная чувствительность к их воздействию. В связи с этим растения в эту фазу развития представляют собой наиболее привлекательный объект тестирования и различные параметры прорастания являются показателями при проведении экологических экспериментов.

Основными параметрами, изучаемыми в процессе биотестирования, являются всхожесть и энергия прорастания семян.

**Всхожесть** - показатель, который характеризуется количеством семян, нормально проросших за определенный период времени при определенных оптимальных условиях проращивания (за исключением изучаемого фактора) по отношению к общему количеству взятых на проращивание семян, и выражается в процентах.

**Энергия прорастания** - это количество семян, нормально проросших за определенный срок (более короткий, чем установлен для определения всхожести) по отношению к общему количеству взятых на проращивание семян. Число нормально проросших семян выражают в процентах от общего числа семян, взятых для анализа.

У культур, семена которых прорастают ***несколькими зародышевыми корешками*** (например, рожь, пшеница, ячмень, овес и др.), к числу нормально проросших относят семена, имеющие не менее двух нормально развитых корешков размером более длины семени и росток размером не менее половины его длины с просматривающимися первичными листочками. У ячменя и овса длину ростка учитывают по той его части, которая вышла за пределы цветковых чешуй.

У культур, семена которых прорастают **одним корешком** (например, горох, кукуруза, просо, капуста), к числу нормально проросших относят семена, имеющие развитый главный зародышевый корешок размером более длины семени и сформировавшийся росток.

При этом у культур, относящихся к двудольным растениям, росток должен иметь семядоли и хорошо развитое неповрежденное подсемядольное колено (у видов, выносящих семядоли на поверхность) или надсемядольное колено с нормальной верхушечной почечкой (у видов, не выносящих семядоли на поверхность), а у относящихся к однодольным - росток должен быть размером не менее половины длины семени и иметь просматривающиеся первичные листочки.

**Фитотоксичность почвы** - это свойство почвы подавлять рост и развитие высших растений. Необходимость определения этого показателя возникает при мониторинге химически загрязненных почв или при оценке возможности использования в качестве удобрений или мелиорантов различных отходов: осадков сточных вод, компостов, гидролизного лигнина.

#### **Определение токсичности почв методом почвенных пластин**

Токсичность почвы является результатом нарушения экологического равновесия в системе «почва-растение», вследствие чего возможна перегруппировка почвенных микроорганизмов в направлении повышения значимости патогенной для растительных и животных организмов микрофлоры.

#### **Принцип метода**

Метод заключается в определении всхожести и энергии прорастания семян, помещенных в чашки Петри на поверхность почвенных пластин.

При проращивании семян необходимо **соблюдать следующие условия:**

- поддерживать в термостате требуемую температуру;
- ежедневно в чашки Петри пипеткой добавлять по 2 мл дистиллированной воды;
- ежедневно на несколько секунд приоткрывать чашки Петри для проветривания и предупреждения заплесневения семян.

Опыт проводится в нескольких повторениях с последующей статистической обработкой. Полученные результаты сравниваются с данными, полученными при определении всхожести и энергии прорастания семян в чашке Петри с незагрязненной (контрольной) почвой.

## *Ход работы*

Испытуемую почву с помощью пинцета освободить от крупных корневых остатков и тщательно перемешать металлическим шпателем. Навеску почвы в 60 г поместить в чашку Петри. Почву увлажнить до состояния густой пасты и тщательно размазать по чашке Петри.

На поверхность почвенной пластинки разложить 50 семян тест-культуры, предварительно замоченных в течение суток в водопроводной воде. Одновременно в другую чашку Петри такое же количество семян, предварительно также замоченных в течение суток, поместить на незагрязненную почву (для контроля).

Семена проращивать в термостате при температуре 27<sup>0</sup>С. Период инкубации для определения энергии прорастания — 3-4 дня, всхожести — 5- 7 дней. В ходе проращивания ежедневно следует производить проветривание чашек Петри и увлажнение почвы.

Результаты учета энергии прорастания и всхожести в опытной и контрольной почве служат для определения степени токсичности почвы.

### Форма записи результатов

№ п.п.	Показатель	Общее количество семян	Количество проросших семян	% проросших семян
1.	Всхожесть Энергия прорастания			
2.	Всхожесть Энергия прорастания			
3.	Всхожесть Энергия прорастания			
Среднее	Всхожесть Энергия прорастания			

## **Определение токсичности почв методом водной вытяжки**

*Принцип метода.* Метод основан на изучении характеристик прорастания семян (всхожести и энергии прорастания), помещенных в чашки Петри с фильтровальной бумагой, увлажненной водной вытяжкой из изучаемой почвы. После установленного периода инкубации в оптимальных для прорастания условиях температуры и увлажнения производится учет количества проросших семян и рассчитывается их процент от общего количества, помещенного в чашки Петри.

### ***Ход работы***

Для проведения опыта производится отбор проб почвы в местах предполагаемого загрязнения. Контрольные образцы необходимо отобрать в лесу или в лесопарковой зоне на существенном расстоянии от источников загрязнения. Высушенную пробу почвы растереть и просеять через сито 0,5 мм.

Приготовить водные вытяжки из проб почвы по следующей методике. Навеску почвы 20 г поместить в коническую колбу емкостью 100-150 мл и прилить 50 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы взболтать и оставить на 24 часа. После отстаивания произвести фильтрацию.

Продезинфицировать чашки Петри в сушильном шкафу при температуре 130° С в течение 2-х часов. Затем нарезать фильтровальную бумагу соответственно размеру чашки Петри, увлажнить ее до полной влагоемкости, опуская в фильтрат и давая стечь избытку влаги. Увлажненную фильтровальную бумагу уложить в чашку Петри в 2-3 слоя. На верхнюю крышку чашки поместить бумагу, диаметр которой на 2 см больше диаметра чашки, также предварительно доведя ее до полной влагоемкости.

Опыт провести в 3-х повторностях. В 3 чашки Петри отсчитать по 50-100 семян (в зависимости от их величины) сельскохозяйственных культур. Семена равномерно разложить в чашках на расстоянии 0,5-1,5 мм одно от другого и закрыть крышками. Чашки с семенами поместить в термостат при температуре 25-27° С.

Через 3-4 суток определить энергию прорастания семян, а через 7-8 суток — их всхожесть.

## Оценка степени токсичности почв

Фитотоксичность почвы определяется путем сравнения показателей прорастания семян под действием изучаемой почвы с данными, полученными с незагрязненной почвой. В качестве критерия фитотоксичности почвы используется кратность снижения контролируемых показателей в опытной почве по сравнению с незагрязненной. При этом фитотоксичность ранжируется по 5-балльной системе, приведенной в таблице 1.

Полученная оценка является дополнительным показателем, используемым при экологической характеристике почв и определении степени ее деградации, вызванной комплексом антропогенных факторов, влияющих на условия сохранения жизнеспособных функций почвенного покрова.

Таблица 1

Критерии для оценки степени деградации почвы по фитотоксичности

Показатель	Степень деградации, баллы				
Фитотоксичность почвы, кратность снижения всхожести и энергии прорастания	<1,1	1,1-1,20	1,21-1,4	1,41-2,0	>2,0

При картографировании (районировании) территории и выявлении зон экологической напряженности, связанной с рассмотренными ранее проявлениями фитотоксичности, пользуются параметрами, представленными в таблице 2.

Таблица 2

Критерии для выделения зон экологической напряженности по фитотоксичности почвы

Снижение числа проростков	Площадь проявления показателя, %			
	< 5	5-19	20-50	> 50
Менее чем в 1,1 раза	1	1	1	1
В 1,1-1,2 раза	2	2	2	2
В 1,2-1,4 раза	2	3	3	4
В 1,4-2,0 раза	3	3	4	5
Более чем в 2,0 раза	3	4	4	5

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ**

Почва – достаточно сложный объект, сочетающий в себе признаки живой и неживой природы. Тем не менее, при правильном выборе методик, изучение почв может быть доступным для начинающего исследователя.

Вертикальная толща всякой почвы (до материнской породы), называемая почвенным профилем, расчленена на ряд почвенных горизонтов (почвенных слоев различной окраски и структуры). В полевых наблюдениях почвенных объектов обычно закладывают так называемые почвенные разрезы. Их делят на основные (глубокие) глубиной до 150-300 см, полуразрезы (полуямы) глубиной до 75 – 100 см и прикопки (25-75 см).

Почвенные горизонты различаются по цвету, плотности, влажности, структуре, химическому составу, кислотности, солености и другим характеристикам. Они представляют собой «отпечатки» процессов, протекающих в почве. Например, верхний горизонт свидетельствует об образовании гумуса. Горизонты, лежащие под ним, отражают изменения минеральной части почвы. В то же время кислотность, степень засоления, влажность, активность почвенных микроорганизмов, насыщенность органическими и минеральными веществами и другие свойства почв влияют на состав и структуру растительных сообществ, заселяющих данную местность.

### **Техника отбора образцов для лабораторных исследований**

Полевое исследование почвы позволяет определить ее строение, свойства и дать название по внешним, так называемым морфологическим признакам; провести отбор почвенных образцов для их изучения в лабораторных условиях.

При работе с верхними горизонтами почв образцы следует отбирать в 4-5 – кратной повторности. На расстоянии нескольких шагов (по сторонам воображаемого квадрата и посередине него) изымают 4-5 проб на глубину, равную штыку лопаты. Верхнюю часть, представленную подстилкой (дерном), обычно не используют для

анализа. Если образцы отбирают из почвенного разреза, следует изымать их из средней части каждого горизонта и непременно записывать глубину взятия.

### **Подготовка почвы к анализу**

Образцы, доставленные в лабораторию, необходимо немедленно подвергнуть анализу или довести до воздушно-сухого состояния (большинство опытов проводят на заранее собранных и высушенных образцах). Хранение сырых образцов не допускается, так как под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов, обитающих в субстрате, и тех, которые заселяются в него из воздуха, свойства почвы изменяются.

Для подготовки воздушно-сухого образца каждую взятую пробу почвы рассыпают тонким слоем на большом листе плотной бумаги.

Пинцетом удаляют корни и другие растительные остатки и, прикрыв сверху другим листом бумаги, оставляют на 2—3 дня.

Помещение для подготовки образцов должно быть сухим и защищенным от доступа аммиака, паров кислот и других газов.

Высушенный образец делят по диагонали на четыре части. Две противоположные части берут для растирания, а две другие сохраняют в неизменном состоянии. Почву растирают в фарфоровой ступке пестиком и просеивают через сито с отверстиями 1 мм. Растирание и просеивание повторяют до тех пор, пока на сите не останутся лишь твердые каменистые частицы крупнее 1 мм (скелет почвы). Почву, пропущенную сквозь сито, хранят вместе с необработанными фрагментами в коробке или бумажном пакете.

Лесные подстилки и образцы торфа сушат в течение нескольких суток, так как благодаря высокой влагоемкости они содержат большое количество воды. Все пробы раскладывают тонким слоем на больших листах бумаги в хорошо вентилируемых помещениях, ежедневно многократно перемешивая. По окончании просушивания образцы измельчают растиранием в фарфоровых ступках, затем просеивают через сито с отверстиями диаметром 2—3 мм. Затем берут один из образцов массой 50—200 г, вновь измельчают и просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Частицы, оставшиеся на сите, снова

растирают и просеивают до тех пор, пока не будет просеян весь образец. Готовые образцы хранят так же, как и образцы почв.

## Методика изучения почвенного профиля

Характеристики почвы, оцениваемые в исследовании.

**Цвет.** Основными соединениями, обуславливающими цвет почвы, являются черные или коричневые гумусовые соединения; окисные соединения железа и марганца, окрашенные в красные или оранжевые тона; закисные соединения железа (соединения двухвалентного железа), имеющие сизоватую или голубоватую окраску; кремнезем, углекислая известь и каолинит, окрашенные в белый цвет. Например, верхние горизонты почв почти всегда темно-серые или коричневые, что свидетельствует о накоплении газов.

Обычно, чем интенсивнее цвет, тем больше органических веществ в почве. Богатые гумусом горизонты называют гумусово-аккумулятивными горизонтами. В описании их обозначают латинской буквой А с индексом. Выделяют собственно гумусово-аккумулятивные горизонты (А1), торфяные горизонты (Ат), дерновые (Ад), пахотные (Ап), лесные подстилки (А0,) и т. д.

Белесый цвет горизонта чаще всего связан с присутствием карбонатов (об их выявлении см. ниже). Вторая возможная причина — внутрисочвенное выветривание, при котором в горизонте накапливаются весьма устойчивые соединения кремния, а менее устойчивые соединения разрушаются и вымываются осадками в нижнюю часть почвенного профиля. Такие горизонты называют подзолистыми и обозначают А2. Они существенно обеднены элементами питания для растений. Горизонты с присутствием карбонатов получают дополнительный индекс «к» (например, Ак - верхний горизонт карбонатной почвы).

Горизонты ниже горизонта А — это переходные горизонты, свойства которых существенно зависят от свойств материнской породы (т.е. той, на которой сформировалась почва). Переходные горизонты обозначают латинской буквой В. В одном почвенном профиле может быть несколько переходных горизонтов — В1, В2 и т. д. Материнскую породу обозначают буквой С.



Некоторые горизонты влажных почв (например, болотных) имеют сизоватый оттенок, что свидетельствует о накоплении соединений двухвалентного железа. Сизый или голубоватый оттенок почвы — признак переувлажнения. Такие горизонты называют глеевыми. При описании разрезов глеевый горизонт обозначают буквой G. Если пятна сизоватого цвета не образуют сплошного слоя, а встречаются разрозненно, то горизонт называют оглеенным и при описании разреза к основному обозначению (букве) добавляют индекс g. Например, оглеенный переходный горизонт болотной почвы обозначают Bg.

Красноватые горизонты характерны для почв, в которых накапливается железо. Иногда соединения трехвалентного железа и марганца могут образовывать яркие пятна или «зерна».

В почвенных профилях редко встречаются яркие и чистые цвета. Поэтому при описании окраски часто используют двойное название цвета, добавляют к названию «темно-» или «светло-», дополнительно детализируют, например «светло-серая с буроватым оттенком».

Переход одного горизонта в другой может быть постепенным, почти незаметным. Поэтому иногда выделяют двойные горизонты, например A1A2, AB, BC и т.д.

**Структура.** Структурой почвы называют совокупность почвенных отдельностей (агрегатов), состоящих из соединенных между собой частиц. В описании разреза отмечают размеры и форму агрегатов (рис. 1). Кубовидной называют структуру, в которой агрегаты имеют примерно одинаковые размеры по трем осям (т.е. выглядят как круглые комки, зерна и т. д.).

У агрегатов призмовидной структуры размеры по вертикальной оси (т.е. в направлении «верх — низ» при расположении в почвенном профиле) превышают размеры по двум другим осям (т. е. образуют «столбики»). Агрегаты плитовидной структуры, наоборот, «сжаты» по горизонтальной оси (они выглядят как отдельные пластинки, чешуйки и т. д.).

Хорошо выраженные кубические агрегаты присутствуют в пахотной почве и являются признаком высокого плодородия. Агрегаты призмовидной структуры часто формируются при засолении почв, а плитовидной — при интенсивном вымывании минералов из почвенного горизонта.

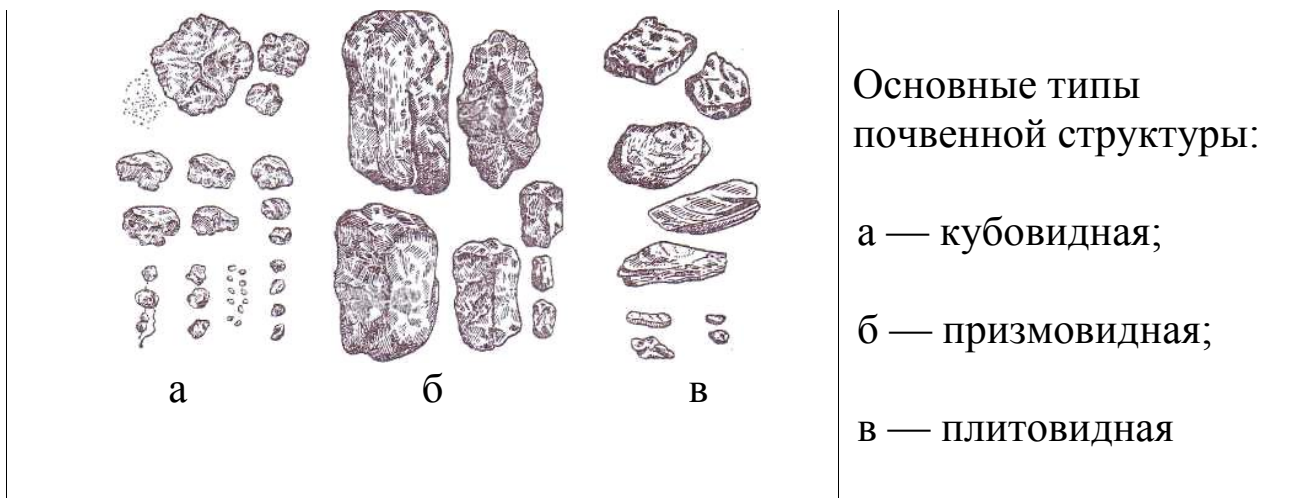


Рисунок 1. Основные типы почвенной структуры размеры и форма агрегатов

**Сложение.** Оно может быть слитным (очень плотным), плотным, рыхлым и рассыпчатым.

Таблица 1

**Сложение почвы**

Сложение	Признаки
Очень плотное, или слитное	Глыбистые бесструктурные почвы. Почвенный нож очень трудно воткнуть в горизонт, а сухой образец невозможно разломить руками. Копать лопатой невозможно. Можно ломом или киркой
Плотное	Горизонты В суглинистых и глинистых почв. Почвенный нож входит с усилием на 2—5 см. При копании лопатой требуется значительное усилие.
Рыхлое	Структурные суглинистые и глинистые почвы. Почвенный нож входит с усилием на 10—15 см. Копать легко, почвы не сыпучие.
Рассыпчатое	Безгумусные песчаные почвы. Не создают препятствий для ножа. При копании обнаруживается сыпучесть.

**Новообразования.** В результате естественных процессов в почве формируются новообразования, отличающиеся от основной массы почвы по цвету и химическому составу. Например, часто встречаются новообразования, состоящие из соединений железа и марганца. Они имеют ржаво-бурый, охристый и черный цвет и встречаются в виде пятен, «зерен» темного цвета или даже в виде почти сплошных, очень твердых прослоек. Еще один распространенный тип новообразований — белые образования карбонатов. Они встречаются в виде пятен или заполняют почвенные поры, повторяя их форму.

Таблица 2

### Основные новообразования почвы

<b>Новообразования</b>	<b>Признаки, встречаемость</b>
Органические или органоминеральные вещества	Новообразования в виде темных натеков или корочек на поверхности структурных отдельностей (вне гумусового горизонта). В подзолистых и солонцеватых почвах.
Легкорастворимые соли и карбонаты	Белые выцветы и корочки на поверхности почвы, налеты на структурных отдельностях, прожилки и крупинки. В засоленных и карбонатных почвах.
Кремнезем	Присыпка белого цвета на поверхности структурных отдельностей. Оподзоленные и осолоделые почвы.
Соединения железа (III)	Твердые конкреции темно-бурого цвета, прослойки цвета ржавчины, поржавления в виде натеков, примазок, расплывчатых пятен. В песчаных почвах образуются коричневые прослойки – ортзанды. В почвах различных типов.

**Оглеение.** Глеевый горизонт выявляют по наличию сизоватых или голубоватых пятен.

**Включения.** Под включениями понимают инородные тела в профиле почв, например каменистые включения, остатки животных и растений (раковины, корни и т.д.), следы деятельности человека

(обломки кирпича, кусочки угля, черепки посуды и т.п.).

**Механический состав.** Этим термином называют относительное содержание в почве почвенных частиц (механических элементов) различных размеров — от нескольких микрометров до нескольких миллиметров. Методика определения механического состава приведена ниже.

**Мощность почвенных горизонтов.** Толщину почвенных слоев, различаемых по вышеперечисленным признакам, определяют с помощью сантиметровой ленты.

**Вскипание.** Этот показатель свидетельствует о наличии в почве карбонатов (солей углекислого кальция), разрушающихся при взаимодействии с кислотой:



Углекислый газ выделяется из почвы в виде пузырьков с характерным шипением, а при небольшом количестве — с потрескиванием.

### Техника закладки разреза

**Оборудование:** лопата штыковая, лопата совковая, три куска полиэтиленовой пленки (примерно 2x2 м).

Как правило, если цель работы не предусматривает другое, почвенные разрезы закладывают в типичных для исследуемого участка условиях, в стороне от дорог, канав, бугров или западин, не характерных для данного участка. Данные полевых исследований заносят в специальный бланк.

Таблица 3

Описание почвенного разреза

Почвенные горизонты	Мощность горизонта, см	Цвет	Влажность	Механический состав	Структура	Сложение	Включения
A0							
A1							
A2							
B							
C							

В начале работы наметить штыковой лопатой контур разреза (прямоугольник) длиной 90—100 см и шириной 60-70 см. Одна короткая сторона разреза служит лицевой стороной, по которой будет проводиться описание почвы. Эта сторона должна быть обращена к солнцу.

Квадратиками вынуть дерн и отложить на заранее подготовленное место (на полиэтиленовую пленку). По сторонам разреза поместить остальные два куса пленки.

Углубить разрез на длину штыка лопаты, остатки почвы вынуть совковой лопатой. Гумусовый горизонт складывать по одну сторону разреза, нижние горизонты — по другую.

Лицевую стенку, а также две боковые делать совершенно отвесными. Со стороны, противоположной лицевой, оставить ступеньку шириной примерно 30 см. На остальном пространстве разреза продолжить работу.

Когда разрез достигнет желаемой глубины, зачистить (выровнять с помощью лопаты) лицевую стенку.

### **Процедура описания разреза**

**Оборудование:** сантиметровая лента, булавка, нож с широким лезвием, пузырек с 10%-й соляной кислотой, ручка или карандаш, типовой бланк для описания почвенного разреза.

Осуществить привязку почвенного разреза к местности: зафиксировать в бланке область, район, румб по сторонам света, расстояние в километрах (метрах) от населенного пункта, реки, озера. Расстояние можно измерять шагами, заранее установив длину шага.

Прикрепить к верхней части лицевой стенки разреза сантиметровую ленту так, чтобы ее нулевое деление совпадало с верхним уровнем почвы, и измерить общую мощность профиля.

По цвету, сложению и другим признакам определить почвенные горизонты. Очертить их границы ножом. Измерить мощность каждого горизонта и зафиксировать результат в бланке.

Провести описание каждого горизонта по форме (таблица 3). Для оценки структуры, механического состава и других характеристик почвы из середины каждого горизонта отобрать небольшой образец (на ладонь). Для оценки присутствия карбонатов накапать на образец несколько капель соляной кислоты. Отметить присутствие

новообразований и оглеения.

На бланке описания выполнить мазки: из каждого горизонта отобрать щепоть почвы и растереть ее по бумаге в месте, соответствующем описанию горизонта. В результате на бумаге получится схематическое изображение профиля с естественной окраской горизонтов.

Закопать разрез: засыпать нижние горизонты, затем верхние и утрамбовать почву. После этого разместить в прежнем порядке снятый дерн.

Определить рабочее название почвы при помощи специальной литературы, в которой описаны основные типы почвенных профилей (например, Александрова Л.Н., Найденова О.А., 1986).

### **Методика определения механического состава почвы**

В почвенных исследованиях механический состав почвы оценивают по содержанию в ней обособленных частиц различных размеров. Частицы крупнее 0,01 мм объединяют во фракцию физического песка, частицы мельче 0,01 мм — во фракцию физической глины. По соотношению этих фракций почвы делят на песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые. В каждой группе есть более мелкие подразделения (например, легкие, средние и тяжелые суглинки).

Определение механического состава почв очень важно для оценки экологических и сельскохозяйственных характеристик. Известно, что песчаные почвы (содержание глинистых частиц менее 10 %) обычно бедны питательными элементами для растений, плохо удерживают влагу, быстро и глубоко промерзают, неблагоприятны для развития почвенных бактерий. Загрязнители (например, тяжелые металлы или пестициды), попавшие в песчаную почву, ею практически не удерживаются и легко переходят в природные воды и растения.

Почвы, содержащие преимущественно глинистые частицы (от 50 до 85 %), также имеют отрицательные свойства: сильно набухают во время дождя, долго удерживают влагу на поверхности и не пропускают ее к корням растений, как правило, имеют мало промежутков, заполненных воздухом, необходимым для почвенных обитателей.

Наиболее благоприятны по свойствам супесчаные почвы

(содержание глины – 10 -20 %) и суглинистые почвы (содержание глины – 20-30 % в легком суглинке, 30-40 % - в среднем суглинке, 40-50 % - в тяжелом суглинке). Эти почвы хорошо впитывают и удерживают влагу в толще почвы, а не на поверхности, содержат питательные элементы в форме, доступной для растений, и препятствуют их вымыванию, богаты микроорганизмами.

### Техника постановки опыта

**Оборудование:** воздушно-сухой образец почвы, лупа, фарфоровая чашка, фарфоровая ступка.

Небольшое количество почвы осторожно растереть в фарфоровой ступке. Это необходимо для того, чтобы разрушить почвенные агрегаты, т.е. разделить отдельные слипшиеся частички.

Растертую почву поместить на лист белой бумаги и с помощью лупы определить наличие или отсутствие песчаных частиц. Частицы менее 0,01 мм с помощью лупы различить нельзя, поэтому глинистые частицы выглядят как однородный порошок.

Еще одну порцию почвы (примерно 8—10 г) насыпать в фарфоровую чашку и осторожно смачивать водой до тестообразного состояния. Воду приливать постепенно, наблюдая за полным впитыванием каждой порции, тщательно размешивая ее с почвой до получения как можно более вязкого «теста». При избытке воды масса почвы становится жидкой и текучей, расплывается. В таком случае следует добавить еще одну порцию почвы.

Из полученного «теста» скатать шарик диаметром 1,5—2 см и растянуть его в жгут. Определить механический состав почвы (таблица 4).

Таблица 4

Определение механического состава почвы

Механический состав	Вид в лупу	При скатывании
Песчаный	Состоит почти исключительно из песчаных зерен	Не скатывается в шарик

Супесчаный	Преобладают песчаные частицы с небольшой примесью глины	Не скатывается, но лепится в непрочные шарики
Легкосуглинистый	Среди глинистых частиц преобладают песчаные частицы	Образует непрочный шарик, в жгут не раскатывается, образует отдельные колбаски или цилиндрики
Среднесуглинистый	Среди глинистых частиц заметны песчаные частицы	Образует сплошной жгут, который при сгибании в кольцо разламывается
Тяжелосуглинистый	Крупные песчаные зерна отсутствуют	Образует длинный жгут, который при сгибании в кольцо дает несколько трещин
Глинистый	Песчаные зерна отсутствуют	Дает гладкий шарик и длинный жгут

### **Методика определения водопрочности структуры почвы**

Чрезвычайно важным свойством почвенной структуры является ее водопрочность — устойчивость почвенных агрегатов против размывающего действия воды (о структуре почвы см. в методике изучения почвенного профиля). Водопрочная структура почвы обеспечивает благоприятные условия для растений — достаточное количество влаги, воздуха и питательных веществ. Если структура почвы неводопрочная, то при осадках возникает заиливание (в просторечии — образуется «грязь непролазная»), а при высыхании почва может даже растрескиваться.

#### **Техника постановки опыта**

**Оборудование:** воздушно-сухой образец почвы, фильтровальная бумага или ткань 15x15 см, расчерченная на квадраты со стороной 1 см; подставка (например, перевернутое сито), кристаллизатор.

Отобрать 100 почвенных агрегатов примерно одинакового размера



и поместить по одному в каждый квадратик на ткань или бумагу, уложенную на подставку так, чтобы края свисали (рис. 3 а).

Подставку поместить в кристаллизатор, наполненный водой таким образом, чтобы смачивались свободные края ткани или бумаги. Выждать три минуты, чтобы почвенные агрегаты насытились влагой.

Долить в кристаллизатор воды так, чтобы агрегаты были накрыты слоем толщиной 0,5 см. С этого момента начинается учет водопрочности агрегатов.

На странице рабочей тетради, где расчерчена такая же сетка, как и на ткани (бумаге), в соответствующих клетках проставлять время расплывания того или иного агрегата. Общая продолжительность опыта — 10 минут. Пометкой «10 мин» обозначить и совсем распавшиеся на 10-й минуте агрегаты, и частично распавшиеся (рис. 3б).

Для каждой минуты опыта подсчитать распавшиеся агрегаты (np), а также агрегаты, не распавшиеся в опыте (nc), и занести полученные данные в таблицу (таблица 5). За общее число агрегатов, распавшихся на 10-й минуте, принять сумму распавшихся за это время агрегатов и половины частично распавшихся.

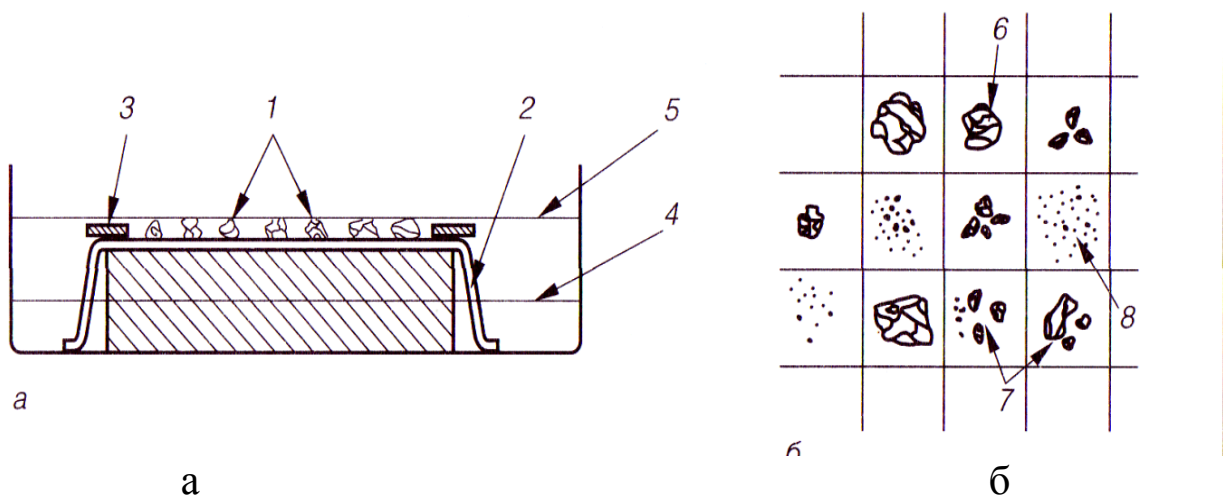


Рисунок 3. Схема опыта по определению водопрочности агрегатов а – приспособление для увлажнения агрегатов; б - участок фильтра с агрегатами:

1 – почвенные агрегаты; 2 – фильтровальная бумага или ткань; 3 – грузик; 4 – начальный уровень воды; 5- уровень воды в опыте; 6 – нераспавшиеся агрегаты; 7 – частично распавшиеся агрегаты; 8 – полностью распавшиеся агрегаты

Таблица 5

Динамика разрушения агрегатов при размокании в воде  
(по Андрианову-Каминскому)

Время отсчета, мин	k	np	npk
1	5		
2	15		
3	25		
4	35		
5	45		
6	55		
7	65		
8	75		
9	85		
10	95		
Сумма			

Примечание. Поправочный коэффициент (k) позволяет сравнивать агрегаты, распадающиеся в разное время. Например, если коэффициент k равно 100, это означает, что агрегат, который не распался после 10 минут замачивания, в 100 раз прочнее того, который распался сразу.

Рассчитать *показатель водопрочности* (ПВ). Он равен отношению общего числа распавшихся в опыте агрегатов с учетом поправочного коэффициента k изначальное число агрегатов — n (согласно предлагаемой методике n равно 100):

Водопрочность почвенных выражают в процентах. При ПВ, равном 50, говорят, что наблюдается 50%-я водопрочность агрегатов, при ПВ, равном 40, — что 40%-я и т. д.

### Методика изучения биологической активности почвы

Состав, разнообразие и активность почвенных микробиоценозов — важная характеристика почвы. Жизнедеятельность микроорганизмов,

обитающих в почве, обеспечивает ее плодородие, а следовательно, и благоприятные условия для жизни растений.

Почвенные микробиоценозы очень чувствительны к изменению экологических условий, к наличию загрязнителей, внесению минеральных и органических удобрений. Уровень их активности и численность служат индикатором благополучия почвенной среды.

В отличие от таких свойств почвы, как, например, состав, структура, рН и содержание гумуса, биологическая активность почвы не зависит от происхождения и типа почвы, что позволяет сравнивать пробы, взятые с разных территорий. Эта особенность очень важна для исследования городских почв, так как в условиях городов даже небольшие участки существенно различаются по происхождению, физическим и химическим показателям.

Общую биологическую активность почвы можно оценить по активности ферментов, вырабатываемых почвенными грибами и микроорганизмами во внешнюю среду, т.е. по так называемой протеазной активности. (Протеазы – ферменты, вырабатываемые и выделяемые микроорганизмами во внешнюю среду для переработки (разложения) белков).

### **Техника постановки опыта**

**Оборудование:** воздушно-сухой образец почвы, коробки или банки для компостирования образцов, неиспользованная засвеченная фотопленка, дистиллированная вода, фотоувеличитель и люксметр или палетка (прозрачная пленка, расчерченная на равные квадраты со стороной 0,5 см).

Отобранный образец (примерно 300—500 г) поместить в емкость для компостирования и довести влажность почвы до оптимальной: вливать дистиллированную воду частями и размешивать до образования крупных почвенных комочков. В момент, когда они начнут распадаться на более мелкие агрегаты, прекратить добавление воды.

Нарезанную по 2—3 кадра фотопленку уложить на дно коробки (банки) эмульсионным (светлым) слоем вверх. Фотопленку лучше сначала замочить в дистиллированной воде на 10-15 минут.

Произвести компостирование образца: выдерживать емкость с образцом при комнатной температуре 10—14 дней, регулярно увлажняя почву. В течение этого времени эмульсионный слой пленки будет

разрушаться под действием протеаз, выделяемых грибами и микроорганизмами в почву.

По окончании компостирования пленку осторожно вынуть и промыть под струей воды (не тереть!), после чего высушить.

Произвести подсчет доли (в %) разрушенного протеазами эмульсионного слоя (рис. 4) при помощи фотоувеличителя и люксметра (вариант «А») или палетки (вариант «Б»).

Вариант «А». Включить приборы. При помощи люксметра измерить освещенность стола под фотоувеличителем (желательно, чтобы помещение было затенено) при закрытом затворе (принять за 0 %) и при открытом затворе без пленки (принять за 100 %). Фрагменты фотопленки по одному поместить в кадродержатель фотоувеличителя, измерить освещенность стола, рассчитать долю разрушенного слоя.

Вариант «Б». На каждый фрагмент пленки поочередно наложить палетку, подсчитать количество светлых квадратов и вычислить (в %) долю разрушенного эмульсионного слоя.



Рисунок 4. Разрушенного протеазами эмульсионного слоя

### Методика определения органического вещества в почве

Почва формируется под воздействием различных факторов: почвообразующей породы, климата, жизнедеятельности растительных и животных организмов, антропогенных процессов и др. Характерным свойством почвы, отличающим ее от различных грунтов и пород, является плодородие. Одним из необходимых условий плодородия почвы является содержание в ней органического вещества или гумуса. Не случайно почвы, содержащие много гумуса, называют богатыми.

Источником формирования органического вещества в почве являются растительные остатки и, в меньшей степени, остатки микрофауны и макрофауны. Состав и содержание органического вещества в почве изменяются в процессе почвообразования. Простейший способ, с помощью которого можно определить примерное содержание в почве органического вещества, основан на его относительной легкости. В отличие от минеральных частиц, которые тонут при погружении образца почвы в воду, частицы органического вещества всплывают к поверхности, приводя к расслаиванию взвеси.

### Техника постановки опыта

**Оборудование:** образец почвы, линейка, ложка, лабораторный стакан либо стеклянная банка объемом 1 л, вода.

В сосуд (стакан, банку) поместите образец почвы объемом около 0,3 л. Залейте его водой и доведите уровень воды в сосуде до объема примерно 1 л.

Содержимое колбы взболтайте перемешивание для смачивания почвы и выхода пузырьков воздуха.

Дождитесь расслоения взвеси, после чего измерьте линейкой значения высоты слоев отстоявшейся и всплывшей почвы линейкой.

Результаты измерений высоты слоев почвы для каждого испытанного образца занесите в таблицу 6. Рассчитайте величину Нверхн./Ннижн.. Сделайте выводы.

Таблица 6

№ пробы	Высота слоя почвы в сосуде, мм		Нверхн.
	Верхнего слоя (Нверхн.)	Нижнего слоя (Ннижн.)	Ннижн.
1.			
2.			
3.			

## **Методика определения засоленности почвы по солевому остатку**

Засоленность почвы характеризуется повышенным содержанием легкорастворимых минеральных солей, что неблагоприятно сказывается на физических и химических свойствах почвы и создает неблагоприятные условия для развития и роста многих растений. Сильнозасоленные почвы обычно непригодны для выращивания сельскохозяйственных культур. У растений, произрастающих на засоленных почвах, задерживаются набухание семян, цветение, рост, снижается урожайность. При больших концентрациях солей наступает гибель растений. Наиболее вредное влияние оказывают карбонаты, хлориды и сульфаты натрия и калия.

### **Техника постановки опыта**

**Оборудование:** водная вытяжка из образцов почв, лупа, пипетка-капельница, стекло предметное, фильтр бумажный, спиртовка, штатив.

Нанести 1 каплю почвенной водной вытяжки на предметное стекло с помощью пипетки-капельницы.

Осторожно нагревайте предметное стекло до испарения влаги, не допуская перегрева стекла во избежание его растрескивания.

Рассмотрите сухой солевой остаток на стекле невооруженным глазом и в лупу. Повторить эксперимент на вытяжке из почвы, отобранной из другого места. Зарисуйте наблюдаемый солевой остаток в каждом случае.

На основе сопоставления вида солевых остатков сделайте вывод о сравнительном количестве растворимых солей в почве, отобранной из разных мест.

## **Методика определения уровня кислотности почвы (по водной суспензии)**

В зависимости от географического положения, климата, состава растительности, наличия водоемов и близости подземных вод, влияния хозяйственной деятельности человека и других факторов в почвах устанавливается разный химический состав. От него зависит уровень кислотности почв. Во время дождя или при поливе ионы водорода, содержащиеся в почве, высвобождаются в почвенный раствор и поглощаются клетками и тканями живых существ. Многие из них очень

чувствительны к концентрации протонов в среде и при отклонении уровня кислотности от нормы гибнут. Поэтому данный экологический фактор в значительной мере определяет состав и структуру растительного сообщества, а также характер использования территории человеком (анализ кислотности почв обязателен при ведении сельского хозяйства).

Для определения уровня рН почвы (таблица 7) готовят водную суспензию почвенного образца и измеряют ее кислотность (рН Н<sub>2</sub>О) с помощью рН-метра.

Таблица 7

Почвы с разным уровнем кислотности

Пример	Градация кислотности	рН Н <sub>2</sub> О
Подзолистые, дерново-подзолистые	Сильнокислые	3,0-4,5
Некоторые болотные	Кислые	4,5-5,5
Серые лесные	Слабокислые	5,5-6,5
Некоторые черноземы	Нейтральные	6,5-7,0
Горизонты черноземов, насыщенные карбонатами, каштановые, сероземы	Слабощелочные	7,0-7,5
Солонцы	Щелочные	7,5-8,5
Почвы с содовым засолением	Сильнощелочные	>8,5

С помощью этой методики можно сравнивать разные почвенные образцы, проверять прогнозы о пробах, взятых на территории города, и т. п.

### Техника постановки опыта

**Оборудование:** образец почвы, дистиллированная вода (предварительно освобожденная от растворенного углекислого газа, с рН 6,6—6,8), мерные стаканы на 50 мл, пипетка (дозатор, мерный цилиндр), весы, сито с ячейкой 1 мм (если для опыта взят сырой образец), рН-метр со стеклянными электродами.

На технических весах взвесить 8—10 г почвы и поместить в стаканчики на 50 мл (если образец свежий, его перед этим нужно просеять через сито). Прилить пипеткой (дозатором, мерным цилиндром) 20-25 мл дистиллированной воды (соотношение почвы и воды в испытуемой водной суспензии должно составлять 1:2,5).

Содержимое стаканчиков перемешивать энергичными круговыми движениями в течение 5 минут. За это время в раствор из почвы переместятся катионы, в том числе относительно свободные ионы водорода, которые задают рН водной суспензии. Если перемешивание продолжить, между частицами почвы и жидкостью установятся обменные процессы: катионы раствора начнут вытеснять ионы водорода, которые закреплены на поверхности почвы, и те частично перейдут в раствор, изменяя его кислотность. Чтобы это исключить, необходимо по истечении указанного времени сразу же измерить рН водной суспензии.

Поместить электроды рН-метра непосредственно в стаканчики с почвенной взвесью. Записать показания прибора с точностью до 0,01 единицы рН. После измерения электроды обмыть дистиллированной водой и вернуть в специальный сосуд, где они хранятся. Прибор выключить.

### Методика определения рН солевой вытяжки

При изучении почв с рН менее 7 часто необходим более детальный анализ, чем измерение кислотности почвы по ее водной суспензии (см. предыдущую методику). Для этого готовят так называемую солевую вытяжку из образцов и определяют ее кислотность (таблица 8).

Таблица 8

Кислотность солевых вытяжек почв

Группа почв	рН солевой вытяжки (KCl)
Сильнокислые	<4,5
Среднекислые	4,6-5,0
Слабокислые	5,1-5,5
Близкие к нейтральным	>5,6



Почву обрабатывают раствором соли, образованной сильным основанием и сильной кислотой (например, хлоридом калия). Катионы металла, образовавшиеся при растворении соли, поглощаются почвенными частицами и вытесняют ионы водорода, закрепленные на поверхности почвы. Протоны переходят в вытяжку и становятся доступными для оценивания.

Анализ уровня кислотности солевой вытяжки (рН КСl) полезен в научных и в прикладных целях, так как аналогичный обменный процесс протекает в природе при увлажнении засоленных почв или почв, обогащенных минеральными удобрениями. Кроме того, по величине рН КСl косвенно судят об условиях образования торфа: верховой торф имеет рН КСl, равный 2,5—4,0, для переходного торфа характерно значение 4,0—6,0, для нижнего торфа — 4,5—7,5.

### **Техника постановки опыта**

**Оборудование:** образец почвы, весы, 1 М раствор КСl (рН — 6,0), сито с ячейкой 1 мм (если для опыта взят сырой образец), мерные стаканы на 50 мл, тщательно промытые водой и ополоснутые раствором хлорида калия, пипетка (дозатор, мерный цилиндр), предметные стекла, рН-метр.

Для получения солевой вытяжки на технических весах взвесить 8–10 г почвы (предварительно пропущенной через сито, если почва свежая) и поместить в подготовленные мерные стаканы. Пипеткой (дозатором, мерным цилиндром) прилить 20—25 мл раствора КСl. Суспензию энергично взбалтывать круговыми движениями в течение 5 минут. Накрывать стаканы чистыми предметными стеклами и оставить до следующего дня. В течение суток ионы  $K^+$  вытеснят  $H^+$ -ионы из почвы в раствор.

На следующий день измерить рН КСl с помощью рН-метра.

### **Растения–индикаторы кислотности почв.**

В полевых условиях кислотность почв можно определить при помощи растений–индикаторов. В процессе эволюции сформировались три группы растений: ацидофилы – растения кислых почв, нейтрофилы – обитатели нейтральных почв, базифилы – растут на щелочных почвах. Зная растения каждой группы, в полевых условиях можно приблизительно определить кислотность почвы (таблица 9).

Таблица 9

Растения-индикаторы кислотности почв (по Л.Г. Раменскому, 1956)

Группа	Биоиндикатор	pH почвы
Ацидофилы Крайние ацидофилы	Сфагнум, зеленые мхи: гилокомиум, дикранум; плаун булавовидный, плаун годичный, плаун сплюснутый, ожика волосистая, пушица влагилищная, подбел многолистный, кошачьи лапки, кассандра, цетрария, белоус, щучка дернистая, хвощ полевой, щавелек малый	3,0 - 4,5
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
Слабые ацидофилы	Папоротник мужской, ветреница лютиковая, медуница 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
Ацидофильно - нейтральные	Зеленые мхи: гилокомиум, плеврозиум, ива козья	4,5 – 7,0
Нейтрофильные Околонеutralные	Сныть европейская, клубника зеленая, лисохвост луговой, клевер горный, клевер луговой, мыльнянка лекарственная, аистник цикутный,	6,0 – 7,3

	борщевик сибирский, цикорий, мятлик луговой	
Нейтрально- базифильные	Мать и мачеха, пупавка красильная, люцерна серповидная, келерия, осока мохнатая, лядвенец рогатый, гусятинная лапка	6,7 – 7,8
Базифильные	Бузина сибирская, вяз шершавый, бересклет бородавчатый	7,8 – 9,0