

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

**ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический
университет им. М. Акмуллы»
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический
университет им. С.М. Кирова»**

**И.Д. Самсонова
В.Н. Саттаров
Г.Р. Гильманова**

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ
В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Уфа 2021

УДК 001.891(075.8)

С 178

*Печатается по решению экспертного научного совета
Башкирского государственного педагогического университета
им. М. Акмуллы*

Самсонова, И.Д., Саттаров, В.Н., Гильманова Г.Р. Методы исследований и обработки информации в природопользовании [Текст]: учебное пособие для студентов бакалавриата направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование». – Уфа: Изд-во БГПУ, 2021. – 148с.

Рецензент:

Светлана Леонидовна Воробьева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по образовательной и воспитательной деятельности ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

В учебном пособии даны общие представления о научном познании, охарактеризованы основные методы исследования. Раскрываются методики изучения рекреационных объектов и растительных ресурсов в области природопользования, гидрологической роли экосистем, экологических факторов окружающей среды различной степени антропогенной нагрузки, методы эколого-фаунистического изучения насекомых, а также способы и приемы обработки информации, этапы научно-исследовательской деятельности. Рекомендуется студентам бакалавриата направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», а также специалистам лесного и сельского хозяйства, природоохранной деятельности, экологам, научным работникам, аспирантам и студентам профильных вузов.

ISBN 978-5-907475-12-0

© Издательство БГПУ, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. НАУЧНОЕ ПОЗНАНИЕ	6
1.1. Понятие «наука» и ее задачи	6
1.2. Научное и теоретическое исследование	8
1.3. Эмпирический уровень исследования	12
2. МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	16
2.1. Лабораторный и вегетационный методы исследований	16
2.2. Лизиметрический метод исследования	17
2.3. Полевой метод исследования	18
2.4. Моделирование. Физическое и динамическое моделирование	23
2.5. Ландшафтные исследования	27
2.5. Оценка экологического состояния ландшафта	30
3. МЕТОДЫ УЧЕТА И ОЦЕНКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ	32
3.1. Учет лекарственных и пищевых растений лесных промысловых угодий	32
3.2. Определение запасов грибов	37
3.3. Оценка кормовых угодий лесных земель	39
3.4. Методы оценки продуктивности угодий для рационального использования медосбора	41
3.5. Способы получения достоверной информации для определения медовой продуктивности	41
3.6. Обработка информации для определения биоресурсного потенциала для медосбора	53
4. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РЕКРЕАЦИОННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ	59
4.1. Лес как объект научных исследований	59
4.2. Закладка пробных площадей	60
4.3. Методы учета компонентов лесного фитоценоза	65
4.4. Ландшафтная характеристика насаждения	68
4.5. Методы измерения рекреационных нагрузок на леса	73
4.6. Определение допустимых нагрузок на лесные рекреационные объекты	76
5. МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	

ЛАНДШАФТОВ	79
5.1. Изучение водного и теплового баланса в экологической системе	79
5.2. Наблюдения за микроклиматом	83
5.3. Отбор проб воздуха, воды, снега на ландшафтных профилях.	84
5.4. Методика оценки биоразнообразия природных экосистем мегаполиса различной степени антропогенного воздействия	91
5.5. Методы анализа экологических факторов и оценки их влияния на лесные экосистемы	95
5.6. Биогеохимические исследования	103
5.7. Исследование ландшафтов вблизи антропогенных источников эмиссии загрязняющих веществ	106
5.8. Радиоактивное и шумовое загрязнение компонентов ландшафтов	110
6. МЕТОДЫ ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НАСЕКОМЫХ (НА ПРИМЕРЕ ПЧЕЛ)	112
6.1. Методы морфометрической оценки подвидовой принадлежности <i>Apis mellifera</i>	113
6.2. Метод оценки морфотипов рабочих пчел	120
6.3. Методика оценки морфологических аномалий	121
7. ОСНОВЫ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	123
7.1. Группировка первичных данных: статистические таблицы, статистический ряд, вариационный ряд, интервальный ряд	123
7.2. Дисперсионный анализ экспериментальных данных	127
7.3. Корреляционный анализ: определение коэффициентов корреляции и корреляционных отношений	133
8. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ	136
8.1. Выбор темы научно-исследовательской работ	136
8.2. Общие сведения о структуре научно-исследовательской работы	138
8.3. Сбор научной информации	141
ЛИТЕРАТУРА	143

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время роль научных исследований в учебном процессе резко возросла, так как антропогенная нагрузка на экосистемы территории РФ привела к кризисной ситуации в связи с ростом численности населения, урбанизацией и индустриализацией. Это требует расширения научных знаний, поиска новых способов и технологий устойчивого управления экосистемами и ландшафтами.

Научное исследование, т.е. изучение и объяснение закономерностей развития явлений в любой области науки, может быть теоретическим или экспериментальным. Явления, изучаемые в природной и природно-антропогенной среде, многообразны и сложны, но в большинстве случаев требуют проведения полевых наблюдений, которые являются первоосновой теоретических исследований.

Традиционные методы, оценивающие химические и физические показатели, не дают комплексного представления о воздействии на биологическую систему, тогда как биоиндикационные показатели отражают реакцию организма на всё многообразие действующих на него факторов, имея при этом биологический смысл.

Современный специалист с высшим образованием должен уметь самостоятельно ставить и решать возникающие производственные задачи с учетом новейших научных достижений, в случае необходимости самостоятельно проводит научные исследования и правильно обрабатывать информацию и экспериментальные данные.

Учебным планом направления «Экология и природопользование» предусмотрено изучение методов исследований и обработки информации в природопользовании для подготовки студентов к самостоятельной научно-исследовательской работе.

1. НАУЧНОЕ ПОЗНАНИЕ

1.1. ПОНЯТИЕ «НАУКА» И ЕЕ ЗАДАЧИ

Формой существования и развития науки является научное исследование. В ст. 2 Федеральный закон от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ "О науке и государственной научно-технической политике" дано следующее понятие: научная (научно-исследовательская) деятельность - это деятельность, направленная на получение и применение новых знаний. Научное исследование – это деятельность, направленная на всестороннее изучение объекта, процесса или явления, их структуры и связей, а также получение и внедрение в практику полезных для человека результатов. Его объектом являются материальная или идеальная системы, а предметом – структура системы, взаимодействие ее элементов, различные свойства, закономерности развития и т.д.

Научные исследования делят по целевому назначению на фундаментальные и прикладные. Фундаментальные научные исследования - это экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей природной среды. Прикладные научные исследования - это исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач. Иными словами, они направлены на решение проблем использования научных знаний, полученных в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности людей.

Понятие «наука» имеет несколько основных значений. Во-первых, под наукой понимается сфера человеческой деятельности, направленной на выработку и систематизацию новых знаний о природе, обществе, мышлении и познании окружающего мира. Во втором значении наука выступает как результат этой деятельности - система полученных научных знаний. В-

третьих, наука понимается как одна из форм общественного сознания, социальный институт. В последнем значении она представляет собой систему взаимосвязей между научными организациями и членами научного сообщества, а также включает системы научной информации, норм и ценностей науки и т.п.

Непосредственные цели науки - получение знаний об объективном и о субъективном мире, постижение объективной истины.

Задачи науки:

- 1) собирание, описание, анализ, обобщение и объяснение фактов;
- 2) обнаружение законов движения природы, общества, мышления и познания;
- 3) систематизация полученных знаний;
- 4) объяснение сущности явлений и процессов;
- 5) прогнозирование событий, явлений и процессов;
- 6) установление направлений и форм практического использования полученных знаний.

Науку можно рассматривать как систему, состоящую: из теории; методологии, методики и техники исследований; практики внедрения полученных результатов.

В теории познания выделяют два уровня исследования: теоретический и эмпирический. Теоретический уровень исследования характеризуется преобладанием логических методов познания. На этом уровне полученные факты исследуются, обрабатываются с помощью логических понятий, умозаключений, законов и других форм мышления. Здесь исследуемые объекты мысленно анализируются, обобщаются, постигаются их сущность, внутренние связи, законы развития. На этом уровне познание с помощью органов чувств (эмпирия) может присутствовать, но оно является подчиненным.

1.2. НАУЧНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Научное исследование – это деятельность, направленная на всестороннее изучение объекта, процесса или явления, их структуры и связей, а также получение и внедрение в практику полезных для человека результатов. Его объектом являются материальная или идеальная системы, а предметом – структура системы, взаимодействие ее элементов, различные свойства, закономерности развития и т.д.

Научные исследования классифицируются по различным основаниям. Фундаментальные научные исследования – это экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей природной среды. Прикладные научные исследования – это исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач. Иными словами, они направлены на решение проблем использования научных знаний, полученных в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности людей.

Научные исследования в сфере естественных наук зачастую представляют собой сочетание двух названных видов, и поэтому их следует именовать теоретико-прикладными.

Поисковыми называют научные исследования, направленные на определение перспективности работы над темой, отыскание путей решения научных задач.

Разработкой называют исследование, которое направлено на внедрение в практику результатов конкретных фундаментальных и прикладных исследований.

По длительности научные исследования можно разделить на долгосрочные, краткосрочные и экспресс-исследования.

В зависимости от форм и методов исследования выделяют экспериментальное, методическое, описательное, экспериментально-аналитическое исследование и исследования смешанного типа.

Структурными компонентами познания являются проблема, гипотеза и теория.

Проблема - это сложная теоретическая или практическая задача, способы решения которой неизвестны или известны не полностью.

Различают проблемы неразвитые (предпроблемы) и развитые. Неразвитые проблемы характеризуются следующими чертами:

- 1) они возникли на базе определенной теории, концепции;
- 2) это трудные, нестандартные задачи;
- 3) их решение направлено на устранение возникшего в познании противоречия;
- 4) пути решения проблемы не известны.

Развитые проблемы имеют более или менее конкретные указания на пути их решения.

Гипотеза есть требующее проверки и доказывания предположение о причине, которая вызывает определенное следствие, о структуре исследуемых объектов и характере внутренних и внешних связей структурных элементов.

Научная гипотеза должна отвечать следующим требованиям:

- 1) релевантности, т.е. относимости к фактам, на которые она опирается;
- 2) проверяемости опытным путем, сопоставляемости с данными наблюдения или эксперимента (исключение составляют непроверяемые гипотезы);
- 3) совместимости с существующим научным знанием;
- 4) обладания объяснительной силой, т.е. из гипотезы должно выводиться некоторое количество подтверждающих ее фактов, следствий. Большой объяснительной силой будет обладать та гипотеза, из которой

выводится наибольшее количество фактов;

5) не должна содержать никаких произвольных допущений, субъективистских наслоений.

Различают гипотезы описательные, объяснительные и прогнозные.

Описательная гипотеза - это предположение о существенных свойствах объектов, характере связей между отдельными элементами изучаемого объекта.

Объяснительная гипотеза – это предположение о причинно-следственных зависимостях.

Прогнозная гипотеза – это предположение о тенденциях и закономерностях развития объекта исследования.

Теория – это логически организованное знание, концептуальная система знаний, которая адекватно и целостно отражает определенную область действительности. Она обладает следующими свойствами:

1. Теория представляет собой одну из форм рациональной мыслительной деятельности.

2. Теория - это целостная система достоверных знаний.

3. Она не только описывает совокупность фактов, но и объясняет их, т.е. выявляет происхождение и развитие явлений и процессов, их внутренние и внешние связи, причинные и иные зависимости и т.д.

4. Все содержащиеся в теории положения и выводы обоснованы, доказаны.

Теории классифицируют по предмету исследования. По этому основанию различают социальные, математические, физические, химические, психологические, этические и прочие теории. Существуют и другие классификации теорий.

В современной методологии науки выделяют следующие структурные элементы теории:

1) исходные основания (понятия, законы, аксиомы, принципы и т.д.);

2) идеализированный объект, т.е. теоретическую модель какой-то

части действительности, существенных свойств и связей изучаемых явлений и предметов;

3) логику теории - совокупность определенных правил и способов доказывания;

4) философские установки и социальные ценности;

5) совокупность законов и положений, выведенных в качестве следствий из данной теории.

Структуру теории образуют понятия, суждения, законы, научные положения, учения, идеи и другие элементы.

Понятие - это мысль, отражающая существенные и необходимые признаки определенного множества предметов или явлений.

Категория - общее, фундаментальное понятие, отражающее наиболее существенные свойства и отношения предметов и явлений. Категории бывают философскими, общенаучными и относящимися к отдельной отрасли науки.

Научный термин - это слово или сочетание слов, обозначающее понятие, применяемое в науке.

Совокупность понятий (терминов), которые используются в определенной науке, образует ее понятийный аппарат.

Суждение - это мысль, в которой утверждается или отрицается что-либо.

Принцип - это руководящая идея, основное исходное положение теории.

Принципы бывают теоретическими и методологическими.

Аксиома - это положение, которое является исходным, не доказываемым и из которого по установленным правилам выводятся другие положения.

Закон - это объективная, существенная, внутренняя, необходимая и устойчивая связь между явлениями, процессами. Законы могут быть классифицированы по различным основаниям. Так, по основным сферам

реальности можно выделить законы природы, общества, мышления и познания; по объему действия - всеобщие, общие и частные.

Закономерность - это:

- 1) совокупность действия многих законов;
- 2) система существенных, необходимых общих связей, каждая из которых составляет отдельный закон.

Положение - научное утверждение, сформулированная мысль.

Учение - совокупность теоретических положений о какой-либо области явлений действительности.

Идея - это:

- 1) новое интуитивное объяснение события или явления;
- 2) определяющее стержневое положение в теории.

Концепция - это система теоретических взглядов, объединенных научной идеей (научными идеями).

1.3. ЭМПИРИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эмпирический уровень исследования характеризуется преобладанием чувственного познания (изучения внешнего мира посредством органов чувств). На этом уровне формы теоретического познания присутствуют, но имеют подчиненное значение.

Взаимодействие эмпирического и теоретического уровней исследования заключается в том, что: 1) совокупность фактов составляет практическую основу теории или гипотезы; 2) факты могут подтверждать теорию или опровергать ее; 3) научный факт всегда пронизан теорией, поскольку он не может быть сформулирован без системы понятий, истолкован без теоретических представлений; 4) эмпирическое исследование в современной науке предопределяется, направляется теорией.

Структуру эмпирического уровня исследования составляют факты, эмпирические обобщения и законы (зависимости).

Понятие «факт» употребляется в нескольких значениях: 1) объективное событие, результат, относящийся к объективной реальности (факт действительности) либо к сфере сознания и познания (факт сознания); 2) знание о каком-либо событии, явлении, достоверность которого доказана (истина); 3) предложение, фиксирующее знание, полученное в ходе наблюдений и экспериментов.

Эмпирическое обобщение - это система определенных научных фактов. *Эмпирические законы* отражают регулярность в явлениях, устойчивость в отношениях между наблюдаемыми явлениями. Эти законы теоретическим знанием не являются. В отличие от теоретических законов, которые раскрывают существенные связи действительности, эмпирические законы отражают более поверхностный уровень зависимостей.

К методам эмпирического уровня относятся: наблюдение, описание, счет, измерение, сравнение, эксперимент, моделирование.

Наблюдение - это способ познания, основанный на непосредственном восприятии свойств предметов и явлений при помощи органов чувств. В результате наблюдения исследователь получает знания о внешних свойствах и отношениях предметов и явлений.

В зависимости от положения исследователя по отношению к объекту изучения различают простое и включенное наблюдение. Первое состоит в наблюдении со стороны, когда исследователь - постороннее по отношению к объекту лицо, не являющееся участником деятельности наблюдаемых. Второе характеризуется тем, что исследователь открыто или инкогнито включается в группу, её деятельность в качестве участника.

Если наблюдение проводилось в естественной обстановке, то его называют полевым, а если условия окружающей среды, ситуация были специально созданы исследователем, то оно будет считаться лабораторным. Результаты наблюдения могут фиксироваться в протоколах, дневниках, карточках, на киноплёнках и другими способами.

Описание - это фиксация признаков исследуемого объекта, которые

устанавливаются, например, путем наблюдения или измерения. Описание бывает: 1) непосредственным, когда исследователь непосредственно воспринимает и указывает признаки объекта; 2) опосредованным, когда исследователь отмечает признаки объекта, которые воспринимались другими лицами.

Счет - это определение количественных соотношений объектов исследования или параметров, характеризующих их свойства.

Измерение - это определение численного значения некоторой величины путем сравнения её с эталоном.

Сравнение - это сопоставление признаков, присущих двум или нескольким объектам, установление различия между ними или нахождение в них общего.

Этот метод основывается на изучении, сопоставлении сходных объектов, выявлении общего и различного в них, достоинств и недостатков.

При использовании метода сходства устанавливаются повторяющиеся свойства.

При использовании метода различий определяются те характеристики, которые встречаются в одних и не обнаруживаются в других.

Метод контрольной группы основан на сравнении результатов изучения основной (экспериментальной) и контрольной групп, которые уравнены по всем признакам, кроме изучаемого.

Эксперимент - это искусственное воспроизведение явления, процесса в заданных условиях, в ходе которого проверяется выдвигаемая гипотеза.

Эксперименты могут быть классифицированы по различным основаниям: по отраслям научных исследований - физические, биологические, химические, социальные и т.д.; по характеру взаимодействия средства исследования с объектом - обычные (экспериментальные средства непосредственно взаимодействуют с исследуемым объектом) и модельные (модель замещает объект исследования). Последние делятся на мысленные (умственные, воображаемые) и материальные (реальные).

Моделирование - это получение знаний об объекте исследования с помощью его заменителей - аналога, модели. Под моделью понимается мысленно представляемый или материально существующий аналог объекта.

На основании сходства модели и моделируемого объекта выводы о ней поанalogии переносятся на этот объект.

В теории моделирования различают:

1) идеальные (мысленные, символические) модели, например, в виде рисунков, записей, знаков, математической интерпретации;

2) материальные (натурные, вещественные) модели, например, макеты, муляжи, предметы-аналоги для опытов при экспертизах.

2. МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. ЛАБОРАТОРНЫЙ И ВЕГЕТАЦИОННЫЙ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Любое наблюдение или исследование осуществляют по определенной, заранее разработанной методике. Это - совокупность способов, методов, приемов для систематического, последовательного, наиболее целесообразного проведения какой-либо работы, исследования.

Лабораторный метод имеет целью дать количественную или качественную оценку свойствам изучаемых объектов. Объекты исследований обладают многими свойствами, что обуславливает применение разных лабораторных методов исследования. Для изучения конкретных свойств объектов разработаны разные лабораторные методы, встречаются простые и более сложные. Например, для определения содержания сахара в нектаре цветков, отобранных для пробы, в лабораторных условиях используют микрометод Хагедорн-Йенсена. Лабораторные методы исследования применяют в наблюдениях и опытах. Отобранные для исследования объекты составляют обычно только выборку от генеральной совокупности, поэтому выборка должна быть представительной (репрезентативной).

Вегетационный метод относится к категории научного эксперимента. Например, культурные растения выращивают в искусственных, заранее запланированных условиях среды, в сосудах разной емкости, заполненных или специально подготовленной почвой, или песком, или водным раствором. Сосуды помещают на вагонетки или стеллажи в вегетационном домике, что позволяет контролировать почти все факторы жизни. Еще больший контроль за факторами жизни обеспечивается в лабораториях искусственного климата - фитотронах. Вегетационный метод позволил изучить закономерности роста и развития растений и продолжает широко применяться при решении многих теоретических и прикладных вопросов агрономических и других наук. Часто вегетационные опыты предшествуют полевому опыту.

2.2. ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Лизиметрический метод - исследование растений и свойств почвы в поле для изучения баланса влаги и элементов питания. Такие исследования проводят в очень больших сосудах - лизиметрах, которые периодически взвешивают.

Жизнь растений и свойства почвы изучают непосредственно в поле, где лизиметры устанавливают в выкопанные ямы так, чтобы надземная часть растений находилась в тех же условиях, что и у окружающих растений. Дно лизиметра имеет отверстие, через которое собирают промывные воды в специальные поддоны для химических анализов.

В зависимости от целей исследований и размера самих растений высота почвы в лизиметрах может колебаться от 0,25 до 2 м, но чаще всего 1,0-1,5 м. По способу наполнения почвой различают два типа лизиметров: с насыпной почвой, т.е. с нарушением ее естественного сложения, и с естественным строением, когда в лизиметр вставляют монолит, вырезанный из почвы. В насыпные лизиметры почву насыпают по горизонтам, просеивая, смешивая и уплотняя ее до естественного объема. В зависимости от задач опыта лизиметры могут быть с растениями или без них (т. е. с черным паром).

Лизиметры делают из бетона (на 1-2 м³ почвы) или из металла (диаметром 20-100 см), иногда используют металлические лейки диаметром до 50 см. Для периодического взвешивания в верхней части делают отверстия илиушки, за которые их поднимают. Для удобства сбора промывных вод под лизиметрами оборудуют освещенные коридоры. Независимо от конструкции лизиметров их размещают возле лабораторий отдельными группами в соответствии с тематикой исследований.

С использованием лизиметрического метода изучают следующие основные вопросы: динамика влажности почвы; передвижение атмосферных осадков и увлекаемых ими питательных веществ сквозь почву; состав воды, которая фильтруется через почву; вымывание минеральных солей из почвы и

удобрений; потери питательных элементов в процессе многолетнего удобрения; транспирация и испарение влаги почвой; водопроницаемость различных почв и др.

Несмотря на то, что лизиметрические исследования проводят в поле, их условия еще не очень близки к полевым.

2.3. ПОЛЕВОЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевой опыт как метод исследования имеет свою методику. Она состоит из элементов, без разработки и осуществления которых невозможно провести полевые исследования или полевые наблюдения. Основные элементы методики полевого опыта (наблюдения) следующие: 1) число вариантов; 2) площадь, форма и направление учебных площадок (трансектов, маршрутных ходов); 3) повторность на территории и во времени; 4) система размещения на территории учетных площадок, повторений и вариантов; 5) метод учета.

К методике полевого исследования и ее элементам предъявляют определенные требования. Они должны способствовать получению только точных и достоверных фактов. Это требование распространяется на точные полевые исследования всех модификаций и видов, включая метод учета хозяйственной эффективности. Точность исследования, или относительная ошибка выборочной средней - статистический показатель, количественно характеризующий изменчивость выборочных средних в полевых исследованиях. Она обуславливается техническими погрешностями в исследовании; индивидуальной неоднородностью растений, встречающихся на наблюдаемых участках; неоднородностью лесорастительных условий на исследуемом участке.

Технические погрешности в исследовании должны быть исключены или сведены до минимума. Влияние видового разнообразия растений и лесорастительных условий не может быть снято полностью, но оно должно

быть уменьшено до уровня, удовлетворяющего исследователя. Этого достигают подбором необходимого количества растений, а также оптимальных параметров элементов методики полевых исследований (число вариантов, площадь и форма учетной площадки, повторность и др.), размещением вариантов случайным методом и другими средствами.

Число вариантов в схеме исследования может колебаться в широких пределах. Например, при определении урожайности пищевых и лекарственных растений число учетных площадок должно быть достаточным, чтобы при статистической обработке материала, ошибка средней арифметической составляла не более 15% от самого среднего арифметического. Необходимое число площадок для достижения заданной точности зависит главным образом от неравномерности распределения изучаемого вида в пределах сообщества, в меньшей степени – от его обилия. Чем равномернее распределен вид и больше его обилие, тем меньше надо учетных площадок. Для господствующих в травостое видов при относительно равномерном их распределении достаточно заложить 15-20 площадок, при меньшем обилии и неравномерном распределении число это возрастает до 30-50. Для получения достоверных средних величин числа экземпляров (побегов) необходимо провести подсчеты на 25-40 отрезках маршрутного хода.

К примеру, количественный учет медоносных растений на угодьях проводят методом линейных трансект (маршрутов) (рис.2.1). В каждом подобранном пункте закладывают не менее двух-трех маршрутных ходов с учетом охвата всех типичных растительных ассоциаций на каждом из доминирующих медоносных угодий. Для определения количественного участия медоносных растений на трансектах закладывают учетные площадки в количестве от 25 до 50.

Площадь, форма и направление учетных площадок (трансект), система размещения на территории учетных площадок. Учетная площадка - часть площади исследования, на которой размещен отдельный вариант

исследования. Площадь учетных площадок могут сильно варьировать.

Размер площадок определяется в зависимости от величины взрослых экземпляров изучаемого вида. Достаточным размером площадки можно признать такой, при котором на ней помещается не менее взрослых экземпляров изучаемого вида. Для травянистых видов или кустарничков закладывают площадки размером 0,25-4,0 м². Подсчет численности экземпляров (побегов, стволиков) проводят на учетных площадках размером от 0,25 до 10 м². При определении урожайности пищевых и лекарственных ресурсов методом с использованием сетки Раменского, по проективному покрытию, учетные площадки имеют размер 1 м² (рис.2.2). Не следует иметь слишком большие размеры делянок, так как увеличивается ошибка исследования, требуются большие затраты, затрудняются работы и ухудшается их качество. Форма учетной площадки - отношение ширины к длине. Применяют площадки разной формы - квадратная, удлиненная, круглая (рис. 2.3). Круговые учетные площадки площадью 10 м², радиусом 178,5 см в соответствии с патентом РФ № 2084129. Учетные площадки закладывали по 30 штук на трех лентах, что составляло 2% от общей площади опытного объекта. Форма площадки не играет роли, так как разница в полученных данных находится в пределах ошибки опыта.

Учетные площадки закладывают, располагая их равномерно на определенном расстоянии друг от друга так, чтобы по возможности охватить весь промысловый массив (заросль). Можно располагать их на параллельных и перпендикулярных ходах, по диагонали или «конвертом» через определенное расстояние. Ни в коем случае нельзя располагать субъективно, выбирая для них «наиболее типичные места». В том случае, когда популяции изучаемого вида располагаются не равномерно, массивы представляют отдельные пятна в пределах растительного сообщества. Сначала определяют площадь всего участка (выдела), на котором встречается изучаемый вид, а затем - процент площади участка, занятого видом. На маршрутных ходах подсчитывают число



Рисунок 2.1 - Учет медоносных растений методом линейных трансектах на медоносных угодьях



Рисунок 2.2 - Закладка учетной площадки площадью 1,0 м²



Рисунок 2.3 - Учет на учетной площадке круглой формы

шагов (расстояние) по куртине изучаемого вида. Суммируя показатели, полученные на всех отрезках маршрутного хода, вычисляют процент площади, занятой популяциями данного вида, а затем их общую площадь, а не проективное покрытие.

Повторность опыта на территории - суммарное число одноименных по варианту площадок. Полевые исследования, требующие точных сравнений, осуществляют не менее чем в трехкратной повторности при указанных выше размерах учетных площадок. Предварительные, рекогносцировочные и демонстрационные исследования закладывают в двух- и трехкратной повторности. Полевые исследования без повторности исключаются.

Обоснованный выбор повторности определяют при планировании исследования, учитывая видовое разнообразия растительности на участке будущего исследования и предполагаемое различие между вариантами по урожайности.

Повторность исследования во времени - число лет повторения исследования. Она позволяет оценивать варианты при различных погодных условиях, а также изучать влияние вариантов в последствии (в последующие годы). Многие биологические и экологические исследования повторяют 2-3 года (минимум), исследования с сильным воздействием и последствием на ландшафт проводят большее число лет. Длительность проведения исследования планируется заранее.

2.4. МОДЕЛИРОВАНИЕ.

ФИЗИЧЕСКОЕ И ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Моделирование - средство изучения системы путём её замены более удобной для исследования системой (моделью), сохраняющей интересующие исследователя свойства. Моделирование - построение (или выбор) и изучение моделей с целью получения новых знаний об объектах.

Модель - объект любой природы, который способен замещать

изучаемый объект в интересующих исследователя свойствах (например, глобус - модель Земли).

Описание объекта - совокупность сведений об исследуемой системе и условиях, при которых необходимо провести исследование.

Моделирование является развёрнутым во времени процессом построения, экспериментального исследования и корректировки. Описание задает предполагаемый алгоритм работы системы и может формально рассматриваться как некоторая функция внешних воздействий. Модель воспроизводит описание с большими или меньшими упрощениями, зависящими от намерения исследователя и инструментами средств, имеющихся в распоряжении. При этом следует придерживаться компромисса между сложностью используемых средств и точностью получаемых результатов.

Классификация (предложенная В.А. Вениковым):

- **Логические модели.** Логические модели создаются на основе рассуждений. Любой человек, прежде чем совершить какое-то действие, строит логическую модель. Верность логической модели показывает время. Не всегда известные нам модели этого вида получили подтверждение. Достоинство логических моделей - присутствие во всех иных видах моделей.

- **Физические модели.** Модели, физически подобные реальной системе. Главное отличие физических моделей - физическое подобие наиболее важных исследуемых свойств. Наиболее яркими примерами физических моделей служат детские игрушки. Иной пример - при проектировании автомобиля дизайнеры строят пластилиновую физическую модель будущего изделия. Достоинство этого вида моделей состоит в высочайшей степени наглядности результатов.

- **Математические модели.** Математическая модель - строго формализованное на языке математики описание исследуемой системы. Преимущество - строго формализованная доказанность и обоснованность получаемых результатов (например, система линейных уравнений - метод ее

решения). Данный вид моделирования в настоящее время является определяющим в системных исследованиях.

• **Имитационное (компьютерное) моделирование.** Имитационное моделирование - это численный эксперимент с математическими моделями элементов исследуемой системы, объединёнными на информационном уровне. Имитационные модели могут содержать не только математические модели элементов исследуемой системы, но и физические модели (например, тренажер).

Имитационное моделирование - метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности. Такую модель можно «проиграть» во времени как для одного испытания, так и заданного их множества. При этом результаты будут определяться случайным характером процессов. По этим данным можно получить достаточно устойчивую статистику.

При моделировании в компьютере вырабатывается информация, описывающая элементарные явления исследуемых процессов с учетом их связей и взаимовлияний.

Особое значение имеет соответствие имитируемых процессов их физической сущности и эффективность хранения статистической информации.

Моделирование применяется в основном для решения двух групп задач: исследования и обучения. К первой относятся вопросы использования моделей

для изучения физических законов, подготовки и рассмотрения действия новых разработок.

К имитационному моделированию прибегают, когда:

- дорого или невозможно экспериментировать на реальном объекте;
- невозможно построить аналитическую модель: в системе есть время, причинные связи, последствия, нелинейности, стохастические (случайные) переменные;

- необходимо симитировать поведение системы во времени.

Задачи исследования, решаемые с помощью моделирования можно разделить на 4 вида:

- прямые задачи анализа, при решении которых исследуемая система задаётся параметрами своих элементов и параметрами исходного режима, структурой или уравнениями и требуется определить реакцию системы на действующие силы;

- обратные задачи анализа, которые по известной реакции системы требуют найти возмущения, заставившие рассматриваемую систему прийти к данному состоянию и данной реакции;

- задачи синтеза, требующие нахождения таких параметров, при которых процессы в системе будут иметь желательный по каким-либо соображениям характер;

- индуктивные задачи, решение которых имеет целью проверку гипотез, уточнение уравнений, описывающих процессы, происходящие в системе, выяснение свойств этих элементов, отладка программ (алгоритмов) для расчётов на компьютере.

Необходимость исследования системы, как совокупности множества элементов, позволяет разделить процесс моделирования на 2 части:

- составление математических или физических моделей элементов;
- разработка схемы связей или схемы сопряжения элементов.

Проверка соответствия модели и объекта заключается в сравнении интересных для исследователя свойств оригинала и модели. Подобие бывает геометрическим, кинематическим и динамическим.

Геометрическое подобие определяется тем, что линейные размеры (l) элементов натурального и модельного объекта (системы) находятся в постоянном соотношении, называемом масштабом линейных размеров.

2.5. ЛАНДШАФТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ландшафтные исследования - совокупность исследовательских операций, опирающихся на различные подходы (географический, исторический, системный и др.) и методы, цель которых состоит в изучении распространения ландшафтов, структуры, функционирования, динамики, генезиса, тенденций их развития, как для получения новых знаний, так и для решения задач, связанных с использованием и охраной ландшафтов.

Ландшафтное профилирование - один из основных методов ландшафтных исследований. На комплексных профилях особенно ярко выявляются ландшафтные катены - ряды сопряженных фаций и урочищ, составляющих морфологическую структуру ландшафтов, определяются доминирующие, субдоминантные и дополняющие урочища и их приуроченность к формам рельефа, литологии, уровню залегания грунтовых вод и т.д. По конкретным наблюдениям на профиле, возможно, выявить закономерности, присущие более крупным природно-территориальным комплексам (ПТК)

Выбор линии профиля производят так, чтобы профиль пересек все наиболее характерные для исследуемой территории формы рельефа, отразил разнообразие геологического строения и современного растительного покрова.

Наиболее типичное заложение профиля, по М.А. Глазовской, - от местного водораздела к водоприемнику (ручью, речке, озеру). Намечают необходимый и достаточный минимум точек, где помимо комплексных описаний отбирают образцы для сопряженного геохимического анализа. Такие точки необходимо разместить в элювиальных условиях - одну при хорошей дренированности междуречной поверхности или две в случае чередования элювиальных и элювиально-аккумулятивных (часто гидроморфных) фаций. На склоне закладывают две точки (в трансэлювиальной и трансэлювиально-аккумулятивной фациях) или одну,

если аккумуляция не выражена. Ниже закладывают точки в супераквальной фации поймы и далее - в субаквальной фации водоема. Если есть надпойменная терраса, то, как минимум, одну точку закладывают на ее основной поверхности (неоэлювиальная фация). Всего на профиле в зависимости от сложности его строения может быть от четырех до десяти точек, на которых будут отбираться образцы. Большое количество точек может отвлекать на детали и затуманивать основную картину изменения распределения элементов в вертикальном профиле катенарно сопряженных фаций.

Линии традиционных ландшафтных профилей выбирают по такому же принципу, но помимо точек отбора образцов для сопряженных геохимических анализов (эти точки, очевидно, следует считать опорными) закладывают ряд основных точек полного комплексного описания, с тем, чтобы охватить все разнообразие встречающихся по профилю ПТК. Профиль может включать не одну, а несколько катен, и тогда для геохимических исследований надо будет выбрать наиболее типичную для данной местности точку, а на других ограничиться комплексным описанием и на некоторых из точек отбором почвенных образцов.

Гипсометрическая кривая профиля, к которой привязывают все данные наблюдений, в зависимости от заданной точности может быть составлена по топографической карте (с полевым уточнением) или получена путем инструментальной съемки.

Точки комплексных описаний закладывают на основных элементах рельефа, полученные на них данные записывают в бланки и наносят условными обозначениями на гипсометрическую кривую профиля. При прохождении профиля важно не только произвести описания на точках, но и выявить все природные территориальные комплексы в их иерархическом соподчинении.

Описание комплексов, более сложных, чем фация, и характера границ производят в полевом дневнике как дополнение к бланковым описаниям фаций.

Сам профиль изображают в дневнике схематически, но непременно наносят на него все точки комплексных описаний, данные о геологическом строении, почвах и почвообразующих породах, растительности, грунтовых водах, а также границы ПТК. При обработке материалов линию профиля вычерчивают в избранном масштабе на миллиметровке и наносят все имеющиеся данные, в том числе данные бурения и др.

Профиль может быть дополнен плановой полосой с изображением на ней природных территориальных комплексов. На комплексном профиле могут быть произведены микроклиматические наблюдения, являющиеся одним из традиционных видов геофизических исследований. Нанесенные в соответствующем порядке над линией профиля метеоданные помогут выявить закономерности изменения ПТК, связанные с экспозицией и крутизной склонов, относительными превышениями.

В зависимости от масштаба работ меняется и характер профиля, его протяженность, частота расположения точек описания и взятия образцов на анализы. При мелком и среднем масштабах исследования профиль может сопровождаться на отдельных участках фрагментами более крупного масштаба, более детально вскрывающими связи между компонентами природы и более мелкими комплексами. Крупномасштабные профили сами по себе достаточно детальны, но при необходимости и они могут «раскрываться» более подробно на отдельных характерных участках.

Метод профилирования применяется не только для изучения структуры ПТК и картографирования, но и для прослеживания процессов функционирования и динамики природных комплексов. Главная цель составления профилей - выявление взаимосвязей внутри природных территориальных комплексов и сопряженности комплексов друг с другом. Эти задачи наиболее успешно могут быть решены с применением геофизических, геохимических и математических методов исследований.

2.6. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТА

Экологическое состояние ландшафтов характеризуется следующими категориями: Н-норма, или относительно удовлетворительная; Р - риск или условно-удовлетворительная; К - кризис или неудовлетворительная, соответствующая чрезвычайной экологической ситуации; Б - бедствие или катастрофическое состояние.

Экологическая норма (Н) характеризует ландшафты без заметного снижения продуктивности и устойчивости при удовлетворительном состоянии здоровья населения. Критерии оценки состояния компонентов ландшафта (почвы, воды, атмосферный воздух, растения) ниже фоновых или ПДК. Индекс деградации менее 5 % площади.

Экологический риск (Р) соответствует заметному снижению продуктивности и устойчивости ландшафтов (при их нестабильном состоянии), когда критерии оценки состояния их компонентов незначительно превышают фон или ПДК на площади 5-20 % территории.

Экологический кризис (К) показывает, что продуктивности и устойчивость ландшафтов сильно снижены, негативные последствия необратимы, при серьезной угрозе здоровья населения. Значения критериев оценки состояния компонентов окружающей среды значительно превышают фон или ПДК. Площадь деградации составляет 20-50 % территории.

Таблица 2.1 - Ранжированные состояния ландшафтов по ботаническим категориям (по В.А. Черникову и др., 2000)

Индикатор	Н	Р	К	Б
Ухудшение видового состава естественной растительности и характерных видов	Естественная смена доминантов и субдоминантой, в особенности и полезных видов	Уменьшение обилия господствующих их, особенно полезных видов	Смена господствующих видов на вторичные, в основном сорные и ядовитые	Уменьшение обилия вторичных видов, полезных растений нет

Повреждение растительности (дымом заводов)	нет	Повреждение наиболее чувствительных видов (хвойные деревья, лишайники)	Повреждение среднечувствительных видов	Повреждение слабочувствительных видов (трава, кустарники)
Относительная площадь коренных (квазикоренных) ассоциаций, %	>60	40-60	20-30	< 10
Биоразнообразие (уменьшение индекса разнообразия Симпсона), %	< 10	10-20	25-50	>50
Лесистость, % зональной	>80	60-70	50-30	<10
Гибель посевов, % площади	5	5-15	15-30	>30
Проективное покрытие пастбищной степной и полупустынной растительностью, % нормального	>80	60-70	20-50	< 10
Проективное покрытие пастбищной степной и полупустынной растительностью, % нормального	>80	60-70	10-20	<5

3. МЕТОДЫ УЧЕТА И ОЦЕНКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

3.1. УЧЕТ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ПИЩЕВЫХ РАСТЕНИЙ ЛЕСНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ УГОДИЙ

Учет пищевых, лекарственных и др. растений производится отдельно по каждому виду, глазомерно, одновременно с таксацией леса. Площадь распространения каждого вида растения определяется границами таксационного выдела.

Ресурсы сырья ягодных растений определяют по проективному покрытию плодовых и орехоносных деревьев по доле их участия в составе насаждений, кустарничковых пород - по их количеству (шт./га) и региональным таблицам средней многолетней хозяйственной урожайности. Под проективным покрытием подразумевается площадь, занятая ни и ми надземных частей растений, выраженная в % относительно учетной площади. Лекарственные виды сырья при лесоустройстве учитываются путем определения их встречаемости на выделе. Под встречаемостью понимают степень вероятности нахождения особей данного вида на каждом участке обследуемой площади.

В период подготовительных работ выявляют виды плодовых, ягодных, лекарственных и технических растений, произрастающих в районе проведения лесоустройства. На имеющиеся планово-картографические материалы наносят площади перспективные для заготовок участки.

Учет дикорастущих ягодников не производится в высоко-полнотных насаждениях (0,8-1,0) плодовых и орехоносных пород; в насаждениях с их участием в составе менее 10%, плодовых кустарников и стволов рябины - менее 50 шт./га, ягодных травяно-кустарничковых растений при проективном покрытии клюквы менее 5%, других ягодников - 10%, лекарственных растений - при встречаемости менее 10%.

Набор учетных выделов должен охватывать по возможности все разнообразие имеющихся на территории объекта таксационных выделов с наличием сырьевых растений, которые могут быть отнесены к категории промысловых площадей. К промысловым относят площади, имеющие среднюю многолетнюю хозяйственную урожайность сырья не менее 50 кг/га, участки ягодников черники в древостоях с полнотой 0,5-0,8, клюквы и голубики до 0,3, других видов - 0,6 и ниже; плодовых, орехоносных и технических древесных пород при их участии в составе насаждения не менее 1 единицы; подлесочных сырьевых растений при наличии 50 шт/га и более лекарственных растений - при встречаемости более 70%. Промысловые угодья должны быть доступными для сбора сырья.

За 10-15 дней до созревания плодов, ягод, орехов на учетных выдочках проводят определение проективного покрытия травяно-кустарничковых растений на учетных площадках согласно приложению 6.1. Количество подлесочных пород на 1 га, количество плодовых и орехоносных деревьев на 1 га определяют обычными в лесной таксации методами. Для подлесочных пород, плодовых и орехоносных деревьев подбирают по 30 модельных экземпляров. На учетных площадках или модельных экземплярах собирают урожай и взвешивают его. Взвешивание разрешается заменить подсчетом количества собранных плодов, орехов, ягод для определения урожая.

В камеральный период данные по учету сводят и обрабатывают для определения сырьевых ресурсов.

Определение проективного покрытия и урожайности травянистых и кустарничковых растений по методу квадрат-сетки.

Квадрат-сетка - это рамка 1x1 м, разделенная внутри проволокой или шпагатом на 100 мелких квадратов. Каждая из 100 ячеек такой рамки соответствует 1 % проективного покрытия, если ячейка полностью занята проекцией сырьевого растения. Не полностью покрытые ячейки объединяют мысленно до полных.

Применяют квадрат-сетку на выделах, где проводится детальное об-

следование, а также предназначенных для тренировки глазомера. Опытные исследователи определяют проективное покрытие с достаточной точностью, глазомерно, без сетки для описываемой учетной площадки в целом. Для тренировки глазомера определение проективного покрытия с помощью квадрат-сетки должно быть выполнено не менее, чем на 100 учетных площадках. Необходимое количество учетных площадок для определения проективного покрытия измерительным методом принимается от 300 до 500, в зависимости от равномерности распределения изучаемого растения по площади выдела. Чем более равномерно встречаются заросли растения, тем меньше требуется учетных площадок. Равномерность распределения изучаемого растения по площади выдела ориентировочно определяют по его встречаемости (метод "учетных следов"). При этом, рекомендуются следующие придержки: встречаемость более 90 % - 300 уч. пл.; 90-70 % - 400 уч. пл.; менее 70 % - 500 уч. пл. Расположение учетных площадок систематическое по буссольному ходу в диагональном направлении по площади выдела.

Для определения "цены" 1% на каждой площадке срезают и взвешивают сырье с 1 дм², и таким образом определяют "цену" ($M \pm m$) 1% покрытия. Следует помнить, что величина эта будет различна в разных растительных сообществах и в различных экологических условиях, поэтому при работе с этим методом "цену" 1% проективного покрытия необходимо определять на каждой обследуемой заросли. Урожайность подсчитывают как произведение среднего проективного покрытия ($M_1 \pm m_1$) на "цену" 1% ($M_2 \pm m_2$). Применение этого метода оценки урожайности удобно при работе с невысокими или стелющимися растениями, такими, как брусника, толокнянка или тимьян ползучий.

Определение встречаемости лекарственных и других травянисто-кустарничковых растений методом учетных следов.

Под встречаемостью подразумевается степень вероятности нахождения особей данного вида растений на площади таксационного выдела. Для

тренировки глазомерного определения встречаемости лекарственных и др. травяно-кустарничковых растений применяют метод "учетных следов". Таких площадок "следов" необходимо заложить в тренировочных выделах не менее 100 штук, располагая их систематическим способом. Для более достоверной оценки характера распределения зарослей по площади выдела, рекомендуется пройти выдел по диагонали, распределяя "учетные следы" равномерно по всему маршруту, учитывая при этом через равное количество шагов наличие или отсутствие в следе (т.е. под сапогом) лекарственных или др. растений (+ -). Количество "следов" с наличием в них интересующего таксатора растения (+) из 100 учетных понимают как встречаемость, выраженную в %. Следует обращать внимание на то, что количество учетных следов в тренировочных выделах должно быть одним и тем же (100 шт.), в отличие от учетных площадок, закладываемых с целью выявления проективного покрытия.

Определение урожайности пищевых и лекарственных растений по модельным экземплярам.

При оценке урожайности по модельным экземплярам необходимо установить два показателя - численность учетных экземпляров (побегов, стволиков) на единице площади и среднюю массу сырья, получаемую с одного экземпляра (побега).



Рисунок 3.1 - Учет интенсивности цветения на модельном экземпляре

При работе этим методом счетной единицей может быть экземпляр или побег. Использовать как счетную единицу побег удобно в тех случаях, когда границы экземпляра трудно определить, когда отдельные экземпляры очень сильно варьируют по степени развития или же когда сбор сырья с целого экземпляра очень трудоемок (например, у липы). Для оценки урожайности с точностью $\pm 15\%$ при работе методом модельных экземпляров оценку численности экземпляров и величины их сырьевой фитомассы необходимо проводить с точностью $\pm 10\%$. Если численность экземпляров невелика (на 1 м^2 приходится в среднем меньше 1 экз.), подсчитывать ее лучше всего на маршрутных ходах. При этом можно использовать те же маршрутные ходы, что и для определения площади заросли, однако их необходимо разбивать на отрезки по 20, 50 или 100 шагов в зависимости от размеров заросли и ее густоты (чем крупнее заросль и чем реже встречается вид, тем большие размеры должны иметь отрезки хода).

Число экземпляров (побегов) подсчитывают на маршрутном ходе в полосе шириной 1 м или 2 м.

Для определения сырьевой массы модельные экземпляры (побеги) отбирают на учетных площадках или на маршрутном ходе, при этом берут все экземпляры без субъективного выбора "типичных". Наиболее объективен систематический отбор, когда берут модельным каждый второй, пятый или десятый экземпляр, встреченный на маршрутном ходе.

Число модельных экземпляров зависит от степени их варьирования. При определении массы подземных органов или соцветий в большинстве случаев бывает достаточно 40-60 модельных экземпляров. Надземные вегетативные органы варьируют сильнее, и поэтому число модельных экземпляров (побегов) может увеличиться до 100 и даже больше. В случае, если экземпляры сильно различаются по степени развития, можно разбить их на 2-3 группы, различающиеся по этому признаку, например с 1-3 побегами (листьями) и с большим числом побегов (листьев) или же на вегетативные и генеративные экземпляры. Необходимое число моделей в каждой группе, и в

целом, в этом случае будет меньше. Естественно, что при разбивке на группы и подсчет численности экземпляров нужно проводить по каждой группе отдельно.

У каждого модельного экземпляра взвешивают подлежащие заготовке части растения и затем рассчитывают среднюю ($M \pm m$) этого показателя. Проводить взвешивание всех экземпляров вместе, а затем считать среднее, разделив общую массу на число экземпляров, недопустимо, поскольку такой метод исключает возможность статистической обработки полученных данных. Лишь в тех случаях, когда определяют запас ягод или цветков, можно оценить средний вес одного экземпляра в результате десятикратного взвешивания 100 экземпляров. Однако этот метод значительно менее точен.

Урожайность рассчитывают, перемножая среднюю численность экземпляров на среднюю массу сырья одного модельного экземпляра.

Прогноз урожая дикорастущих ягод. Учета урожая проводится с определением числа цветов и завязей на единице площади ягодного уголья. В летне-осенний период (конец августа - сентябрь года, предшествующего плодоношению) в наиболее типичных участках ягодоносных уголдий закладывают 10 площадок по 1 м². На них срезают все побеги ягодоносных растений, подсчитывают количество генеративных (цветочных) почек и определяют, сколько их в среднем на учетной площадке. Учитывая, что при перезимовке отпад генеративных органов клюквы и брусники не превышает 10%, а черники и голубики - 20%. Возможность развития из цветочной почки брусники в среднем пяти цветков, клюквы – двух, черники и голубики – одного.

3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ ГРИБОВ

Учет местонахождения грибов проводится исследователями лично в каждом лесничестве. Составляют ведомость грибных площадей и карту распространения грибов по видам. Площадь грибных выделов определяют с

точностью до 0,5 га.

При необходимости более точной оценки запасов или при отсутствии нормативной базы их оценки закладывают постоянные пробные площади размером 0,25 га, учитывая неравномерность размещения съедобных грибов в лесу, с 2-3-х кратной повторностью. Учет ведется в течение всего вегетационного периода, в течение нескольких лет. Для каждого вида грибов (или хотя бы для нескольких основных видов) пробные площади закладываются отдельно. Учет запасов грибов проводится на основе лесопокрытой площади, из которой грибоносной считается 10 %.

Поскольку один и тот же вид гриба произрастает в различных типах леса, пробные площади должны быть заложены в каждом из них (или в тех, где изучаемый вид гриба обильно плодоносит). Сбор грибов на пробных площадях ведется в течение всего сезона произрастания грибов, в средней полосе России - примерно с конца апреля до начала октября, но иногда можно ограничиться меньшим сроком - с июня по октябрь, т.е. периодом их наиболее обильного роста, с интервалом в сутки. Если урожайность небольшая, сроки сбора следует несколько увеличить, при высокой урожайности сбор необходимо вести ежедневно.

Частота сбора на пробных площадях в значительной степени зависит также от погоды и видов грибов. В теплую погоду они растут быстрее, чем в холодную, и одни виды растут быстрее, чем другие.

Сбор грибов ведется в одно и то же время суток. Кроме того, важно, чтобы сбор грибов на пробных площадях, расположенных иногда на значительном расстоянии друг от друга, проводился примерно одновременно. При сборе грибов необходимо дважды обходить пробную площадь - вдоль и поперек по прямым линиям, расположенным на расстоянии 5 м друг от друга. Грибы, собранные при каждом учете, взвешивают. По мере сбора грибов заполняется ведомость учета, в которой их количество записывается в числителе, а вес - в знаменателе. Анализируя данные, полученные по каждой пробной площади за весь период

наблюдений, суммируя массу всех собранных на ней грибов и переводя ее на единицу площади (га), получают биологическую урожайность различных видов грибов.

Имея данные о площади участка (выдела), занятого определенным типом леса (в га), и урожайность грибов с единицы площади (кг/га), определяют запасы учитываемых грибов.

3.3. ОЦЕНКА КОРМОВЫХ УГОДИЙ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Правильное использование кормовых угодий, определение оптимальной нагрузки, введение пастбищеоборота, загонной системы пастьбы - все это требует знания (определения) урожайности, качества и количества поедаемой кормовой массы на том или другом участке. Для правильного использования естественных кормовых угодий необходимо уметь в любое время провести учет урожайности кормового запаса, установить количество фактически используемого корма.

Только в этом случае можно правильно установить нагрузку поголовья на тот или другой участок пастбищ в любой сезон, рассчитать потребные площади для определенной группы скота, а также установить количество возможных для заготовки кормов.

При учете кормового запаса и сенокосных угодий обычно применяют два метода:

- метод пробных площадок используется для учета кормовой массы травянистой растительности;

- метод трансекта (модельных кустов) применяется при учете кормовой массы на кустарниковых, полукустарниковых и крупнотравных лесных угодьях.

При учете кормовых запасов в лесном фонде приходится применять и тот и другой метод, так как какой-либо один не дает правильных результатов. Это зависит от строения растительного покрова, куда входят

травы и подлесочные породы - кустарники, полукустарники.

Для учета корма на пастбищах с разреженной растительностью наиболее удобной учетной площадкой является длинная узкая полоса, называемая *трансектом*.

На полукустарниковых и эфемеровых пастбищах с равнинным и слабоволнистым рельефом рекомендуется трансект шириной 2 м, длиной 50 или 100 м. На крупнокустарниковых пастбищах с бугристым рельефом (бугристые пески) размер трансекта должен быть больше: не менее 5 м ширины и 100-400 м длины.

На выделенном участке кустарники подсчитывают, подразделяя на крупные, средние и мелкие. Учет ведут точкованием. Затем для каждой группы кустарников берут модельные кусты: 3-5 модельных кустов для средних и крупных и 5-10 модельных кустов для мелких кустов для получения показателей массы. С модельных кустов срезают или сощипывают всю поедаемую овцами (или КРС) кормовую массу. Кормовой массой у кустарников, полукустарников и крупнотравья являются однолетние веточки с листьями, цветами и плодами. У некоторых растений учитывают веточки толщиной 2-3 мм. Кормовую массу собирают в пакеты. На этикетке указывают номер трансекта, дату, название растения, класс и количество взятых модельных деревьев. После высушивания и взвешивания устанавливают количество массы каждого класса на трансект, а затем на 1 га.

Учет мелкотравья проводят методом мелких учетных площадок, с которых срезают всю растительную массу. Обычно применяют метровые площадки (1x1 м). Удовлетворительные результаты получаются при учете и срезании 10 однометровых квадратов на трансекте в 100 м. Площадки закладывают через 10 м.

При значительном разнообразии травостоя закладывается несколько серий площадок для учета всего многообразия травостоя. По поедаемости растения разделяют на группы. Кормовую массу растений каждой группы срезают ножницами на высоте 1-2 см от поверхности почвы, складывают в

отдельные пакеты, снабжают этикетками, высушивают и взвешивают. Рассчитывают кормовой запас каждой группы мелкотравья на 1 га, полученные показатели суммируют и получают общий запас травянистого корма на 1 га.

По данным учетов составляют рекомендации на ревизионный период по объемам возможной заготовки, сохранению и восстановлению дикорастущих сырьевых ресурсов.

3.4. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОСТИ УГОДИЙ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕДОСБОРА

В подготовительный этап оценки продуктивности угодий для медосбора проводится знакомство с нормативно-справочной литературой, информационными источниками по данному направлению, определяются задачи исследования. Используя материалы лесоустройства, таксационные описания, картографический материал подбираются угодья значимые в медоносном отношении и требующие оценки, уточнения медовой продуктивности и исследования.

Биологическая медовая продуктивность отдельных видов растений определяется с учетом среднего количества сахара, выделяемого за сутки одним цветком (мг), продолжительности жизни цветка в днях, количества цветков на одном растении (шт) и численностью медоносных растений (экз) на 1 га сплошного травостоя и в древостое.

3.5. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДОСТОВЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Учет деревьев в лесу по породам и категориям крупности ведется на лентах (4-5 м ширина), пересекая пешком в нескольких направлениях и подсчитывая, сколько и каких деревьев попадает на линии пути, а также на

можно вычислить, что робиния в лесу занимает 20 % (100x100:500), или в пересчете на всю площадь насаждения 24 га на (20 % от 120 га).

Медоносные кустарники, имеющиеся в подлеске, также учитываются на лентах, при пересечении лесных угодий в нескольких направлениях при этом ведут количественный учет растений медоносного значения, каждый куст записывается в пересчетную ведомость. Зная общую протяженность, ширину ленты, количество кустов и характер размещения по площади, данные учета, пересчитывают на 1 га и на всю площадь выдела (участка) угодья. Если обследуемая площадь занимает 120 га, и на ней жимолости татарской оказалось около 60 %, а свидины кроваво-красной 40 %, от общего количества подлесочных пород, при густоте 103 куста на 1 га и 70 кустов на 1 га, а степень проективного покрытия 15-20 % и 10-15 % соответственно, то занимаемые ими площади определяются для жимолости татарской по формуле: $\frac{120 \times 60 \times 20}{100 \times 100} = 14,4$ га и аналогично для свидины кроваво-красной (4,8 га).

Другой метод учета в лесу, кустарниках и на болотах заключается в выявлении медоносных видов древесных пород (липа мелколистная, клен остролистный, рябина обыкновенная и др.) и кустарниковых (крушина, ива, жимолость и др.) путем равномерной закладки на их массивах учетных площадок размером 10X10 или 5X5 м (рис. 3.2).

В каждой такой площадке подсчитывается количество экземпляров всех видов медоносных растений, определяется их средняя величина на одну площадку и переводится на 1 га.

Кустарниковые и полукустарничковые виды (малина, ежевика, вереск, черника, брусника и др.) учитываются так же, как и травянистые виды.

Для упрощения расчетов, используя таксационные описания, возможно медовую продуктивность определять по составу древостоя, а подлеска по коэффициенту встречаемости из нормативных таблиц.

Медовая продуктивность рассчитывается по формуле:

$$M = m \cdot \frac{L}{10},$$

где m – медовая продуктивность на 1 га при 100% участии в насаждении, кг;
 L - доля участия деревьев-медоносов в составе насаждения.

Таблица 3.2 - Классификация подлеска по густоте и распределение по площади (Лесоведение, 2007)

Категория подлеска по густоте	Численность тыс. экз. на 1 га	Характер распределения на площади	Коэффициент встречаемости, %
Редкий	до 2	Неравномерно	до 40
Средней густоты	2-8	Относительно равномерное	40-65
Густой	8-13	Равномерное	65-85
Очень густой	более 13	равномерное	85-100



Рисунок 3.2 - Учет количества медоносных кустарников на пробной площади

Количественный учет медоносных растений на угодьях проводится методом линейных трансект (маршрутов) в разных направлениях, останавливаясь через строго определенное число шагов (25, 30, 50, 100). На трансектах закладываются учетные площадки (от 50 до 200 шт.) в зависимости от разнообразия медоносной растительности и рельефа

местности. Количество учетных площадок и число направлений маршрутных линий устанавливается глазомерно в зависимости от размера участка, его контурности, однородности травостоя и других условий. На массивах луга с более или менее однородным травостоем прокладываются линии в трех, - четырех направлениях, а с разнородным - большее количество. На вытянутых участках пойменных лугов линии проходят зигзагообразно. Чем пестрее и разнообразнее медоносная растительность, тем больше линий прокладывается в разных направлениях и чаще останавливаются для отбора учетных делянок.

При выявлении количества медоносных растений надо стремиться к тому, чтобы все их виды были охвачены учетом и как можно равномернее размещались учетные делянки на площади.

На угодьях со смешанной растительностью, где медоносные виды чаще всего размещаются крайне неравномерно, прямой учет количества растений на единице площади неприемлем. Для установления числа растений отдельных видов на 1 га таких угодий определяется проективное покрытие в процентах площади отдельно по каждому виду изучаемых медоносных растений и переводится на сплошной травостой. Под проективным покрытием следует понимать площадь горизонтальных проекций отдельных растений или их группы на поверхности почвы.

Учет процента покрытия площади отдельными видами растений проводится по принципу случайного попадания в учетный квадрат каждого растения в отдельности (при разреженном травостое) или группы растений (при групповом произрастании). Для этой цели используется ботаническая рамка (размером 100x100 см), разделенная внутри тонкой проволокой на мелкие квадраты (10x10 см). Каждый такой квадрат, равный 100 см², соответствует 1% проективного покрытия. Рамка накладывается на травостой и определяется, какую площадь занимает растение или их группа.

Если на определяемом участке угодья степень покрытия одним видом равна 30-40 % (в среднем 35 %), а в 1 % этого вида содержится 2 растения, то на 1 м² будет находиться 70 растений (35x2), на 1 га – 700 тыс.

Кроме видового состава растительности, при изучении медоносности местности, большое и, пожалуй, главнейшее значение имеет учет сроков цветения. Время зацветания и продолжительность цветения медоносных растений определяет собой начало медосбора, главный медосбор и окончание медосбора.

При фенологических наблюдениях за медоносными деревьями и кустаниками учитывается четыре основных момента.

1. Сроки появления первых цветков.
2. Начало цветения, когда распустилось примерно 25 % цветков.
3. Массовое цветение, когда распустилось более 50 % цветков.
4. Конец цветения, когда остаётся не более 25 % цветков.

У травянистых медоносных растений за начало цветения принимается период появления в массиве 5-10 растений с раскрывшимися цветками, а массовое цветение наступает, когда на участке 30 % растений было с цветками. Конец массового цветения – когда на участке остались единичные цветущие растения. Зная начало и конец массового цветения медоносов, легко определить время подвоза к ним пчел и продолжительность медосбора.

Учет цветков на растениях. Для определения биологической нектаропродуктивности растений кроме определения сахара в нектаре одного цветка учитывается количество цветков на растении и продолжительность жизни одного цветка.

Учет цветков проводится к концу цветения растений. Подсчитываются семена, отцветшие и раскрывшиеся цветки и бутоны. На растениях с малым количеством цветков считают их на 100-200 экземплярах и выводится среднее число цветков на одно растение (рис. 3.3).

На растениях, где цветки собраны в соцветия (зонтики, завитки, кисти, головки), подсчитывается количество цветков в 500-1000 соцветиях,

одновременно устанавливается число соцветий на 100-300 растениях. Перемножив средние величины этих определений, получается среднее количество цветков на одном растении.

На деревьях и кустарниках учитывается количество цветков на конечных веточках, число веточек на ветке, веток на кусте или на дереве (крушина, жимолость, акация желтая и др.). Там, где цветки на деревьях и кустарниках собраны в соцветия, подсчитывается их количество на экземпляре и цветки в них (рябина, калина, каштан конский и др.).



Рисунок 3.3 - Учет интенсивности цветения аморфы кустарниковой

Для учета цветков выборка растений производится методом случайного попадания. Проходя по прямым линиям, которые прокладывали в разных направлениях участка, отбирается каждое попадающееся на пути растение при редком их произрастании. У видов с высокой повторяемостью отбираются растения на каждом пятом, десятом, тридцатом и т. д. шагу, идя по прямым линиям.

Отбираются растения для подсчета цветков по всем участкам в отдельности и в каждый год исследований. Цифровые данные учетов

обрабатываются методом вариационной статистики, потом находится среднее число и его ошибка. Чтобы добиться точности вычислений до 5 %, при коэффициенте изменчивости признака около 70 %, количество наблюдений необходимо довести до 700.

Для установления продолжительности функционирования цветков во время цветения растений ежедневно отмечается состояние цветков на 10-20 экземплярах изучаемого вида и выводится средняя продолжительность жизни одного цветка в днях.

Отбор проб цветков и вымывание сахара из нектара. При отборе проб цветков для изучения их нектаропродуктивности стремятся получить усредненные данные содержания сахара в нектаре одного цветка за период его жизни. Учитывая большое многообразие условий, влияющих на динамику выделения нектара (изменчивость нектаровыделения в течение дня, за период цветения цветка и растения в целом, время цветения, продолжительность функционирования одного цветка, кратность отбора нектара, размер и месторасположение цветка на растении и в соцветии, условия роста, освещенность и др.), отбираются пробы цветков один раз в день во время наибольшего посещения растений пчелами. За период цветения медоносного вида, если позволяют погодные и другие условия, отбираются пробы 4-7 раз и более в четырех, шестикратной повторности несколько лет подряд.

У некоторых видов растений в отдельные годы отбираются пробы одновременно в разных местах их произрастания. У растений, имеющих первостепенное значение для пчеловодства (крушина, малина, гречиха, клевер, вереск), число проб и повторений увеличивается.

За сутки до отбора проб части растений или целые растения, или их группы (не менее чем в 5-10 местах естественного фитоценоза или производственного посева) изолируются марлевыми тканями (рис. 3.4 и 3.5), чтобы не допустить посещения цветков насекомыми. Под изолятором, как правило, находятся цветки и бутоны.



Рисунок 3.4 - Изолирование цветков груши обыкновенной для отбора проб цветков



Рисунок 3.5 - Изолирование цветков вяза для отбора проб цветков

К прямым методам определения нектарной продуктивности растений

относятся методы смывания (рис. 3.7), микробумажек, микропипеток, капилляров, центрифугирования, взвешивание пчел до и после работ на цветках.



Рисунок 3.6 - Отбор проб цветков клена полевого для определения содержания сахара в нектаре

При отборе проб срываются открытые цветки (рис. 3.6) всех возрастов (только раскрывшиеся, цветущие и отцветающие) пропорционально их наличию на растении. В начальной стадии цветения в пробу попадает большее количество только что распустившихся цветков, а к концу цветения - отцветающих. Отбираются цветки с разных частей растения и соцветий. В соцветиях зонтичных, сложных цветках сложноцветных и головках других видов растений срываются цветки по четырем и более радиальным направлениям.

Для одной пробы из-под изоляторов срывается 50 крупных цветков (калужница, гравилат, малина, иван-чай), 100 средних (лядвенец, горчица, редька, норичник, синюха и др.), 200 мелких (донник, клевер, бодяк, короставник, василек, купырь, сныть, гречиха, вереск) или 200 средних, мало выделяющих нектара (сераделла).

Сорванные цветки считаются и помещаются в колбу, заливаются

дистиллированной водой (в дозе от 25 до 150 мл в зависимости от размера и количества цветков в пробе). Вода должна полностью смачивать цветки и с небольшим избытком покрывать их (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 - Подготовка пробы для определения содержания сахара в нектаре цветков. Вымывание сахара из нектара

Колбы с цветками, залитые водой, взбалтываются в полевых условиях 20-30 мин вручную, а в лаборатории – 15-30 мин на вибрационном аппарате. Продолжительность взбалтывания определяется в зависимости от расположения нектарников и строения цветка каждого вида растений и строго выдерживается все годы исследований. Пробы с цветками, где нектарники открыты (гречиха, крестоцветные, розоцветные, липа), отмываются 15-20 мин, у бобовых и губоцветных - 30 мин.

После взбалтывания содержимое колбы фильтруется в чистый сухой стеклянный сосуд (стаканчик, колбочку) и, отмерив пипеткой 25, 10 или 5 мл фильтрата, заливается в склянку с притертой пробкой. К данному фильтрату тотчас же прибавляется такое же количество миллилитров 96-градусного этилового спирта, плотно закупоривается, наклеивается этикетка с

соответствующей надписью и хранится до проведения анализа. Во избежание путаницы при большом количестве проб на этикетке записывается номер, дата и время отбора пробы, число цветков, объем воды для смывания и объем зафиксированного фильтрата. Законсервированную пробу закупоривают корковой пробкой, заливают воском и хранят до химического анализа. Количество сахара в пробе определяется в лаборатории методом Хагдорн-Иенсен.

Концентрация сахара в растворе в процентах определяется, используя прибор рефрактометр ИРФ-22 (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 - Определение содержания сахара в пробе с использованием рефрактометра ИРФ-22

По формуле процентное содержание сахара переводится в миллиграммы:

$$A_c = \frac{10VK}{N}, \quad (3.1)$$

где V – объем воды, мл;

K – содержание сахаров по показаниям рефрактометра, %;

N - количество цветков, шт.

3.6. ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕДОСБОРА

Материалы полевых исследований обрабатываются с помощью математических и статистических методов, сводятся в таблицы и представляется графическим методом с использованием пакета прикладных программ *Microsoft Office, 2010*.

Сахаропродуктивность (X_c) конкретного вида рассчитывается как произведение соответствующего количества (мг) сахара (a_c) в нектаре одного цветка в день на число цветков на одном растении (b), затем на количество растений (n) на 1 га при сплошном покрытии и на среднюю продолжительность жизни одного цветка в днях (v) отнесенное к 10^6 (переводной коэффициент мг в кг) по формуле:

$$X_c = \frac{a_c \cdot v \cdot b \cdot n}{10^6}, \quad (3.2)$$

Медовая продуктивность (M) медоносных растений (угодий) на 1 га площади определяется из расчета, что 100 частей меда содержат 80 частей сахара и 20 частей воды, т.е. сахаропродуктивность (X_c) конкретного медоносного растения на площади 1 га умножается на 1,25 и вычисляется величина потенциальной медовой продуктивности на единице площади (кг/га) по формуле:

$$M = 1,25 X_c. \quad (3.3)$$

Биоресурсный потенциал (B_{pn}) лесов и сельскохозяйственных угодий для медосбора области (района медосбора), определяется с учетом распределения площади лесов и лесных полос по породам, и данных о площади сельскохозяйственных угодий и культур (подсолнечника, гречихи, рапса, горчицы, кориандра, многолетних трав, плодовых и ягодных насаждений и др.), взятых из структуры посевных площадей для сельскохозяйственных зон области.

Площадь медоносных растений (S_i) последовательно умножается на их сахаропродуктивность (X_c), полученные произведения суммируются и вычисляется биоресурсный потенциал лесов, защитных лесных полос и сельскохозяйственных угодий для медосбора по формуле:

$$B_{pn} = S_1 X_{c1} + S_2 X_{c2} + S_3 X_{c3} + \dots + S_n X_{cn}, \quad (3.4)$$

где $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ - площади (га) произрастания отдельных лесных пород и сельскохозяйственных культур (медоносов);

$X_{c1}, X_{c2}, X_{c3}, \dots, X_{cn}$ - сахаропродуктивность (кг/га) отдельных лесных пород и сельскохозяйственных культур (медоносов).

При расчетах медового запаса или медосбора области (района), учитывается, что пчелы обычно собирают только часть нектара, выделенного растениями - от 1/3 до 1/2. Биоресурсный потенциал лесов и сельскохозяйственных угодий для медосбора не может быть полностью использован по следующим обстоятельствам:

- а) часть нектара будут собирать другие насекомые;
- б) не все медоносные растения и цветки пчелы смогут посетить;
- в) из-за неблагоприятных условий погоды не весь выделенный нектар собирают пчелы.

Расчет медового запаса (P) или медосбора выполняется по формуле:

$$P = 0,625 B_{pn}, \quad (3.5)$$

где 0,625 - коэффициент учитывающий перевод сахара в мед (в меде из нектара основных нектароносов содержится около 80% сахаров) при использовании 1/2 биоресурсного потенциала лесов и сельхозугодий для медосбора ($0,5 \times 1,25 B_{pn}$).

Потенциальные медовые запасы медоносных угодий, представленные сельскохозяйственными культурами и лесными насаждениями, определяются, исходя из фактических площадей посевов и посадок, предоставленных Министерством сельского хозяйства и продовольствия области (республики) и Департаментом лесного хозяйства, а также средней нормативной медовой продуктивности 1 га этих культур.

Определение количества пчелосемей (N) необходимого для медосбора при использовании 1/2 биоресурсного потенциала лесов и сельхозугодий рассчитывается с учетом годовой потребности пчелиной семьи в меде, которая составляет в среднем 90 кг и 30 кг, провизорное получение товарного меда в сумме 120 кг по формуле:

$$N = \frac{0,625B_{pn}}{120}. \quad (3.6)$$

Для дифференцированной оценки медосборов, районирования обширных территорий (область, край, республика и др.) вводится показатель - район медосбора – это территория, обладающая сходными геоморфологическими, почвенно-климатическими и другими природными условиями, которые определяют ассортимент медоносных растений, медовую продуктивность и мелиоративно-хозяйственное назначение.

Всестороннюю оценку района медосбора, как объекта хозяйственной деятельности, проводят по ландшафтными признакам (состоянию поверхности территории, растительного покрова, экологии окружающей среды, почвенно-климатических, гидрологических и эрозионных характеристик), а также по связанным с ними факторам, определяющим биоресурсный потенциал лесов и сельхозугодий, их медовую продуктивность, особенности использования и мелиорации (ассортимент медоносных растений; виды лесных, декоративных, плодовых и ягодных насаждений; посевы сельскохозяйственных культур и многолетних трав; внесение удобрений; орошение; уход за лесными насаждениями и др.) (рис.3.9).

Пример: Сухая разнотравно-типчакково-ковыльная степь. Рельеф слабоволнистый. Высокая расчлененность территории ($0,53 \text{ км/км}^2$), значительное количество оврагов (5891) и балок создают благоприятные условия для произрастания медоносных растений. Среднегодовое количество осадков 422-486 мм. Среднегодовая температура в июле $22,3-23,0^{\circ}\text{C}$, сумма активных температур $3000-3200^{\circ}\text{C}$. Безморозный период 170-175 дней. Почвы – в основном – обыкновенные мицелярно-карбонатные черноземы. Мощность гумусового горизонта от 65 до 110 см, содержание гумуса в пахотном слое 4,0-6,0, общего азота 0,20-0,25, валового фосфора 0,16-0,20, калия 2,2-2,3%. 3 район медосбора – хороший

(около 50 кг), нестабильный медосбор, со средним, местами высоким загрязнением окружающей среды. Лесистость территории - 4,3%. В насаждениях - робиния, вяз, клены, абрикос, редко липа, софора. Сельскохозяйственные медоносы - подсолнечник, рапс, репе гречиха, бахчевые и овощные культуры, плодовые, ягодные насаждения и кормовые травы (эспарцет, люцерна). Направление пчеловодства опыленческое. Основной медосбор робиниево-подсолнечниковый.



Рисунок 3.9 - Карта-схема районов медосбора Ростовской области

Оценка по состоянию окружающей среды области (республики) при характеристике районов медосбора дается, используя материалы Комитета по охране окружающей среды и природных ресурсов области (республики).

Районирование медоносных угодий региона для медосбора проводится по меду запасу угодий. Определяются данные среднего значения медового запаса угодий по области (республике) ($M, \%$), медовый запас i -го административного района ($X_i, \%$), стандартную ошибку Гаусса (σ).

Параметры ($M \pm \sigma$) среднего медового запаса находятся по результатам статистической обработки вариационных рядов соответствующих показателей для медоносных угодий по всем административным районам. При этом стандартная ошибка вариационных рядов вычисляется:

$$\sigma = \sqrt{\sum(M - x_i)^2 / (n - 1)}. \quad (3.7)$$

Полученные результаты районирования наглядно представляется, используя картографический метод (рис. 3.10).



Рисунок 3.10 - Районирование территории Ростовской области по медовому запасу подсолнечника для медосбора

Картографический метод позволит профессиональным пасечниками своевременного планировать и организовывать передвижение пасеки по

территории области с учетом сроков цветения главных медоносных растений и медового запаса.

Таким образом, процесс определения медовой продуктивности растений очень трудоемок и под силу только специально обученным лицам и научным учреждениям.

4. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РЕКРЕАЦИОННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

4.1. ЛЕС КАК ОБЪЕКТ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Каждый лесной массив составляют элементарные насаждения (лесные фитоценозы), образующие экосистемы или биогеоценозы под влиянием комбинаций параметров лесной обстановки и отличающиеся друг от друга преобладающими (лесообразующими) видами (породами) деревьев, их возрастом и происхождением, подлеском, живым напочвенным покровом и др. признаками.

На основе лесных экосистем (биогеоценозов) выделяют типы лесов (коренные и производные), объединенные в группы типов для проведения одинаковых лесоводственных мероприятий.

Глобальная сущность лесов определяется тем, что они составляют основу фитогеосферы (фитосферы) - части географической оболочки, которая через фотосинтез оказывает воздействие на педосферу (почвенный покров), приземный (до 150 м) слой атмосферы и материковые воды гидросферы (глубинные, почвенные и поверхностные). Леса обеспечивают биогеохимические циклы кислорода, углерода и других биогенных элементов. Здесь наиболее эффективно трансформируется солнечная энергия и проявляется органическая жизнь с воспроизводством биомассы и биологического разнообразия. Все это определяет развитие человечества в обозримом будущем.

Лесные экосистемы замыкают “на себя” пищевые цепи и осуществляют обмен веществ между живой и неживой природой, участвуя в почвообразовании, повышении качества воды и элементного состава пищевой продукции для человека. Лесная биота генетически связана с окружающей средой, участвуя в ее управлении, что соответствует гипотезе Геи.

Защитная роль лесов заключается в регулировании гидрологического режима территории, противостоянии эрозии почв и пыльным бурям,

опустыниванию, паводкам и половодьям, селям, лавинам и т.п. (Ивонин, 2008).

4.2. ЗАКЛАДКА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

В насаждениях зеленой зоны закладываются два вида пробных площадей: временные и постоянные. Временные пробные площади используются как тренировочные (для коллективной тренировки глазомера таксаторов) при ландшафтном лесоустройстве, таксации древостоев, опушек, инвентаризации и паспортизации отдельных деревьев. Постоянные пробные площади и опытные эталонные объекты предназначаются для формирования закрытых ландшафтов (полнота основного яруса 0,6 и более), полуоткрытых (полнота 0,3-0,5 с равномерным и групповым размещением деревьев) и в редицах, а также открытых пространств и опушек (просматриваемых по лужайкам, вдоль рек и магистральных дорог). Временные пробные площади закладываются в типичных насаждениях изучаемых объектов при ландшафтной таксации насаждений.



Рисунок 4.1 - Закладка постоянной пробной площади полуоткрытых (полнота 0,3-с групповым размещением деревьев

Их основное назначение, как сказано выше, тренировка глазомера лесостроителей (проектантов) и специалистов лесопарковых хозяйств, и кроме того, решение различных текущих задач. В первом случае пробные площади называются тренировочными.

Тренировочные пробные площади закладываются и обрабатываются в соответствии с инструкцией по проведению лесоустройства (1986) с дополнительным описанием полога древостоя и его ландшафтной характеристики. На пробных площадях все таксационные замеры и камеральная обработка полевых материалов проводятся по общепринятой методике с использованием таксационных таблиц. Для тренировки исполнителей, выполняющих инвентаризацию (паспортизацию) в парках и лесопарках на историко-мемориальных объектах и памятниках садово-паркового искусства, а также в селитебных частях дачных поселков и на других объектах, закладываются тренировочные пробные площади с наибольшим целевым уклоном (с картированием деревьев, чтобы определить точность описания и характер хозяйственных мероприятий).

Количество пробных площадей должно соответствовать заранее выделенным ландшафтными районам или определенным участкам, принимаемым за территориально-учебную единицу, с целью охвата разнообразия всех природных элементов объекта.

Общее количество тренировочных пробных площадей устанавливается из того расчета, что до начала полевых лесостроительных работ коллективная тренировка должна быть проведена не менее чем на 15, а в середине полевого сезона – еще на 10 пробных площадях.

Каждая пробная площадь должна иметь не менее 300 единиц древесно-кустарниковой растительности, обязательно включать остальные элементы благоустройства: газоны, цветники, малые архитектурные формы, дорожки, площадки, водоемы, различные инженерные сооружения. При паспортизации мемориальных деревьев и особо ценных пород для тренировки берется менее 20-25 штук.

Для выборки единообразных навыков в работе на таксацию опушек закладываются пробные площади в лесопарках и тренировочный ландшафтно-таксационный ход. Протяженность последнего должна быть не менее 2,0 км по наиболее характерным частям, объемлющим всё разнообразие лесопарка (вдоль дорог, рек, берегов водоёмов, опушек с открытыми пространствами). Характеристика выходящих на тренировочный ход выделов уточняется закладкой реласкопических площадок (проб) другими простейшими способами измерительной таксации. Пробные площади на инвентаризацию, паспортизацию и таксацию опушек оформляются ведомостями и абрисами.

Постоянные пробные площади, как и временные, закладываются в наиболее типичных насаждениях. Основное назначение их - контроль (мониторинг) состояния насаждений, а также использование в качестве эталонов при проектировании и проведении лесопарковых и лесохозяйственных мероприятий. Предназначенные для формирования ландшафтов, они закладываются в парковой и лесопарковой частях зеленых зон и лесопарках, в наиболее характерных местах с целью формирования соответствующего типа ландшафта. Постоянные пробные площади служат для демонстрации работникам в натуре технологии и результатов рубок формирования насаждений, чтобы специалисты впоследствии могли учесть при перенесении в натуру проекта ландшафтного лесоустройства при аналогичных условиях.

Полученные данные перечета, пространственного размещения деревьев до и после рубки, характеристики каждого дерева (порода, возраст, высота, диаметр, длина, ширина и форма кроны, состояние и класс роста по Крафту) и данные камеральной обработки их анализируются для определения закономерных придержек по формированию запланированных лесопарковых ландшафтов. На основании сопоставления количества деревьев, полноты, сомкнутости полога и запаса стволовой и зеленой биомасс древостоя до и

после рубки составляют таблицу выборки (в %) по их числу и соответствующему запасу при каждом виде рубок формирования.

Постоянные пробные площади позволяют вести стационарные наблюдения за ходом формирования лесопаркового ландшафта в течение длительного времени и совершенствовать методику и технические приемы рубок. Закладка их должна проводиться с особой тщательностью в наиболее характерных участках.

Пробная площадь может состоять из двух или нескольких секций: одна – контрольная, другие – показательные по какому-либо виду работ (по интенсивности рубки и др.). В зависимости от типа лесопаркового ландшафта величина пробной площади должна отражать характер пейзажа и внутренние взаимосвязи между компонентами.

В закрытых ландшафтах площадь пробы должна быть: в молодняках - не менее 0,5 га, а количество деревьев преобладающей породы на каждой секции не менее 500 шт; в остальных возрастах древостоев - не менее 1,0 га (по 0,5 га на секцию) с числом стволов преобладающей породы средневозрастных – не менее 300 шт (на каждой секции), а в приспевающих и спелых насаждениях – не менее 200 шт. В полуоткрытых ландшафтах с групповым размещением деревьев размер пробы берется таким, чтобы на ней предоставлялось возможным сформировать не менее 5-6-ти групп и 2-3-х полян, разделяющих группы. Для закрытых и полуоткрытых ландшафтов пробы закладываются в насаждениях, по составу условно чистых (с примесью до 2-х единиц) и смешанных (с примесью до 5-6-ти единиц) в наиболее типичных древостоях по их типам леса, классам бонитета (II-III для всех хвойных и I-II – лиственных) и возрастам.

Выделенную показательную секцию пробной площади разделяют на квадраты перпендикулярными линиями (без рубки деревьев) через 10 м. На пересечениях линий устанавливают колышки высотой 0,5 м (их окрашивают в белый цвет и нумеруют). Эти линии (визеры) внутри секции служат координатной сеткой, по которой выполняется абрис на миллиметровой

бумаге в масштабе 1:200. На показательных секциях пробной площади, где будет проводиться рубка, с помощью рулетки устанавливают положение каждого дерева по отношению к координатной сетке и на абрисе его помечают точкой с номером. После этого замеряют радиусы крон в четырех направлениях (север, юг, восток, запад) и на абрисе зарисовывают горизонтальную проекцию кроны. Если часть кроны перекрыта другой, выше расположенной, то она наносится на абрисе пунктиром, а остальная - сплошной линией. Крона, полностью перекрытая другой кроной, наносится на абрисе пунктиром. Проекция крон сухостойных деревьев на абрисе не отражается. Одновременно с этим места обмеров диаметров стволов на высоте груди (1,3 м) отмечают голубой масляной краской (горизонтальной чертой с меткой от нее в виде точек вниз для последующих взаимоперпендикулярных замеров толщины). Отметки на стволах наносят вдоль короткой стороны пробы (предпочтительно с северной стороны). На всех деревьях на одном уровне, выше отметок (горизонтальной черты) примерно на 2-3 см, наносится порядковый номер.

Проекции крон на абрисе закрашивают цветными карандашами по породам. При перекрытии крон закрашивается проекция кроны дерева, имеющего большую высоту. Подрост и подлесок отмечают на абрисе на глаз. Аналогичный пересчет деревьев (без картирования) выполняется отдельно и на контрольной секции. После этого на показательных секциях пробной площади отбирают деревья для первого приема рубки, отмечая их номера в ведомости. Назначенные к выборке деревья вырубает или спиливают на уровне почвы, древесину и порубочные остатки с пробной площади убирают (без сжигания).

По результатам камеральной обработки перечета и обмеров деревьев (до и после рубки, в том числе на контрольной секции) и определения всех средних таксационных показателей древостоя устанавливают процент выборки стволов для формирования ландшафта по их числу, запасам древесины и древесной зелени (дифференцированно по ступеням толщины и

по классам роста Крафта). На основании полученных материалов делают выводы об изменении сомкнутости, просматриваемости, эстетической оценки и дают замечания по результатам проведенной рубки с указанием перспективы и прогноза формирования данного ландшафта. Для этих целей используют прогнозные модели или таблицы хода роста.

4.3. МЕТОДЫ УЧЕТА КОМПОНЕНТОВ ЛЕСНОГО ФИТОЦЕНОЗА

При изучении процесса естественного лесовозобновления определяют следующие *показатели подроста*:

- 1) количество (численность, густоту) подроста на единице площади;
- 2) качество (надежность) подроста;
- 3) высотная структура подроста;
- 4) равномерность размещения подроста по площади (встречаемость).

Для определения высотной структуры подроста и его качества используют общепринятые классификации.

Подрост принято подразделять в зависимости от его высоты на три группы: мелкий (высотой до 0,5 м), средний (высотой 0,51-1,5 м) и крупный (выше 1,5 м).

По категориям качества или состояния подрост делится на жизнеспособный и нежизнеспособный.

Жизнеспособный подрост хвойных пород характеризуется следующими признаками: густое охвоение; зеленая или темно-зеленая окраски хвои; заметно выраженная мутовчатость; островершинная или конусообразная симметричная крона; протяженность кроны не менее 1/3 длины ствола в группах и 1/2 – у отдельных особей; прирост вершинного побега не менее прироста боковых ветвей верхней половины кроны; гладкая или мелкочешуйчатая кора без лишайников.

Жизнеспособный подрост лиственных пород характеризуется нормальным облиствением кроны, пропорционально развитыми по высоте и диаметру стволиками.

Для учета *численности* подроста используют круговые площадки по 10 м^2 или $R=1,79 \text{ м}$. По Правилам лесовосстановления (2007 г.) на участках площадью до 5 га закладывается 30 учетных площадок, от 5 до 10 га – 50 и свыше 10 га – 100 площадок. Учетные площадки размещают на ходовых линиях, которые располагают на одинаковом расстоянии друг от друга, параллельно длинной стороне пробной площади. Расстояние между центрами площадок определяется путем деления общей протяженности ходовых линий на число площадок. Центр площадки отмечается колышком.

Схема размещения учетных площадок наносится на абрис обследуемого участка.

Встречаемость подроста определяется по наличию хотя бы одного жизнеспособного экземпляра на площадках определенной величины. Для определения встречаемости количество учетных площадок с подростом нужно разделить на общее количество учетных площадок.



Рисунок 4.2 - Закладка круговой учетной площадки

Учет подлеска включает определение численности экземпляров по породам с указанием средней высоты.

Характеристика живого напочвенного покрова. Для характеристики травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов необходимо заложить учетные площадки размером 1 м². В лесных фитоценозах закладывают 10 площадок, в болотных и луговых, а также в сообществах прибрежно-водной и рудеральной растительности – 5 площадок. Площадки закладывают по диагоналям пробной площади с расчетом их максимально равномерного размещения (Титов, 1994). Площадки следует закрепить колышками и дать схему их размещения на абрисе выдела. Далее определяется степень проективного покрытия по видам на учетной площадке и пробной площади в целом.

Проективное покрытие – это отношение проекций побегов и листьев вида к общей площади участка; выражается в процентах. Сначала на каждой площадке определяют общее проективное покрытие травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, затем определяют проективное покрытие каждого вида на площадке.

Для удобства определения проективного покрытия растений метровую площадку с помощью палочек можно разделить пополам или на 4 части; в последнем случае каждая часть будет соответствовать 25% площади площадки. Далее можно мысленно сместить весь травяной ярус или отдельный вид в угол учетной площадки и представить, сколько площади займет проекция его побегов и листьев. Студентам, не имеющим навыков описаний растительности, полезно приготовить из проволоки рамки размером 10x10; 22,5x22,5 и 32x32 см, соответствующие площади в 1, 5 и 10%. Накладывая эти рамки на травостой, можно более точно определить проективное покрытие видов на учетной площадке. Результаты учета следует занести в ведомость.

Большинство видов напочвенного покрова в естественных сообществах имеют небольшое покрытие – от долей процента до 10%. Поэтому важно

правильно определять проективное покрытие видов именно в этом интервале; проволочные рамки могут существенно помочь в этом деле. Покрытие видов в интервале от 1 до 10% определяют с ошибкой в 1%, от 11 до 25% – с ошибкой в 2%, от 26 до 50% – с ошибкой в 5%, от 51 до 100% – с ошибкой в 10%. Если покрытие вида составляет менее 1%, его отмечают знаком «+».

Охарактеризовав живой напочвенный покров на всех учетных площадках, рассчитывают среднее проективное покрытие для каждого вида, среднее проективное покрытие ярусов на учетной площадке, встречаемость вида, а также суммарное проективное покрытие живого напочвенного покрова на пробной площади. Если проективное покрытие вида в описании отмечено знаком «+», его принимают равным 0,5%.

Встречаемость вида вычисляется, как отношение площадок с присутствием вида к общему числу учетных площадок.

Суммарное проективное покрытие растительности живого напочвенного покрова рассчитывается простым суммированием показателей по всем видам. После обработки полевых материалов отдельно для травяно-кустарничкового и мохового ярусов заполняется сводная таблица.

4.4. ЛАНДШАФТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСАЖДЕНИЯ

Лесная рекреация - это восстановление сил и здоровья человека в результате пребывания в лесу. Поэтому леса, основным назначением которых является отдых и лечение людей, называют рекреационными.

Ландшафтная таксация - это определение и оценка ландшафтно-таксационных признаков территории, формирующих облик рекреационных лесов (Ивонин В.М. и др., 1999). Ландшафтную таксацию проводят одновременно с обычной таксацией.

Под ландшафтно-таксационными признаками опытных участков понимают:

1) типы и виды лесопарковых ландшафтов (пейзажей); 2) рекреационная оценка; 3) эстетическая оценка; 4) класс устойчивости насаждений; 5) оценка проходимости участка; 6) просматриваемость (обзор) участка; 7) размещение деревьев по площади и характеру крон; 8) сомкнутость полога; 9) класс совершенства; 10) оценка стадий рекреационной дигрессии; 11) запас зеленой биомассы древостоев.

Эстетическая оценка должна отражать гармоничность и красочность сочетания всех компонентов растительности.

При эстетической оценке учитываются следующие особенности участка:

а) положение на местности, влажность и плодородие почвы, условия местообитания, тип леса;

б) породный состав, форма, производительность, возраст, пространственное размещение деревьев по площади, сомкнутость полога, его расчлененность и красочность. Форма и окраска крон и стволов, энергия роста и развития, степень обозримости и характер проходимости;

в) соответствие современного состояния выдела типу проектируемого ландшафта.

Оценка эстетических свойств ландшафтов дает о них только общее представление. Детально и отдельно оцениваются насаждения и открытые пространства с единичной древесной растительностью и без нее. Эстетическая оценка открытых ландшафтов (с единичными деревьями и кустарниками и без них) проводится визуально на основе общего обзора и полученного эмоционального впечатления. Для этого учитываются следующие пейзажно-пространственные показатели:

- положение на местности, влажность почвы, проходимость;
- размер и конфигурация участка;
- живописность опушек и местности, окружающих открытые пространства;

-наличие и качество солитеров или небольших групп деревьев, кустарников и характер их размещения;

- качество травяного и мохового покрова;

- состояние и густота молодняков;

- размер и конфигурация водоемов, характер их берегов и окружающей растительности, доступность водоемов для отдыхающих, санитарное состояние их и возможность использования для целей отдыха и купания.

Оценка устойчивости насаждений определяет их способность противостоять неблагоприятным факторам роста и развития, приводящим к преждевременному распаду древостоев и смене пород. Внешними признаками определения устойчивости насаждения являются:

- интенсивность роста и развития, густота и окраска хвои и листьев в кронах деревьев, плотность строения крон;

- количество и качество подроста, подлеска и живого напочвенного покрова;

- степень уплотнения верхних слоев почвы;

- наличие механических повреждений деревьев:

- заселение вредными насекомыми и наличие плодовых тел грибов;

- процент усохших деревьев.

Оценка устойчивости насаждений проводится по шкале И.С. Моисеева и Л.Н. Яновского.

Оценка проходимости участка проводится в зависимости от дренированности почв, рельефа местности, густоты древостоя, подроста, подлеска и его захламленности.

Хорошей проходимостью отличаются участки повышенных местоположений с сухой, хорошо дренированной почвой, отсутствием густых зарослей подлеска или захламленности и крутизной их поверхности не более 5°. Плохая проходимость обычна на участках, расположенных на ровных пониженных местах, с плохо дренированной почвой, а также с крутым склоном (15-20°) и на участках, имеющих захламленность более 10

м³ на 1 га. Средняя проходимость преимущественно на участках, имеющих средние показатели между хорошей и плохой проходимостью.

Оценка просматриваемости (обозреваемости) участка устанавливается по расстоянию, на котором таксатор может определить по стволу породу дерева и другие элементы ландшафта (рис.4.4).



Рисунок 4.3 - Оценка проходимости участка. Передвижение затруднено во всех направлениях. Прочность плохая. Балл 3.



Рис. 4.4. Оценка просматриваемости участка: средняя, видимость на расстоянии 21-40 м, балл 2.

Просматриваемость зависит от наличия подроста, его густоты и высоты, густоты и характера размещения деревьев в древостое, сомкнутости древесного полога и связанной с этим освещенности участка. Такая оценка необходима для учета посещаемости.

Размещение деревьев по площади устанавливается по соотношению среднего (L_{cp}) и наибольшего (L) расстояний между деревьями в целом по древостою ландшафтного участка (рис. 4.5). Рекреационная оценка определяет рекреационные и оздоровительные качества участков. Дается характеристика состояния древесно-кустарниковой растительности и других элементов на участке. Определяется возможность его использования для отдыха и передвижения по обследуемой территории.



Рис. 4.5. Размещение деревьев случайное, соотношение расстояний между деревьями 1,3-1,9. Балл 2.

Итоговую рекреационную оценку ландшафта определяют путем произведения баллов (классов) шкал. При этом высшей итоговой оценкой является 1, а низшей – 81. Оценочная шкала при этом имеет вид отлично – до 4; хорошо – от 5 до 16; удовлетворительно – от 17 до 36; неудовлетворительно – более 36.

Классы совершенства служат для правильной оценки и контроля эффективности хозяйственной деятельности по повышению ценности всех имеющихся насаждений в выполнении ими рекреационных функций. Класс совершенства устанавливается как для выдела ландшафтного участка, так и для всего объекта. Исходными данными для определения класса совершенства являются: 1) класс бонитета; 2) преобладающая порода – степень ее ценности; 3) класс эстетической оценки; 4) класс санитарно-гигиенической оценки; 5) класс устойчивости. Степень ценности древесных пород: сосна, дуб – 1; ель, береза – 2; ольха – 3 и т.д.

Класс совершенства для выдела определяется как среднеарифметическое значение указанных величин. Так, если насаждение с преобладанием сосны II класса бонитета, 2-го класса эстетической и 1-го

класса санитарно-гигиенической оценок, 1-го класса устойчивости, то класс совершенства будет $\frac{1+2+2+1+1}{5}=1.4$

При определении класса совершенства насаждений 1а класса бонитета, показатель класса бонитета приравнивается к нулю. Класс совершенства насаждений хозчасти или лесничества определяется как средневзвешенный показатель на площади участков.

4.5. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА ЛЕСА

Согласно ОСТ 56-84-85, рекреационная нагрузка - это показатель воздействия на биогеоценоз факторов, обусловленных видом лесной рекреации, определяемый через следующие основные величины: площадь объекта лесной рекреации, количество посетителей, время их пребывания на объекте. Рекреационные нагрузки характеризуют следующими основными показателями: *рекреационная плотность* (единовременное количество посетителей вида лесной рекреации на единице площади за период посещения); *рекреационная посещаемость* (суммарное количество посетителей вида лесной рекреации на единице площади за период измерения); *рекреационная интенсивность* - суммарное время вида лесной рекреации на единице площади за период измерения.

Для измерения рекреационных нагрузок применяют следующие единицы величин (табл. 4.3).

Рекреационную плотность измеряют на опытном объекте, а рекреационную посещаемость и интенсивность рассчитывают.

При измерении рекреационной плотности применяют следующие методы (ОСТ 56-100-95): пробных площадей, трансектный, регистрационно-измерительный и др.

Метод пробных площадей основан на выборе репрезентативных

участков (в типичных таксационных выделах) по стадиям рекреационной дигрессии. В выбранных участках закладываются лесоустроительные пробные площади тренировочного вида (см. гл. 5.2). Таксационные показатели каждой площадки дополняются сведениями о виде лесной рекреации и стадии рекреационной дигрессии. После этого сравнивают таксационные характеристики насаждений по стадиям их рекреационной дигрессии.

Трансектный метод применяют при определении стадии рекреационной дигрессии (табл. 4.2). При этом на ходовых линиях, равномерно охватывающих участок, измеряют протяженность вытоптанной поверхности к общей длине ходовых линий. Общая длина ходовых линий на участке должна быть не менее 500 м/га.

Таблица 4.2 – Стадии рекреационной дигрессии в зависимости от площади, вытоптанной до минерального горизонта поверхности напочвенного покрова. % по отношению к общей площади обследуемого участка

Первая	Вторая	Третья	Четвертая	Пятая
До 1,0	От 1,0 до 5	От 5,1 до 10,0	от 10,1 до 25,0	Более 25

Регистрационно-измерительный метод основан на регистрации количества посетителей в момент наблюдений и измерения времени их пребывания на объекте (пробной площади). Регистрацию посетителей проводят в календарные даты наблюдений четыре раза в сутки (утром, днем, вечером, ночью). За сезон рекреации принимают 20 календарных дат (40 - за год).

Таблица 4.3 – Внесистемные единицы величины, применяемые при измерении рекреационной нагрузки

Величина			Единица	
наименование	обозначение	размерность	наименование	размерность
Основные единицы				
Площадь	S	S	гектар	га
Количество	N	N	человек	чел

посетителей				
Время, период	t, T	t, T	Час, суток, месяц, год	Ч, сут, мес, год
Производные единицы				
Рекреационная плотность	Rd	NS ⁻¹	Человек на гектар	чел. га ⁻¹
Рекреационная посещаемость	Re	NS ⁻¹ T ⁻¹	Человек на гектар-год Человек на гектар-месяц Человек на гектар-сутки	чел. га ⁻¹ год ⁻¹ чел. га ⁻¹ мес ⁻¹ чел. га ⁻¹ сут ⁻¹
Рекреационная интенсивность	Ri	NtS ⁻¹ T ⁻¹	Человек-час-на гектар-год Человек-час-на гектар-месяц Человек-час-на гектар-сут	чел. час га ⁻¹ год ⁻¹ 1 чел. час га ⁻¹ мес ⁻¹ 1 чел. час га ⁻¹ сут ⁻¹ 1

Их устанавливают ежемесячно в рабочие и нерабочие дни с комфортной и дискомфортной погодой (табл. 4.4). Время пребывания посетителей измеряют в течение двух типичных дней с комфортной и дискомфортной погодой.

Таблица 4.4 – Показатели комфортности погоды (по ОСТ 56-100-95)

Микроклиматические характеристики на высоте 1,5 м			
Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость ветра, м/с	Атмосферные осадки
От +15 до +25	От 30 до 70	До 5	Нет или кратковременные
От -5 до -15	От 30 до 70	До 5	Нет или кратковременные

Средние значения рекреационной плотности и времени одного посещения получают при обработке данных журнала регистрации посетителей, где отмечают даты и время наблюдений, день недели, тип погоды, единовременное количество посетителей, а также - дату и номер посещения, начало и окончание времени посещения и его

продолжительность.

В результате обработки результатов наблюдений получают следующие показатели: рекреационная плотность (Rd), продолжительность периода измерения (T), продолжительность (T_c) и календарные сроки сезона рекреации, время одного посещения (t).

Рекреационную посещаемость (Re , чел/га-год) и рекреационную интенсивность (Ri , чел. ч/га-год) вычисляют по соотношениям:

$$Re = Rd \cdot T; \quad (5.1)$$

$$Ri = Rd \cdot t \cdot T. \quad (5.2)$$

При сезонном характере лесной рекреации период измерения (T) принимается равным продолжительности сезона рекреации (T_c), который определяют как интервал времени при регистрации посетителей в начале и конце посещений.

4.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ НАГРУЗОК НА ЛЕСНЫЕ РЕКРЕАЦИОННЫЕ ОБЪЕКТЫ

Бездорожная рекреация - отдых при свободном перемещении рекреантов в лесу. Это наиболее распространенный вид лесного отдыха, при котором уничтожаются лесная подстилка и живой напочвенный покров, уплотняются почвы, оттаптываются корни.

Бездорожной рекреации соответствует повседневная лесная рекреация (по ОСТ 56-100-95) - пребывание людей на землях лесного фонда (без ночлега) в целях отдыха, физического развития, развлечений.

Исследования эрозионных процессов при бездорожной рекреации проводят с целью определения допустимых рекреационных нагрузок.

Рекомендуется проводить исследования на миниплощадках ($0,25 \text{ м}^2$), где моделируют рекреационные нагрузки различной интенсивности (Рекомендации по выявлению, рациональному рекреационному использованию и восстановлению ценных природных комплексов, 1992).

Миниплощадки закладывают (трехкратная повторность) в выравненных по условиям участках исследуемого лесного массива. Нагрузки моделируют при равномерном «шагании» человека среднего веса со средней скоростью 3-3,5 км/час (60 шагов в минуту). Контролем являются площадки без нарушенного почвенного покрова, а вариантами опыта - площадки с различной продолжительностью «шагания».

На каждой опытной и контрольной миниплощадке после моделирования нагрузок в почву забивают пять полых металлических цилиндров (объем каждого 500 см³), в которые заливается вода. С помощью секундомера устанавливается продолжительность впитывания воды до установления скорости фильтрации.

Критическим пределом скорости фильтрации принимают максимальную интенсивность ливней в исследуемом регионе. Считают, что почвы, фильтрующие воду с меньшей скоростью в результате рекреационных нагрузок, могут подвергаться эрозионным процессам.

Метод моделирования «шаговой» нагрузки был нами модернизирован следующим образом. Исследования ведут на стоковых площадках, заложенных по всем вариантам моделирования «шаговой» нагрузки по определенным группам типов леса.

Схема опыта включает следующие варианты рекреационной плотности: 0 (контроль), 1, 3, 5, 7, 9 и 11 чел/га. В соответствии с принятой схемой проводят расчет времени «шаговой» нагрузки, соответствующей величине рекреационной плотности по каждому варианту с учетом продолжительности сезона рекреации.

В соответствии с данными табл. 4.5, для имитации рекреационной плотности в пределах от 1 до 11 чел/га, время «шагания» на 1 м² изменяется от 7 до 80 мин.

В результате обработки результатов исследований для данной группы типа леса ищут зависимости эрозии почвы (от рекреационных нагрузок) и уклонов местности, которые используют для определения допустимых

рекреационных нагрузок.

Таблица 4.5 – Варианты моделирования рекреационных нагрузок

Время нагрузки (60 шагов/мин), мин	Нагрузки		
	чел. мин/м ²	чел. час/га	чел/га
7	7	1167	1,0
21	22	3666	3,0
36	36	6000	5,0
51	51	8500	7,0
65	65	10833	9,0
80	80	13333	11,0

Рекреационными объектами в лесу могут быть: ландшафтные поляны, лесные резерваты (высокопроизводительные насаждения главных лесообразующих пород, насаждения из реликтов и эндемиков, культуры ценных интродуцентов и т.п.); памятники природы (ценные в культурно-познавательном и оздоровительном отношении рощи, озера, балки, участки речных долин, уникальные геологические образования и др. урочища, а также отдельные объекты - деревья, скалы, водопады, пещеры, источники минеральной воды и т.п.); памятники истории, культуры и архитектуры (дольмены, курганы древних захоронений, остатки культовых сооружений и крепостей, старинные аллеи и усадьбы, парки, мемориалы и др.).

Для обоснования допустимых нагрузок на рекреационные объекты в начале исследований дают их общую характеристику.

На выбранных рекреационных объектах определяют рекреационную плотность регистрационно-измерительным методом и рассчитывают рекреационную посещаемость и интенсивность.

5. МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАНДШАФТОВ

5.1. ИЗУЧЕНИЕ ВОДНОГО И ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Изучение водного баланса экспериментального лесного бассейна включает учет твердых и жидких осадков, склонового стока, почвенной влаги и всех видов испарения.

Осадки измеряют на лесной поляне (для учета их общего количества) и под пологом леса при помощи осадкомеров с защитой Третьякова и плювиографов. В горных условиях при установке приборов выдерживают одинаковые высоты над уровнем моря и экспозиции склонов. Осадкомеры устанавливают на высоте 2 м над поверхностью почвы с повторностью - под пологом леса - 5- 20 приборов, на полянах 1-2. Обработка наблюдений проводится в соответствии с Наставлениями Гидрометеослужбы (1969, 1975).

Задержание осадков пологом леса определяется по разности показаний осадкомеров, установленных на поляне и под пологом леса, включая осадки, стекающие по стволам. Задержание пологом леса твердых осадков определяют при снегомерных съемках.

Осадки, стекающие по стволам модельных деревьев, учитывают при установке на них спиральных уловителей с емкостями для отбора осадков.

Снегомерные съемки проводятся как на поляне-метеоплощадке по постоянным рейкам (при наличии снежного покрова ежедневно измеряют его мощность и раз в 5 дней - плотность), так и в лесу по ландшафтными профилям длиной 1-5 км, закрепленных на местности. Мощность снега на профиле измеряют через каждые 10 метров, плотность - через 100 м (двукратная повторность). При наличии вырубок проводят снегомерные съемки по параллельным (в лесу и на вырубке) ландшафтными профилям.

Для определения динамики снегонакопления съемки под пологом леса ведут через каждые 5 дней. При выполнении снегосъемок и первичной

обработке полученных данных используют Руководство воднобалансовыми станциями (1973) и другую нормативную документацию.

Суммарное испарение (эвапотранспирация) складывается за счет испарения с поверхности почвы, транспирации древостоем и травянистой растительностью (живым напочвенным покровом), а также испарение той части осадков, которая задерживается кронами деревьев.

Испарение с поверхности почвы определяют, используя метод водного баланса, путем измерения влажности почвенного слоя зоны аэрации (обычно до глубины 1 м) в начале и конце изучаемого периода времени (испарение вычисляют как неизвестный член уравнения водного баланса). Можно это испарение определить с помощью почвенных испарителей ГГИ-500-50 (приемная емкость 500 см²) и др., которые устанавливают вблизи дождемера. Повторность установки испарителей под пологом леса - трехкратная. Взвешивание испарителей производится с помощью весов типа ВШ-50, через каждые 5 дней, а смена почвенного монолита - через 30-60 дней. При расчетах учитывают количество выпавших осадков и просочившейся через монолит воды.

На увлажненных почвах (НВ и выше) с этой целью применяют компенсационные испарители-лизиметры с испаряющей поверхностью 1 м² и мощностью почвенного монолита 0,5 м. В лизиметрах на глубине 0,4 м с помощью сосуда Мариотта поддерживается постоянный уровень воды. Испаряемость рассчитывают по объему доливаемой воды.

Применяют также микроиспарители с поверхностью 200 см² и высотой цилиндра 15-20 см. Монолиты отбирают при врезании этих приборов в почву. Их перезаряжают через 3-5 суток, что предупреждает существенные отклонения влажности монолитов от влажности окружающей почвы. Каждый монолит состоит из двух сосудов: внутреннего (с почвенным монолитом) и внешнего - для учета избытков осадков, стекающих из сосуда с монолита. Повторность установки этих приборов в лесу - трех-четырёхкратная.

Транспирация древесной растительности) определяется как не-

известный член уравнения водного баланса или прямыми измерениями по методу Л.А. Иванова и др. (1950).

В первом случае транспирация вычисляется за период вегетации как разность суммарного испарения (эвапотранспирации) и испарения с почвы под пологом мертвопокровного леса. При расчете суммарного испарения за начало вегетации принимают время полного облиствения насаждения, а за окончание вегетации - время пожелтения и опадания листвы.

Сущность метода заключается в срезании веток или отдельных листьев и быстром их взвешивании. После кратковременной экспозиции (несколько минут) в местах срезания ветки или листья вновь взвешивают. Отношение разницы между массой веток (листьев) к периоду экспозиции составит интенсивность испарения. Транспирационный коэффициент находят как отношение интенсивности транспирации к единице площади листьев.

Взвешивание веток ведут на автоматических весах типа ВЛТК- 500. Минимальная длина веток 0,4-0,5 м, минимальная масса 0,3- 0,4 кг. Ветки срезают на модельных деревьях пробных площадей. На моделях учитывают листовую массу (не менее трех моделей для каждой возрастной группы и подроста) и общую площадь листовой поверхности. При массовых замерах за периоды наблюдений определяют связи транспирационных коэффициентов с температурой воздуха или дефицитом влажности воздуха на высоте 2 м. Используя уравнения этих связей и зная общую площадь листовой поверхности на единице площади бассейна, рассчитывают транспирацию древесной растительности за вегетационный период.

Транспирацию живым напочвенным покровом определяют при наличии исходных материалов: масса травостоя; степень его проективного покрытия и обилие по Друде.

Укосную массу травостоя определяют на площадках 1 м² (трехкратная повторность) в начале, середине и окончании вегетационного периода. Образцы растений массой до 0,4 кг обрезанные у корневой шейки взвешивают до и после экспозиции (в течение 2-15 мин.). Одновременно

измеряют температуру и влажность воздуха, скорость ветра, температуру почвы и интенсивность солнечной радиации.

По результатам определений рассчитывают средние для серий опыта интенсивности транспирации, выражая их в г/кг массы абсолютно сухой травы. Видоизмененная методика включает выкапывание отдельных растений с земляным комом (вместе с корнями) и помещение их в полиэтиленовый мешок, который завязывают у корневой шейки и взвешивают до и после экспозиции, а затем надземная часть растения срезается и взвешивается (с последующим определением влажности травы). Расчеты и сопутствующие наблюдения проводят в соответствии с вышеприведенной методикой.

Запасы почвенной влаги определяют термостатно-весовым методом в 1-1,5 м слое почвы (на песках влажность определяется до глубины 4-4,5 м). На каждом объекте один раз в месяц образцы отбирают из трех скважин в трехкратной повторности через 10 см по слоям до глубины 1 м, далее - через 25 см. Кроме этого, один раз в году по слоям отбора образцов на влажность, определяют объемную массу почвы (г/см^3). В результате рассчитывают влажность почвы (%) и запасы влаги (мм) по слоям отбора образцов и в слое 0-1 м или 0-1,5 м.

Склоновый сток с экспериментального водосбора состоит из поверхностного и подземного. Наблюдения за склоновым стоком организуют на гидростворе. При этом измеряются напоры воды на водосливе и следят за непрерывной работой самописца. Обработка данных наблюдений и формы полевых журналов представлены в Наставлениях гидрометрическим станциям и постам и Руководстве воднобалансовым станциям.

При измерении напоров на пороге водослива отбирают образцы воды (0,5 л) на мутность через каждые два часа в дневное и 4 часа - в ночное время. После отфильтровывания образцов и высушивания фильтров вычисляют показатели мутности воды. По мутности и расходам воды определяют модуль взвешенных наносов за период стока.

5.2. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА МИКРОКЛИМАТОМ

Общий закон сохранения материи в экологической системе отражают взаимосвязанные уравнения водного и теплового балансов: первое - закон сохранения вещества; второе - закон сохранения энергии. Поэтому они являются количественной основой гидрометеорологических процессов на экспериментальном водосборе.

Уравнение теплового баланса для леса имеет вид:

$$B = P + LE_C + C, \quad (5.1)$$

где B - радиационный баланс на верхней границе деятельного слоя леса, где связываются тепловые потоки; P - турбулентный теплообмен между лесом и атмосферой; C - тепловой поток через верхнюю границу деятельного слоя леса; L - скрытая теплота парообразования; LE_C - затраты тепла на суммарное испарение леса.

При этом уравнения теплового баланса под пологом и над пологом леса выражают соотношениями:

$$\text{под пологом леса:} \quad V_{\text{пп}} = P_{\text{пп}} + LE_{\text{пп}} + C_{\text{пп}}; \quad (5.2)$$

$$\text{над пологом леса:} \quad V_{\text{пп}} = P_{\text{пп}} + L(E_3 + P_2) + C_a \quad (5.3)$$

$V_{\text{пп}}$ - радиационный баланс под пологом леса (вблизи поверхности почвы); $P_{\text{пп}}$ - турбулентный теплообмен между кронами деревьев и лесной подстилкой; $E_{\text{пп}} = E_1 + E_2$ - суммарное испарение под пологом леса (с поверхности почвы и транспирация живого напочвенного покрова); $C_{\text{пп}}$ - теплообмен между лесной подстилкой и поверхностью почвы; $V_{\text{пп}}$ - радиационный баланс над пологом леса; $P_{\text{пп}}$ - турбулентный теплообмен между кронами деревьев и атмосферой; E_3 - транспирация древесной растительности; P_2 - испарение воды, задержанной кронами деревьев; C_a - теплообмен, обусловленный аккумуляцией тепла в биомассе.

При расчетах учитывают, что деятельный слой леса охватывает пространство от поверхности почвы до верхней границы крон (с включением корненасыщенного слоя почв).

Для характеристики радиации над пологом леса целесообразно использовать данные наблюдений ближайшей метеостанции, проводящей режимные наблюдения. При этом радиационный баланс рассчитывают через систему переводных коэффициентов, учитывающих различия в экспозициях и уклонах склонов, режимах облачности и высотах над уровнем моря.

Наблюдения за режимом солнечной радиации и микроклиматом в лесу включают:

- определение проницаемости лесного полога для солнечного света с помощью люкметров;
- наблюдения за температурой и влажностью воздуха, скоростями ветра.

5.3. ОТБОР ПРОБ ВОЗДУХА, ВОДЫ, СНЕГА НА ЛАНДШАФТНЫХ ПРОФИЛЯХ

Место для первичной оценки или отбора пробы выбирается в соответствии с целями анализа и на основании внимательного изучения всей имеющейся. Предварительной информации, а также натурного исследования местности или контролируемого объекта, причем должны учитываться все обстоятельства, которые могли бы оказать влияние на состав взятой пробы или результат первичной оценки наличия и уровня загрязнения (воздействия). В зависимости от вида анализируемой среды данная процедура имеет некоторые особенности.

При поиске точек отбора проб воды из поверхностных природных источников особенно внимательно надо отслеживать притоки реки и возможные источники загрязнения выше по течению от предполагаемого места первичной оценки или пробоотбора.

Место выбора проб сточных вод оценивается и выбирается только после подробного ознакомления с технологией производства, потреблением и сбросом воды, местоположением цехов объекта, системой его канализации,

назначением и работой отдельных элементов систем очистки.

Створы отбора и оценки проб устанавливают на водоемах примерно в 1 км выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для питьевого водоснабжения, места купания, организованного отдыха, территория населенного пункта), а на непроточных водоемах и водохранилищах - в 1 км в обе стороны от пункта водопользования.

Обычно принято отбирать пробы воды одного створа в 3 точках (у обоих берегов и в фарватере), но можно и в 1-2 точках (при ограниченных технических возможностях или на небольших водоемах) - в зависимости от характера водопользования и с учетом условий водного режима в данном пункте или распределения сточных вод в водоеме.

При централизованном водоснабжении в населенном пункте пробы воды из водоема можно брать в точке водозабора по глубине и по ширине реки. Для характеристики источника централизованного водоснабжения при существующем водозаборе допускается отбор и первичная оценка проб непосредственно после насосов первого подъема.

Поиск и выбор места отбора, а также первичной оценки проб воздуха (как в отношении других сред) проводят в предполагаемых зонах максимального загрязнения окружающей природной среды (например, в факеле выброса и в зонах его возможного прохождения на расстоянии до объекта от сотен метров до нескольких километров, обычно на высоте до 1,5 м от земли) или непосредственно вблизи нахождения людей и других биообъектов, для которых данный выброс может оказаться вредным или опасным.

В рабочей зоне пробы воздуха следует отбирать в местах постоянного или максимально длительного пребывания людей, при характерных производственных условиях с учетом особенностей технологического процесса, уровня, физико-химических свойств, а также класса опасности и биологического действия выделяющихся химических загрязняющих веществ или физических факторов воздействия, температуры и влажности

окружающей среды.

Универсального способа пробоотбора, позволяющего одновременно улавливать из воздуха все загрязняющие вещества, не существует. Выбор адекватного способа отбора определяется, прежде всего, агрегатным состоянием веществ, а также их физико-химическими свойствами.

В воздухе загрязняющие компоненты могут находиться в виде газов (NO , NO_2 , CO , SO_2), паров (преимущественно органических веществ с температурой кипения до $230\text{-}250^\circ\text{C}$), аэрозолей (туман, дым, пыль). Иногда вещества могут находиться в воздухе одновременно в виде паров и аэрозолей. Это преимущественно жидкости с высокой температурой кипения (дибутилфталат, капролактан и др.). Попадая в воздух, их пары конденсируются с образованием аэрозоля конденсации. Аэрозоли конденсации образуются также при некоторых химических реакциях, приводящих к появлению новых жидких или твердых фаз. Например, при взаимодействии триоксида серы с влагой образуется туман серной кислоты; аммиак и хлороводород образуют дым хлорида аммония.

Правильное установление агрегатного состояния вредного вещества в воздухе способствует правильному выбору фильтров и сорбентов и уменьшению погрешности определения, связанной с пробоотбором. Для предварительной оценки агрегатного состояния примесей в воздухе необходимо располагать сведениями об их летучести - максимальной концентрации паров, выраженной в единицах массы на объем воздуха при данной температуре.

В операцию поиска источника или места пробоотбора часто также включается задача идентификации характера воздействия или загрязняющего вещества (установление его природы, расшифровка состава основных компонентов смеси). При отсутствии технической возможности или необходимости в идентификации она должна заменяться более простой задачей обнаружения, т.е. подтверждения факта наличия загрязняющего вещества в среде. В случае обнаружения вредного физического фактора

целесообразно сразу проводить количественное измерение его уровня.

Эти задачи должны решаться максимально экспрессно (т.е. за минимальный промежуток времени), сопоставимо по времени с пробоотбором. От быстроты первичной оценки при обнаружении источника загрязнения или воздействия вредного ФФ зависит не только длительность, (а значит и экономичность) вышеуказанных процедур, но часто и безопасность персонала, их проводящего (в случае анализа “супертоксикантов”, радиации и других особо вредных химических веществ и факторов, а также при обследовании особо опасных производственных и иных объектов). Характер работы технического средства контроля в режиме обнаружения по возможности должен быть следящим (непрерывным или хотя бы периодическим, но с минимальным временем паузы между повторяющимся циклом анализа).

Применяемые методы и технические средства должны быть способны обнаруживать максимально специфично (т.е. избирательно по отношению к искомому ЗВ или ФФ на фоне мешающих примесей или других имеющихся факторов). В случае идентификации требование о специфичности средства заменяется требованием, чтобы техническое средство было селективно, т. е. способно одновременно (или последовательно) различать в анализируемой среде несколько даже похожих по свойствам веществ (факторов).

Еще одной значимой характеристикой вещества является также его чувствительность, т.е. способность фиксировать минимально возможные концентрации ЗВ или уровни ФФ. Это свойство метода экоаналитического контроля наряду с экспрессностью и специфичностью входит в классическую триаду важнейших свойств средства контроля.

При неавтоматизированном режиме обнаружения обычно используются портативные средства экспрессного контроля.

Для воздуха - индикаторные трубки, экспресс-тесты на основе индикаторных бумажек или пленок, другие индикаторные элементы.

Для воды и вытяжек из почвы - это тесты или тест-комплексы, а также

микро(мини)-портативные переносные лаборатории с упрощенным (обычно качественные или полуколичественные) операциями анализа.

Для автоматического обнаружения обычно применяют малогабаритные сенсоры и другие чувствительные элементы - устройства, обладающие свойствами "быстродействующего первичного" преобразования контролируемого параметра окружающей среды в аналитический сигнал (изменение окраски, перепад электрического тока, напряжения или другого фиксируемого показателя), т.е. являющиеся сигнализаторами. Выполнив задачу обнаружения (или идентификации) ЗВ, средства выдают информацию, необходимую для принятия решения о проведении следующей операции - пробоотбора.

Прежде всего, необходимо отметить, что химический анализ чаще всего начинают с отбора и подготовки пробы к анализу. Все стадии анализа связаны между собой. Так, тщательно измеренный аналитический сигнал не дает правильной информации о содержании определяемого компонента, если неправильно проведен отбор или подготовка пробы к анализу. В большинстве случаев именно отбор и подготовка пробы к химическому анализу лимитирует надежность и, в целом, качество получаемых результатов, а также трудоемкость и длительность аналитического цикла.

Погрешность при пробоподготовке и отборе пробы часто определяет общую ошибку определения компонента и делает бессмысленным использование высокоточных методов. В свою очередь отбор и подготовка пробы зависят не только от природы анализируемого объекта, но и от способа измерения аналитического сигнала. Приемы и порядок отбора пробы настолько важны при проведении химического анализа, что обычно предписываются Государственным стандартом.

Чаще всего на водоеме отбираются так называемые разовые пробы. Однако при обследовании водоема может возникнуть необходимость отбора и серий периодических и регулярных проб из поверхностного, глубинного, придонного слоев вод и т.д. Пробы могут быть отобраны также из подземных

источников, водопровода и т.п. Усредненные данные о составе вод дают смешанные пробы.

В нормативных документах (ГОСТ 24481, ГОСТ 17.1.5.05. ИСО 5667-2 и др.) определены основные правила и рекомендации, которые следует использовать для получения репрезентативных проб. Репрезентативной (от англ. representative - представительный, показательный) считается такая проба, которая в максимальной степени характеризует качество воды по данному показателю, является типичной и не искаженной вследствие концентрационных и других факторов. Различные виды водоемов (водоисточников) обуславливают некоторые особенности отбора проб в каждом случае.

Пробы из рек и водных потоков отбирают для определения качества воды в бассейне реки, пригодности воды для пищевого использования, орошения, для водопоя скота, рыбозаведения, купания и водного спорта, установления источников загрязнения.

Для определения влияния места сброса сточных вод и вод притоков, пробы отбирают выше по течению и точке, где произошло полное смешение вод. Следует иметь в виду, что загрязнения могут быть неравномерно распространены по потоку реки, поэтому обычно пробы отбирают в местах максимально бурного течения, где потоки хорошо перемешиваются.

Пробоотборники помещают вниз по течению потока, располагая на нужной глубине.

Пробы из природных и искусственных озер (прудов). Учитывая длительность существования озер, на первый план выступает мониторинг качества воды в течение длительного периода времени - несколько лет, а также установление последствий антропогенных загрязнений воды (мониторинг ее состава и свойств). Качество воды в водоемах (как озерах, так и реках) носит циклический характер, причем наблюдается суточная и сезонная цикличность. По этой причине; ежедневные пробы следует отбирать в одно и тоже время суток, а продолжительность сезонных исследований

должны быть не менее 1 года, включая исследования серий проб, отобранных в течение каждого времени года.

Пробы влажных осадков (дождя и снега) чрезвычайно чувствительны к загрязнениям, которые могут возникнуть при использовании недостаточно чистой посуды, попадании инородных (не атмосферного происхождения) частиц и др. Считается, что пробы влажных осадков не следует отбирать вблизи источников значительных загрязнений атмосферы - например, котельных или ТЭЦ, открытых складов материалов и удобрений, транспортных узлов и др. В подобных случаях проба будет испытывать значительное влияние указанных локальных источников антропогенных загрязнений.

Образцы осадков собирают в специальные емкости, приготовленные из нейтральных материалов. Дождевая вода собирается при помощи воронки (диаметром не менее 20 см) в мерный цилиндр (или непосредственно в ведро).

Отбор проб снега обычно проводят, вырезая керны на всю глубину (до земли), причем делать это целесообразно в конце периода обильных снегопадов (в начале марта).

Пробы грунтовых вод отбирают для определения пригодности грунтовых вод в качестве источника питьевой воды, а также для технических или сельскохозяйственных целей; для определения влияния на качество грунтовых вод потенциально опасных хозяйственных объектов; при проведении мониторинга загрязнителей грунтовых вод.

Грунтовые воды изучают, отбирая пробы из артезианских скважин, колодцев, родников. Следует иметь в виду, что качество воды в различных водоносных горизонтах может значительно различаться, поэтому при отборе пробы грунтовых вод следует оценить доступными способами глубину горизонта, из которого отобрана проба, возможные градиенты подземных потоков, информацию о составе подземных пород, через которые пролегает горизонт. Поскольку в точке отбора пробы могут создаваться концентрации

различных примесей, отличные от их концентраций в водоносном слое, необходимо откачивать из скважины (или из родника, делая в нем углубление) воду в количестве, достаточном для обновления воды в скважине, водопроводе, углублении и т.п.

При отборе проб следует обращать внимание (фиксировать в протоколе) на сопровождавшие отбор проб гидрологические и климатические условия, такие как осадки и их обилие, паводки, застойность водоема и др.

Посуда для отбора проб должна быть чистой. Чистота посуды обеспечивается предварительным мытьем ее горячей мыльной водой (стиральные порошки и хромовую смесь не использовать!), многократным споласкиванием чистой теплой водой. В дальнейшем для отбора проб желательно использовать одну и ту же посуду. Сосуды, предназначенные для отбора проб, предварительно тщательно моют, ополаскивают не менее трех раз отбираемой водой и закупоривают стеклянными или пластмассовыми пробками, прокипяченными в дистиллированной воде. Между пробкой и отобранной пробой в сосуде оставляют воздух объемом 5-10 мл. В общую посуду отбирают пробу на анализ только тех компонентов, которые имеют одинаковые условия консервации и хранения.

5.4. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ МЕГАПОЛИСА РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Естественные природные системы разделяют на типы леса, которые являются координационной классификацией экосистем. Такая классификация не может быть использована для городских экосистем, в которых разорваны связи между почвой и растениями из-за сильного антропогенного воздействия. Сложно установить преобладающую древесную породу и индикатор почвенно-грунтовых условий по причине высоких антропогенных нагрузок. Разделение территории мегаполиса должно

основываться на морфологических (внешних) признаках биоты, на экологическом состоянии растительности, ее видовом разнообразии, доминирующих и эдификаторных видах, физико-химических свойствах почвы и условиях окружающей среды.

В мегаполисе на основе сходства морфологических и экологических особенностей антропогенного биотопа выделяют экосистемы различных уровней (табл. 5.1).

Мегаэкосистема, или биологическая природная зона города, характеризует степень озелененности мегаполиса. Имеющиеся вокруг мегаполиса лесопарки образуют *макроэкосистему* – биологический комплекс ландшафта, представленный лесопарковыми насаждениями.

Таблица 5.1 - Классификация и характеристика экосистем мегаполиса

Тип экосистемы	Тип насаждения	Степень антропогенного воздействия	Биологическая продуктивность	Уровень устойчивости	Тактика сестайнинга
Мега-экосистема	Городские и лесопарковые насаждения	Средняя	Средняя	Средний	Увеличение площади насаждений, обеспечение видовой разнообразия растений, уход за ними, внесение органоминеральных удобрений в почву и др.
Макро-экосистема	Лесопарки	Умеренная	Высокая	Высокий	
Мезо-экосистема	Парки и сады	Средняя	Средняя	Низкий	
Микро-экосистема	Насаждения селитебных территорий	Высокая	Низкая	Низкий	
	Линейные насаждения, куртины и группы	Очень высокая (деградированные ценозы)	Очень низкая	Очень низкий	

Каждый «природный остров» города является самостоятельной *мезоэкосистемой*, или компонентом природного ландшафта мегаполиса, поскольку границы между экосистемами проходят по рекам и улицам,

ограничивая территорию их размещения. Каждый компонент ландшафта, часть города отличается микроклиматом и физико-химическими свойствами почвы. Мезосистема имеет конкретные значения энергии при входе (солнечное излучение) и выходе (первичная продуктивность фитоценоза).

Искусственные посадки растений на селитебных территориях города, куртины, группы деревьев и линейные насаждения вдоль улиц и магистралей образуют *микроэкосистему*, или «природные островки» мегаполиса.

Границы между фитоценозами устанавливаются по тесноте связи между его элементами не конкретными линиями на карте, а пространством, где проявлялось взаимодействие природных комплексов на окружающую среду. Это объекты разного объема и различной сложности. Структура экосистемы определяется рельефом, физико-химическими и трофическими условиями, видовым разнообразием и состоянием организмов. Эти признаки положены в основу разграничения экосистем.

Видовое разнообразие растений в экосистемах мегаполиса определяется с использованием определителей. Учет древесно-кустарниковых растений проводится на пробных площадях размером не менее 0,25 га (50×50 м) или на круговых учетных площадках по 100 м². Пробные площади закладываются по методике изложенной в главе 4.2. На них определяются дендрометрические показатели (средняя высота и диаметр, класс возраста, бонитет, запас).

Для оценки видового богатства биоценозов разных парков мегаполиса используются различные индексы видового разнообразия. Индекс видового разнообразия – показатель, характеризующий соотношение между количеством видов в экосистеме и другой характеристикой сообщества: биомассой, численностью, продуктивностью. В настоящее время предложено более 40 индексов, которые предназначены для оценки биоразнообразия природных экосистем. При расчете индексов разнообразия видов необходимы сведения о количестве экземпляров каждого вида. Для изучения этого проводится сплошной учет древесной растительности на объектах

исследования. Результаты учета являются основой для расчета нижеприведенных индексов разнообразия.

Видовое богатство биоценоза характеризуют индексы: Индекс видового богатства Маргалефа (d) – это показатель характеризует видовое богатство или плотность видов. Этот показатель выражает отношение числа видов к общему числу особей и рассчитывается по формуле:

$$d = (s - 1) / \ln N, \quad (5.4)$$

где s – число видов в биоценозе; N – общее количество растений в насаждении.

Индекс видового богатства Шеннона–Уивера (H) определяет степень насыщенности биоценоза древесными видами:

$$H = -\sum \frac{n_i}{N} \cdot \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right), \quad (5.5)$$

где N – общее количество видов в биоценозе; n_i – количество особей данного вида.

Видовое разнообразие биоценозов характеризуют индексы: Индекс разнообразия Симпсона (D) рассчитывается по формуле:

$$D = 1 - \sum \left[\frac{n_i}{N} \right]^2 \quad (5.6)$$

где N – общее количество видов в биоценозе; n_i – количество особей данного вида.

Индекс разнообразия Макинтоша (U) определяется по формуле:

$$U = \sqrt{\sum n_i^2} \quad (5.7)$$

где n_i – количество особей данного вида.

Индексами общности биоценозов являются:

Индекс Жаккара (Kj) – показатель, равный отношению числа видов, найденных на двух исследуемых участках биоценоза (c), к сумме видов, найденных на участке А, но не найденных на участке В, и найденных на участке В, но отсутствующих на участке А. Он рассчитывается по формуле

$$Kj = c / (a + b - c), \quad (5.8)$$

где a – количество видов в А сообществе; b – количество видов в В

сообществе; c – количество общих видов в двух сообществах.

Индекс Сьеренсена – Чекановского (Ks):

$$Ks = 2c / (a + b), \quad (5.9)$$

где a – количество видов в А сообществе; b – количество видов в В сообществе; c – количество общих видов в двух сообществах.

Коэффициенты Жаккара и Сьеренсена–Чекановского равны 1 в случае полного совпадения видов сообществ и равны 0, если выборки растений совершенно различны между собой и не включают общих видов.

5.5. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ОЦЕНКИ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Объективные придержки дают методы, основанные на линейных, объемных и весовых измерениях растений при разном их затенении, анатомические, фотометрические и физиологические методы. Однако каждый метод что-то не учитывает, поэтому, может быть, шкалы, составленные визуально, но по конкретному ряду признаков будут точнее. Методы определения светолюбия древесных пород позволили составить шкалы относительно теневыносливости древесных пород по совокупности внешних признаков древесных растений.

Метод М.К. Турского (1881) основан на оценке величины прироста за вегетационный период в разных условиях освещенности. Молодые растения разных пород затеняли деревянными щитами, конструкция которых позволяла снижать освещенность на 33 и 50%. Контрольные растения произрастали при полной освещенности. По завершению вегетационного периода измеряли высоту, протяженность корней и массу растений, выросших в условиях затенения и при полной освещенности. Опыты показали, что растения реагируют на затенение по-разному. Ель в условиях затенения имела массу на 4-9% меньше, чем при полном освещении. Для

сосны эти различия достигали 60%. Из этого следует, что ель теневынослива, а сосна светолюбива.

Метод И. Визнера (1907) учитывает различия в потемнении фотобумаги, экспонируемой внутри нижней части крон исследуемых деревьев различных пород (где идет отмирание ассимилирующих органов) при одинаковой выдержке (фотометрический метод). У светолюбивых пород фотобумага засвечивается сильнее. За эталон принято засвечивание фотобумаги на открытом месте. Породы с ажурной кроной светолюбивы, с плотной – теневыносливы.

Шкала, составленная по методу Я.С. Медведева (1910), основана по соотношению высоты дерева и диаметра ствола (таксационный метод).

Автор считал - чем больше это соотношение, тем теневыносливее древесная порода. Фактически этот показатель зависит от сомкнутости полога: чем выше сомкнутость, тем больше соотношение высоты и диаметра. По этому признаку береза оказывается самой теневыносливой породой, так как в сомкнутых древостоях сбежистость ствола березы меньше, чем ели.

Метод В.А. Алексеева (1975) основан на измерении светопроницаемости полога. Полог древостоев может поглощать и отражать от 65 до 95% солнечного света. В первую очередь это зависит от плотности (светопроницаемости) крон и их протяженности, сомкнутости полога и ярусности древостоя. Метод применим для чистых по составу древостоев и простых по строению (одноярусных).

Взаимосвязь света и продуктивности лесной экосистемы выражена в формуле, предложенной Л.А. Ивановым (1946):

$$M + m = iP T - aP I T I, \quad (5.10)$$

где M – масса растений; m – вес отмерших частей; i – интенсивность фотосинтеза; P – рабочая поверхность листьев; T – время работы фотосинтеза; a – интенсивность дыхания; $P I$ – масса живых частей; $T I$ – время работы дыхания.

Для увеличения продуктивности необходимо увеличение приходной части баланса, (произведения iPT), что можно добиться созданием наиболее благоприятных для протекания фотосинтеза внешних условий. Увеличение расхода органического вещества на дыхание, что впервые указал Польстер (1974). Этот путь повышения продуктивности сравнительно мало исследован физиологами.

Морфологические исследования хвои/листьев и побегов. Хвоя и листья для морфологических исследований собираются с нижней части кроны южной экспозиции дерева в течение вегетационного периода (май, июнь, июль, август) с последующей гербаризацией (минимум 60 образцов). В камеральных условиях у 20 образцов из каждой партии измеряются следующие параметры: длина хвои/листа (мм), ширина хвои/листа (мм), площадь хвои ($мм^2$) / листа ($см^2$), масса 100 абсолютно сухих хвойных метамеров / абсолютно сухого листа (мг). Длина побегов текущего года генерации (см) измеряется на меченных побегах непосредственно на растущих деревьях в полевых условиях, повторность – 20 побегов. Длину хвои/листа, ширину хвои/листа и длину побегов определяют при помощи штангенциркуля с точностью до 0,01 мм. В качестве ширины хвои сосны и лиственницы принимается наибольшая ширина хвоинки (рис. 7.1 А, Б).

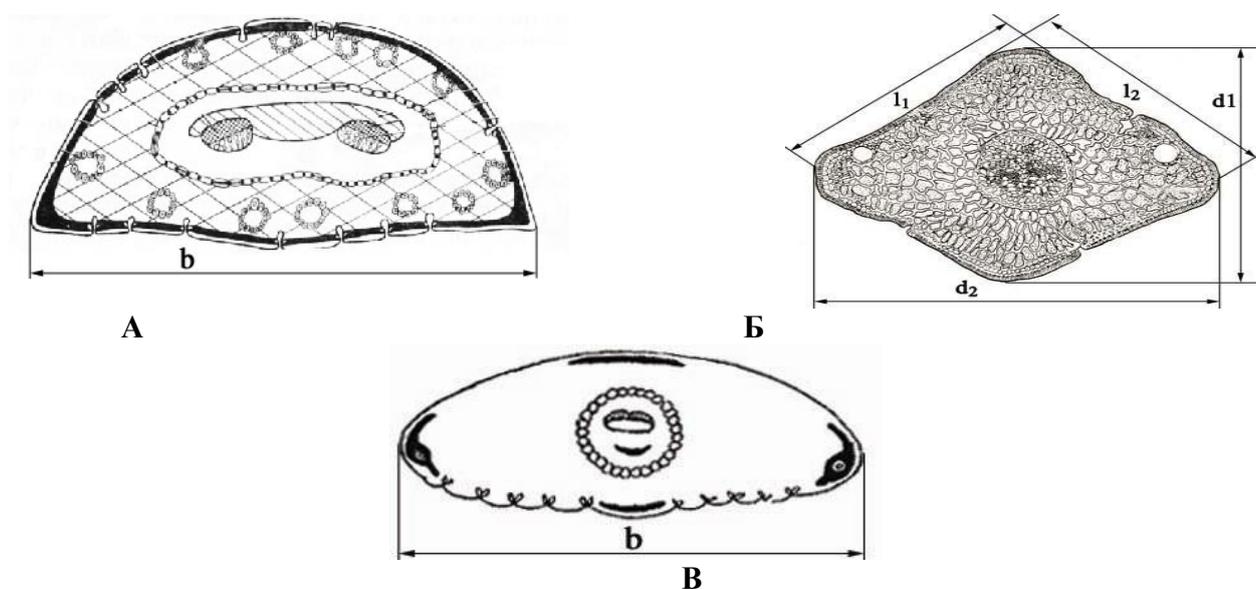


Рисунок 5.1 - Схема измерения морфологических параметров хвои сосны (А), лиственницы (Б) и ели (В).

В качестве ширины хвои ели принимается сумма длин двух сторон ромба (l_1+l_2) поперечного сечения хвоинки (рис.7.1 В), вычисленная по формуле:

$$b = 2\sqrt{\left(\frac{d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{d_2}{2}\right)^2}, \quad (5.11)$$

где d_1, d_2 – взаимно перпендикулярные диагонали сечения хвоинки на ее середине, мм.

Условные обозначения: b – наибольшая ширина хвоинки, d_1, d_2 – взаимно перпендикулярные диагонали сечения хвоинки на ее середине, l_1, l_2 – стороны ромба на середине хвоинки.

В качестве длины листовой пластинки принимают отрезок от верхушки листа до места прикрепления к нему черешка. В качестве ширины измеряют самый протяженный из отрезков, проведенных перпендикулярно тому, что принимают за длину листа. Площадь листовой поверхности измеряют методом «палетки» – каждый лист перечерчивают на миллиметровую бумагу и подсчитывали площадь каждой отдельной фигуры, входящей в состав листа (Клейн, Клейн, 1974; Тамм, 1977).

Для вычисления площади хвоинки сосны используется формула Л.А. Иванова (Базилевич и др., 1978):

$$S = 5,14l\left(\frac{a}{2} + \frac{b}{4}\right), \quad (5.12)$$

где 5,14 – постоянный коэффициент, полученный опытным путем; l – длина хвоинки, мм; a – толщина хвоинки на ее середине, мм; b – ширина хвоинки на ее середине, мм.

Для вычисления площади хвоинки ели используют формулу Л.А. Иванова (Базилевич и др., 1978):

$$S = 2l\sqrt{d_1 + d_2}, \quad (5.13)$$

где l – длина хвоинки, мм; d_1, d_2 – взаимно перпендикулярные диагонали сечения хвоинки на ее середине, мм.

Для вычисления площади хвоинки лиственницы используется

формула (Жидкова, Феклисов, 2001):

$$S = k \cdot l \cdot b, \quad (5.14)$$

где k – коэффициент ($k = 1,724$); l – длина хвоинки, мм; b – наибольшая ширина хвоинки, мм.

Исследования водного обмена хвои/листьев. Исследования проводятся в полевых условиях непосредственно на пробных площадях в древостоях. Для проведения исследований выбираются дни без осадков с приблизительно равномерной облачностью и температурой атмосферного воздуха в течение дня. Согласно литературным источникам (Иванов, 1950; Бейдеман, 1956), для проведения анализа водного обмена древесных наряду с гидро и метеорологическими показателями атмосферного воздуха необходимым условием является непрерывная сезонная регистрация гидро и метеорологических показателей почвы. Наиболее пригодным для полевых экологических исследований является метод быстрого взвешивания только что срезанных целых растений или их частей. Так как наибольшее количество водяного пара выделяется через устьица, а самое максимальное количество их располагается именно в хвое и листьях, многие исследователи в практике используют измерения укороченных побегов и цельных листьев (Бейдеман, 1956; Бендер и др., 2009). Повторность – по 20 листьев (у лиственных видов), метамеров ели, укороченных побегов с двумя хвоинками сосны, укороченных побегов с пучком хвоинок лиственницы текущего года генерации из нижней части кроны с южной стороны дерева. В последнюю декаду каждого месяца проводятся измерения: интенсивность транспирации (ИТ), относительное содержание воды (ОСВ), дефицит водного насыщения (ДВН). Измерения проводятся: утром – с 8:00 до 10:00 ч, в полдень – с 12:00 до 14:00 ч и вечером – с 16:00 до 18:00 ч. ИТ определяется методом быстрого взвешивания образцов, на торсионных весах (Techniprot Pruszkov) с последующим экспонированием на рассеянном свете в течение 3 минут и повторным взвешиванием. Расчет ИТ – в мг воды на 1 г сырого веса за 1 час (мг/г·час). Исследования ОСВ и ДВН образцов проводятся методом быстрого

взвешивания на торсионных весах с последующим экспонированием на рассеянном свете в эксикаторе с погруженными в воду образцами в течение 3 часов и повторным взвешиванием. Кроме того, для вычисления ОСВ определяется вес абсолютно сухих образцов. Для этого образцы помещаются в термосушильный шкаф на две недели при температуре +60 °С. Расчет показателей ОСВ и ДВН – в процентах (%) (Иванов, 1950; Бейдеман, 1956)

Исследования пигментного комплекса хвои/листьев. Для определения содержания пигментов отбирается хвоя и листья текущего года генерации из нижней части кроны с 20 модельных деревьев пробной площади в последнюю декаду каждого месяца вегетационного периода с 11:00 – 14:00 ч. Хвоя и листья измельчаются и тщательно перемешиваются для получения усредненных данных для всей пробной площади на данный месяц. Навески массой 0,1 г заливаются 10 мл 96%-го этилового спирта и выдерживаются в течение 12 часов в темном помещении во избежание разрушения пигментов. Концентрация пигмента в вытяжке определяется при помощи спектрофотометра КФК – 5М (Россия), а его содержание в хвое (в мг/г сырой массы хвои) рассчитывается с учетом объема вытяжки и массы пробы (Бажанова, Сапожников, 1964; Методы..., 1978; Чупахина, 2000).

Содержание пигментов в листьях рассчитывается по следующим формулам:

$$\text{Схлорофилл } a = 13,7 \cdot D_{665} - 5,76 \cdot D_{649}; \quad (5.15)$$

$$\text{Схлорофилл } b = 25,8 \cdot D_{649} - 7,6 \cdot D_{665}; \quad (5.16)$$

$$\text{Скаротиноиды} = 4,695 \cdot D_{440,5} - 0,268 \cdot (\text{Схлорофилл } a + \text{Схлорофилл } b); \quad (5.17)$$

где D_{665} , D_{649} , $D_{440,5}$ – показатели оптической плотности спиртового раствора при соответствующих длинах волн (665, 649 и 440,5 нм).

Установив концентрацию пигмента в вытяжке, определяется его содержание в исследуемой навеске с учетом объема вытяжки и массы пробы:

$$A = \frac{V \cdot C}{P \cdot 1000} (\text{мг/г сыр. масс}), \quad (5.18)$$

где A – содержание пигмента в растительном материале, [мг/г сыр.

массы];

V – объем вытяжки, [л]; C – концентрация пигмента, [мг/л]; P – навеска растительного материала, [г].

Также рассчитывается соотношения пигментов «Хл a / Хл b » и «(Хл a + Хл b) / Каротиноиды» и достоверность различий между содержанием пигментов в условиях загрязнения и в контроле по критерию Стьюдента.

Оценка аккумуляции тяжелых металлов в хвое/листьях и в почве.

Интерес к изучению аккумуляции металлов в условиях нефтехимического загрязнения определяется длительным производством и использованием в районе исследования этилированного бензина, процесс отказа от использования которого в России начался с конца 1970-х годов и завершился в 2000-е годы. Значительный вклад в загрязнение металлами вносят производство и использование мазута и дизельного топлива, а также функционирование в районе исследования трех ТЭЦ, которые, как известно, являются серьезными источниками загрязнения воздушной среды и почв тяжелыми металлами. Производство лакокрасочных материалов и пластика также способствует загрязнению территорий металлами. Данные положения определяют актуальность проведенных исследований для УПЦ.

Отбор почвенных образцов для определения содержания ТМ проводили методом «конверта» с каждого участка в соответствии с ГОСТ 17.4.2.01-81 (2008) и ГОСТ 17.4.3.01-85 (2008) до глубины 1 м по 10 см слоям. Листья и хвоя текущего года генерации отбирались из нижней части кроны с южной стороны деревьев (по направлению господствующих ветров) в конце августа рандомизированно. В условиях контрольно-аналитической лаборатории определялось содержание в пробах Cu, Cd, Zn, Fe, Pb методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии (атомно-абсорбционный спектрофотометр AAS-3, CarlZeissJena). Повторность – 10 проб. Метод основан на кислотной минерализации навески пробы и последующем атомно-абсорбционном определении поглощения каждого элемента при введении в пламя ацетилен-воздух градуировочных растворов и

анализируемых проб (Брицке, 1982). Полученные данные по содержанию ТМ в горизонтах почвенных разрезов были усреднены отдельно для зоны загрязнения и для контроля. При оценке накопления металлов в хвое и листьях относительно содержания металлов в почве древесные виды разделены на «аккумуляторы» (содержание металла в хвое и листьях в несколько раз превышает его содержание в почве) «индикаторы» (содержание металла в хвое и листьях соответствует его содержанию в почве) и «исключатели» (поддерживается низкая концентрация металла в хвое и листьях, несмотря на его высокую концентрацию в почве) (Титов и др., 2011).

Оценка относительного жизненного состояния древостоев. Для оценки относительного жизненного состояния древостоев за основу исследований взята методика В.А. Алексеева (1990). При проведении перече́та деревьев на пробной площади одновременно отмечаются результаты визуальной оценки диагностических признаков жизненного состояния деревьев: густота кроны (в % от нормальной густоты), наличие на стволе мертвых сучьев (в % от общего количества сучьев на стволе), степень повреждения листьев (средняя площадь некрозов, пятнистостей и объеданий в % от площади листа). При вычислении объема стволов деревьев на пробной площади определяется принадлежность деревьев к той или иной категории жизненного состояния (табл. 5.2).

Таблица 5.2 - Вспомогательная таблица для определения категорий жизненного состояния деревьев

Категория дерева	Диагностические признаки		
	густота кроны	наличие мертвых сучьев	степень повреждения листьев
здоровое	85-100%	0-15%	0-10%
ослабленное	55-85%	15-45%	10-45%
сильно ослабленное	20-55%	45-70%	45-70%
отмирающее	0-20%	70-100%	70-100%
сухое	0%	100%	нет листьев

Дерево относится к той категории, на которую указывают либо все три

показателя, либо два из трех. Если все три показателя указывают на разные категории, то все они рассматриваются в комплексе и выбирается оптимальная категория, однако большее внимание уделяется повреждению листьев. При определении категории дерева также уделяется внимание разного рода стволовым повреждениям, таким как морозобойные трещины, раковые течи камеди, суховершинность, энтомопоражения (кладки яиц, стволовые заселения и т.д.), фитопатологические повреждения (образование на стволе плодовых тел грибов) и т.д. Повреждения такого рода соответственно могут снижать категорию жизненного состояния дерева.

После суммирования объемов стволов по категориям производится оценка жизненного состояния всего насаждения по следующей формуле:

$$L_v = \frac{100 \cdot V_1 + 70 \cdot V_2 + 40 \cdot V_3 + 5 \cdot V_4}{V}, \quad (5.19)$$

где: L_v – относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное с учетом крупности деревьев; v_1 – объем древесины здоровых деревьев на пробной площади, в m^3 ; v_2, v_3, v_4 – то же для ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно; 100, 70, 40, 5 – коэффициенты, выражающие (в процентах) жизненное состояние здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев; V – общий запас древесины на пробной площади, в m^3 (включая объем сухостоя).

При показателе от 100 до 80% жизненное состояние древостоя оценивается как “здоровый”, при 79-50% древостой считается ослабленным, при 49-20% – сильно ослабленным, при 19% и ниже – полностью разрушенным.

5.6. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор места для отбора проб биоты является специфической задачей биомониторинга. Данная процедура имеет принципиальную особенность - индикационный характер поиска места для такого пробоотбора. Он заключается в том, что наблюдения за показаниями состояния растительности

и животного мира должно показывать исследователю, где ему отбирать пробы биообъектов для последующего анализа на предмет их загрязненности.

На пробных площадях проводится дендрологическая, морфологическая и биоэкологическая оценки древесных насаждений. Растительные образцы для анализов отбирают в течение вегетационного периода (июнь, июль, август).

Отбор листьев проводится методом средней пробы в центре с двух сторон (со стороны автомагистрали и со стороны насаждения) с 10-15 деревьев одного вида на каждой ППП. С каждого дерева отбиралось не менее 500 граммов смешанной пробы листьев.

Фиксация листьев проводится высушиванием в термостате при температуре 105 °С. Количество адсорбированной пыли определяется по следующей методике: листья перед высушиванием отмывают в 50 мл воды, затем количество твердого осадка определяется на фильтре после высушивания.

Пылефильтрующая способность древесных растений рассчитывается по уравнению, предложенному Я. Супука (1997):

$$Z_0 = PVK_z \text{ или } Z_0 = PK_p K_z K_k \quad (5.20)$$

где: Z_0 - пылефильтрующая способность древесных растений; P - площадь ассимиляционных органов дерева в m^2 ;

V - максимальное количество адсорбированной пыли в $г/м^2$;

K_z - коэффициент частоты и количества атмосферных осадков, при этом ежемесячное количество осадков не должно превышать 70 мм;

K_p - относительный коэффициент отложения пыли на ассимиляционных органах от суммы отложений в течение вегетационного периода, $г/м^2$, то есть от P ;

K_p - 0,05 для маленьких и однородных листьев древесных растений; K_p - 0,10 для листьев среднего размера, а также ворсистых;

K_p - 0,20 для широких листьев, а также глубоко морщинистых или для деревьев с очень плотной кроной;

K_k - относительный коэффициент отложения пыли на кору дерева и другие покровные ткани, равный 1,2.

Площадь поверхности листьев определяется весовым методом с учетом переводного коэффициента для каждой древесной породы (Дорогань, Филипов, 1994). Переводный коэффициент (K) вычисляется по формуле:

$$K = \frac{S_l}{S_{np}}, \quad (5.21)$$

в которой: площадь листа (S_l) определяется как

$$S_l = P_l * S_{np} / P_{np}, \quad (5.22)$$

где: S_{np} - площадь бумажного прямоугольника, длина и ширина которого равна длине и ширине листа, P_{np} - масса бумажного прямоугольника, а P_l - масса листа. Определение переводного коэффициента производится для 10 листьев каждого вида древесного растения, затем находится среднее арифметическое, на которое умножается длина и ширина каждого листа при вычислении площади.

Деревья оцениваются по шкале категорий состояния лиственных пород (Санитарные правила в лесах РФ, 1998). Критериями оценки состояния древесных растений являются их внешний облик - развитие кроны и интенсивность облиствения. В исследованиях для оценки состояния древостоя используется 6 - ти членная классификация: 1 - без признаков ослабления, 2 - ослабленные (сухокронные 1/4), 3 - сильно ослабленные (сухокронные 1/2), 4 - усыхающие (сухокронные более 1/2), 5 - сухостой текущего года, 6 - сухостой прошлых лет. Насаждениям ландшафтов дается эстетическая и санитарно-гигиеническая оценка, биологическая устойчивость и рекреационная оценка. Итоговую рекреационную оценку находят путем перемножения классов (баллов) каждой шкалы, без учета типа ландшафта.

При этом высшей итоговой оценкой является 1, а нижней - 81. Общая оценочная шкала выглядит следующим образом: отлично - до 4; хорошо - от 5 до 16; удовлетворительно - от 17 до 36; неудовлетворительно - более 36 (Ивонин, 2000).

Учитывается высота, диаметр и возраст каждого дерева. Выделяются хлорозы, некрозы и другие признаки повреждения листьев древесных растений загрязнителями.

5.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ ВБЛИЗИ АНТРОПОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭМИССИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Экологические проблемы городов связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий. Автомобильный парк в городах растет быстрее, чем народонаселение. В настоящее время с конвейеров автозаводов всего мира ежегодно сходит около 50 млн. автомобилей. За сорок послевоенных лет автомобильный парк вырос более чем в десять раз и в 1987 г. превысил полумиллиардный рубеж. В 1998 г. автомобильный парк вырос до 700 млн. К концу первого десятилетия XXI века парк автомобилей уже достиг миллиардной отметки.

Транспортный комплекс к началу 21 века является одним из крупнейших загрязнителей окружающей среды России. В масштабах страны доля транспорта в суммарных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу от всех источников достигает 45%, в выбросах парниковых газов – примерно 10%, в массе промышленных отходов - 2%, в сбросах вредных веществ со сточными водами - около 3%, в потреблении озоноразрушающих веществ - не более 5%. Доля транспорта в шумовом воздействии на население составляет 85-95% на различных территориях.

Опытные участки выбирают вблизи автомобильных и железных дорог, а также - других источников эмиссий загрязняющих веществ (свалки и

полигоны ТБО или ТПО, животноводческие фермы и комплексы, промышленные предприятия).

Исследования ведут на ландшафтных профилях, пересекающих источник загрязнения, полевые и лесные ландшафтные полосы и яруса (рис. 5.2).

Пункты наблюдений намечают на ключевых участках. В этих пунктах отбирают образцы почв (по ГОСТ 12071-72), снеговой воды и грунтовых вод для определения содержания тяжелых металлов и радиоактивных веществ. В необходимых случаях наблюдают за шумовым загрязнением среды.

Точечные пробы почвы отбираются на пробной площадке из верхнего (20 см) методом конверта, по диагонали или любым другим способом с таким расчетом, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для данной почвы. Количество точечных проб соответствовало ГОСТ 17.4.3.01-83. В образцах почвы определяют рН водной вытяжки (ГОСТ 26423-85), как показатель кислотно-щелочных свойств почвы и содержание гумуса (по Тюрину) ГОСТ 26213-91.

Миграция веществ в аккумулятивные ландшафты осуществляется с прилегающих территорий, путем поверхностного стока и подземных вод. Преобладающую роль в геохимической дифференциации территории играют водные потоки.

Всё многообразие миграции техногенного вещества в ландшафте, по форме передвижения, можно свести в типы, выделенные Перельманом (1979):

1. механическая (перемещение химических элементов без изменения форм их нахождения);

2. физико-химическая (включает миграцию с сопутствующими химическими реакциями (диффузия, процессы радиоактивного распада, явления изоморфизма, процессы сорбции);

3. биогенная (миграция, связанная с жизнедеятельностью животных и организмов);

В.А. Алексеенко, уделяя внимание непосредственно форме нахождения

мигрирующих элементов, предлагает следующее деление миграции на типы:

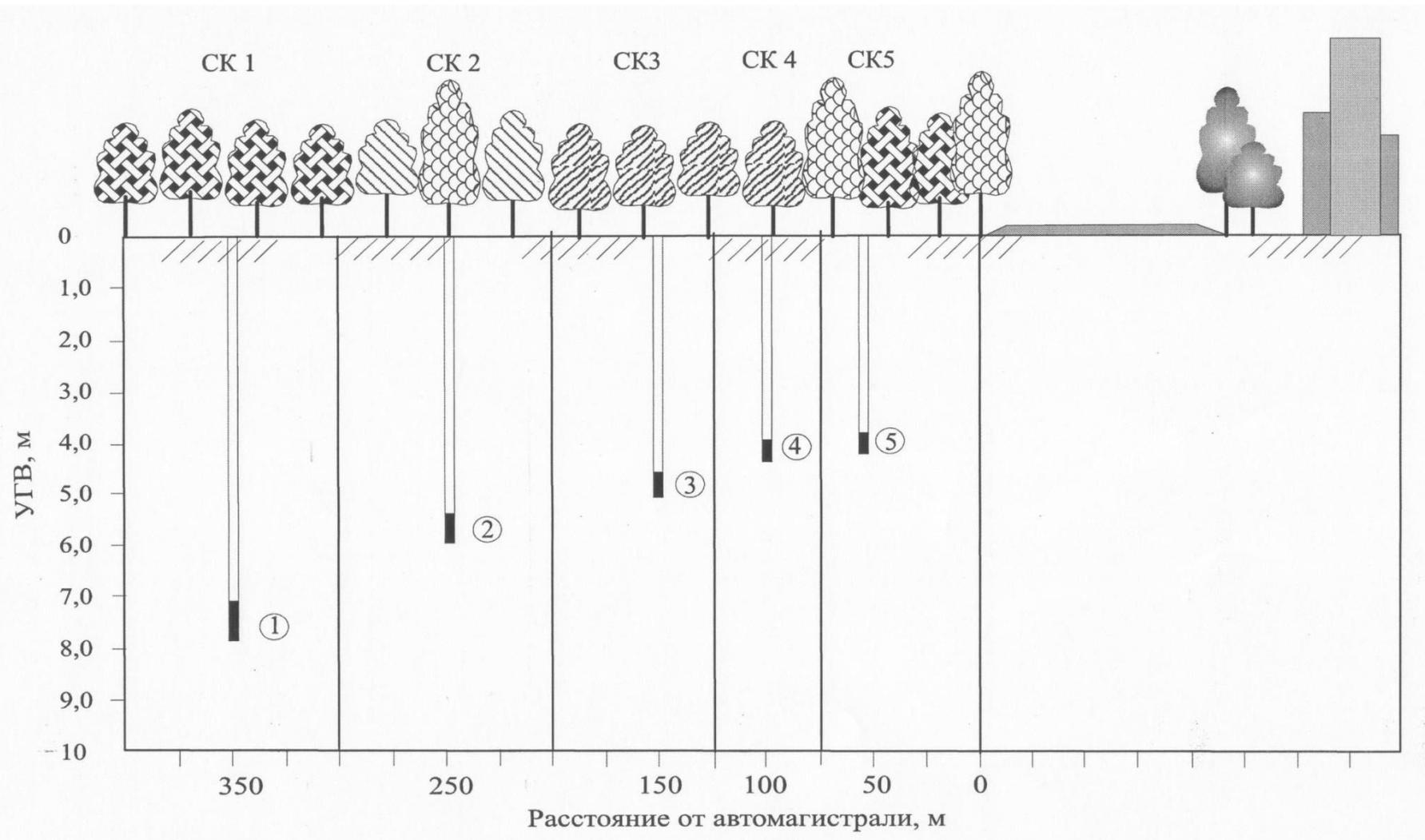
1. первый тип миграции - изменение формы нахождения элемента без его значительного перемещения (пример: переход элемента из минеральной формы в раствор).

2. второй тип миграции - перемещение элемента без изменения формы его нахождения (пример: перемещение аэрозолей в атмосфере, обломков минералов в поверхностных водах и др.);

3. третий тип миграции - перемещение элементов с изменением форм их нахождения.

Геохимические барьеры - участки ландшафтной сферы, на которых происходит резкое уменьшение интенсивности миграции и концентрация химических элементов и соединений.

Для аккумулятивных ландшафтов техногенных городов характерен сульфидный (сероводородный) барьер. Эти барьеры возникают там, где кислородные или глеевые воды встречают на своём пути сероводородную обстановку. Естественно, если в сероводородную среду проникают сероводородные воды, никакого барьера не возникает. На сероводородных барьерах наиболее эффективно накапливаются халькофильные элементы (так как они непосредственно связываются с серой, образуя сульфидные соединения), отчасти - сидерофильные, и в наименьшей мере литофильные.



Условные обозначения: - номер участка на профиле; СК₁ – скважина и ее номер; УГВ – отметка уровня грунтовых вод.
Древесные породы: - клен ясенелистный; - дуб черешчатый; - ясень обыкновенный; - ясень зеленый.

Рисунок 5.2 - Ландшафтный профиль №1

Тяжелые металлы (ТМ) - это химические элементы с атомной массой более 40.

Среди них выделяют микроэлементы (медь, молибден, кобальт, марганец и цинк), малая концентрация которых в почвах имеет положительное влияние на агроценозы. Особой группой являются токсичные металлы (кадмий, ртуть, свинец). Следует отметить, что избыток микроэлементов (особенно цинка) усиливает негативное влияние на растения и животных токсичных металлов. Вблизи антропогенных источников эмиссии загрязняющих веществ наиболее приоритетными ТМ являются свинец, цинк, медь, кадмий, железо.

5.8. РАДИОАКТИВНОЕ И ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТОВ

Радиоактивное загрязнение - это форма физического загрязнения, связанная с превышением естественного уровня содержания радиоактивных веществ в компонентах ландшафта.

Наряду с естественными (^{40}K , ^{226}Rd , ^{232}Th и др.), существуют техногенные (^{90}S , ^{131}I , ^{137}Cs и др.) радионуклиды. Об их количестве судят по активности, единицей которой служит беккерель ($1 \text{ Бк} = 1 \text{ с}^{-1}$) или кюри ($1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$).

Радионуклиды передвигаются с помощью аэрозолей, выпадают на поверхность почвы и там концентрируются, частично поглощаясь корневыми системами растений, и мигрируют по трофическим цепям. В деревья они могут попадать и в результате адсорбции листовой и ветвями (при сухом выпадении из атмосферы).

В лесных полосах радионуклиды накапливаются при ветровой и водной эрозии радиоактивно загрязненных почв на межполосных полях, а также при пылении в процессе обработок почв и др. технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур.

Шум - одна из форм физического (волнового) загрязнения среды. Под звуковыми волнами понимают слабые возмущения (механические колебания с малыми амплитудами), распространяющиеся в упругой среде. Экологический шум - это отрицательное воздействие таких колебаний (не свойственных природной среде) на организмы или экосистемы.

Для измерения интенсивности шума (звука) установлена логарифмическая шкала, построенная на отношении данной величины звука к порогу слышимости, под которым понимают минимальную интенсивность воспринимаемую человеческим ухом звуковое давление $0,4 \cdot 10^{-4}$ Па). Каждую ступень этой шкалы, соответствующую изменению силы звука в 10 раз, именуют белом (Б). Величину в 10 раз меньше бела называют децибелом (дБ).

6. МЕТОДЫ ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НАСЕКОМЫХ (НА ПРИМЕРЕ ПЧЕЛ)

Предметом эколого-фаунистического изучения является фауна, как совокупность видовых популяций животных, населяющих определенную территорию.

Комплексное эколого-фаунистическое исследование (ЭФИ) предполагает многостороннее изучение таксономической группы. Поэтому исследователь непременно сталкивается с необходимостью ведения изысканий в рамках нескольких направлений.

Фаунистический аспект: исследования направлены на выявление регионального видового состава фауны и его анализ.

Хорологический аспект: исследования направлены на изучение зонально-ландшафтного и биотопического распределения видов в регионе.

Аутэкологический аспект: исследования направлены на более или менее подробное изучение экологии отдельных видов в регионе, особенно тех сторон, которые влияют на их пространственное распределение (например, трофических связей).

Фенологический аспект: исследования направлены на изучение сезонной динамики фауны и отдельных видов насекомых.

Различия в объектах и предметах исследований определяют и важные методологические отличия как при сборе материала, так, особенно, при его анализе.

Можно наметить следующие основные задачи, решаемые при проведении ЭФИ:

1. выявление видового состава (инвентаризация) и анализ фауны;
2. изучение распространения видов в регионе и анализ пространственного изменения фауны;

3. изучение ландшафтного и биотического размещения группы на изучаемой территории и анализ локального распределения;
4. изучение важнейших аспектов экологии видов, в частности топических (микростациональных) и трофических связей насекомых с компонентами экосистем;
5. установление основных аспектов сезонной динамики активности видов.

6.1. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ РАБОЧИХ ПЧЕЛ

С целью получения информации о качестве всей пчелиной семьи, недостаточно обследования отдельных пчел, а необходимо изучить большое количество особей. Проба на отбор насчитывает около 20-30 рабочих пчел. Необходимо внимательно проследить, чтобы все они были потомками матки, которую будем проверять. Из массы рабочих пчел подбирают молодых ульевых пчел с одного расплодного сота. При очень высоких требованиях к точности и достоверности проба из 24-30 рабочих пчел вполне объективно и достоверно характеризует экстерьер всей пчелиной семьи. Для определения морфометрических параметров рабочих пчел опускают в доведенную до кипения воду на 1-2 секунды для того, чтобы они выбросили хоботки. Затем их извлекают, раскладывают на фильтровальную бумагу для подсушивания на 20-30 секунд, после чего помещают в посуду с 70%-ным этиловым спиртом, записывают номер пчелиной семьи и дату отбора пробы (Руттнер Ф., 2006; Земскова Н.Е. и др., 2015; Смирнов А.М. и др., 2017; Маннапов А.Г. и др., 2019; Юмагужин Ф.Г. и др., 2020).

Препарирование и измерение хитиновых частей тела рабочих особей медоносных пчел. Перед началом препарирования пчел извлекают из спирта, выдерживают в течение 2-3 минут в 10%-ном растворе едкой щелочи, промывают в воде и отделяют хоботок, крылья, ноги, сегменты торакса и

изготавливают соответствующие препараты. Все измерения проводят под бинокулярным микроскопом МБС-10 с помощью окуляр-микрометра (x20). Линейные промеры, выполненные в делениях окуляр микрометра, переводят в миллиметры, а индексы выражают в процентах.

Морфометрические измерения хоботка рабочей пчелы. Точная количественная характеристика этого признака получается при сложении длины язычка, заднечелюстного ствола (подбородок) и нижнечелюстного ствола (рис. 6.1).

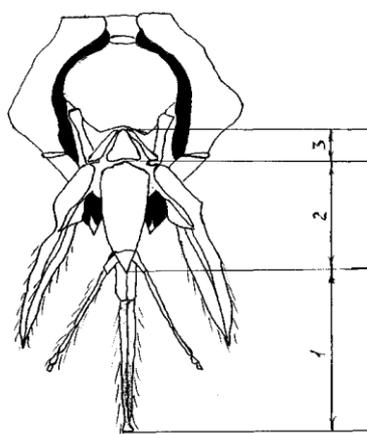


Рисунок 6.1 - Строение хоботка пчелы:

1-язычок, 2-заднечелюстной ствол или подбородок, 3-нижнечелюстной ствол

Для проведения измерений пчелу, обработанную в кипящей воде, берут большим и указательным пальцами левой руки, головой назад, брюшком направо. При таком положении хоботок виден хорошо. При препарировании нужно взять острый пинцет, проколоть им мягкие ткани между уздечками и хоботок наклонить вперед легким нажатием. Затем захватить одну из двух уздечек и вместе с ней отделить весь хоботок. На светлой подставке отделить вторым пинцетом все наружные части, то есть уздечку, нижние челюсти и остатки мышц. Останется ось сосущего аппарата с нижнечелюстным корнем, подбородок и язычком. Для измерения хоботок помещают между двумя стеклышками (предметное и покровное). Затем кладут хоботок задней,

изогнутой стороной вверх на стеклянную пластинку, наносят каплю глицерина на покровное стекло и осторожно переворачивают его, чтобы капля свисала вниз и медленно опустилась на хоботок. Если после этого хоботок лежит не совсем прямо, постарайтесь его выпрямить иголкой или палочкой, осторожно придавив к покровному стеклу с той или иной другой стороны.

Морфометрические измерения тергита и стернита рабочей пчелы.

Длина и ширина четвертого тергита и стернита. Длину тергита - а (как и стернита) измеряют по оси тела пчелы, а ширину (б) определяют как расстояние между выступами тергита (рис. 6.2). Количественная характеристика тергита и стернита получается при измерении длины, ширины и площади данного признака (рис. 6.3). Для проведения измерений рабочую пчелу, обработанную в кипящей воде, кладут на предметное стекло и при этом, удерживая пальцами левой рукой (головной и спинной отделы), расчленивают брюшко на уровне четвертого тергита. При препарировании нужно взять острый пинцет или препаровальную иглу, при этом вначале надо подсчитать четвертый тергит, и отделить данный участок брюшко. Далее остается разделить тергит и стернит. После отделения данных участков тела надо их разложить на предметное стекло, капнуть глицерин, сверху накрыть покровным стеклом, с помощью бинокля МБС-10 провести соответствующие измерения.

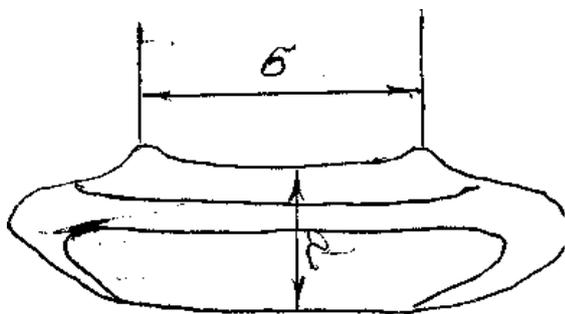


Рисунок 6.2 - Четвертый тергит брюшко пчелы: а – длина тергита, б – ширина тергита

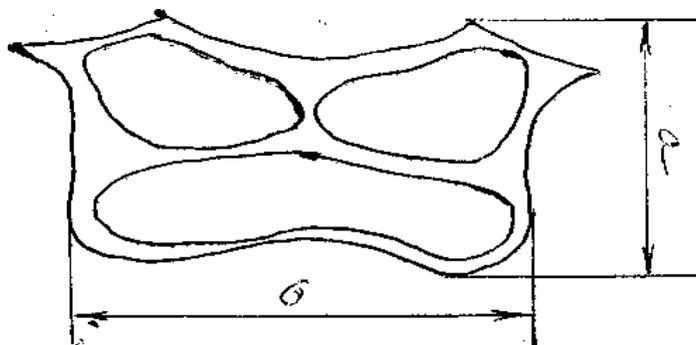


Рисунок 6.3 - Четвертый стернит брюшко пчелы: а – длина стернита, б – ширина стернита

Морфометрические измерения голени правой задней ноги рабочей пчелы. Методика измерений этого признака показана на рис. 6.4. (А - медиальный вид ноги, В - латеральный вид ноги).

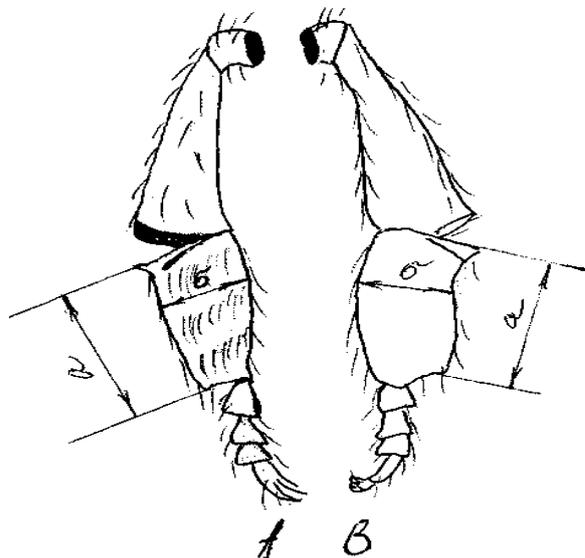


Рисунок 6.4 - Правая задняя нога пчелы: а – длина голени, б – ширина голени (А – медиальный вид ноги, В – латеральный вид ноги)

Для проведения измерений пчелу, берут большим и указательным пальцами левой руки, головой вперед, брюшком назад. Далее берут в правую руку пинцет и отделяют правую заднюю ножку от тела вместе с бедром. Затем кладут отделенную ножку на предметное стекло и, придерживая пинцетом на левой руке, отделяют соответствующий членик лапки вторым пинцетом на правой руке. Для измерений его помещают между двумя стеклышками (предметное и покровное), при этом наносят каплю глицерина и проводят дальнейшие измерения (рис. 6.4).

Морфометрические измерения параметров передних и задних крыльев рабочей пчелы. Длина, ширина и площадь правого переднего крыла. Параметры измерения размеров крыла приведены на рис. 6.5. Длину измеряют от наивысшей точки на его основании до противоположного края по наибольшей оси (а), а ширину - перпендикулярно этой оси в наиболее

широкой его части (б). Для определения площади проводят арифметические подсчеты.

Кубитальный индекс. Определяют отношением длины межкубитальной жилки «а» к длине межкубитальной жилки «б» третьей кубитальной ячейки переднего крыла (рис. 6.6) и выражают в процентах.

Дискоидальное смещение. Методика определения этого признака показана на рис. 6.7. и 6.8. Дискоидальное смещение – это перпендикуляр, опущенный из точки середины линии длины радиальной ячейки. Если оно проходит через нейтральную точку дискоидальной ячейки, то это указывает на нейтральное дискоидальное смещение. Если перпендикуляр проходит мимо нейтральной точки, но со стороны передней части крыла – отклонение считается положительным, и наоборот – отклонение отрицательное.

Количество крючков (зацепок) на заднем крыле. Этот признак определяют путем подсчета крючков (зацепок), расположенных на костальном крае заднего крыла (рис. 6.9). Все измерения, проведенные по крыльям.

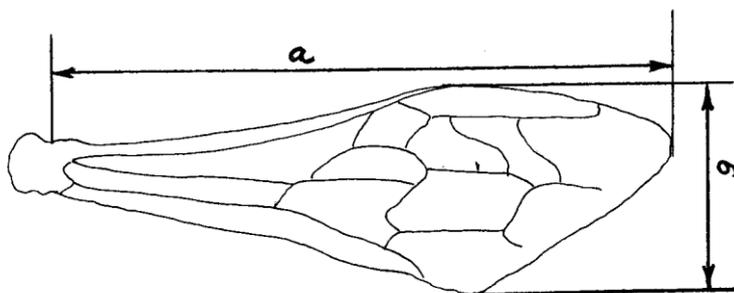


Рисунок 6.5 - Правое переднее крыло пчелы:

а- длина крыла, б- ширина крыла

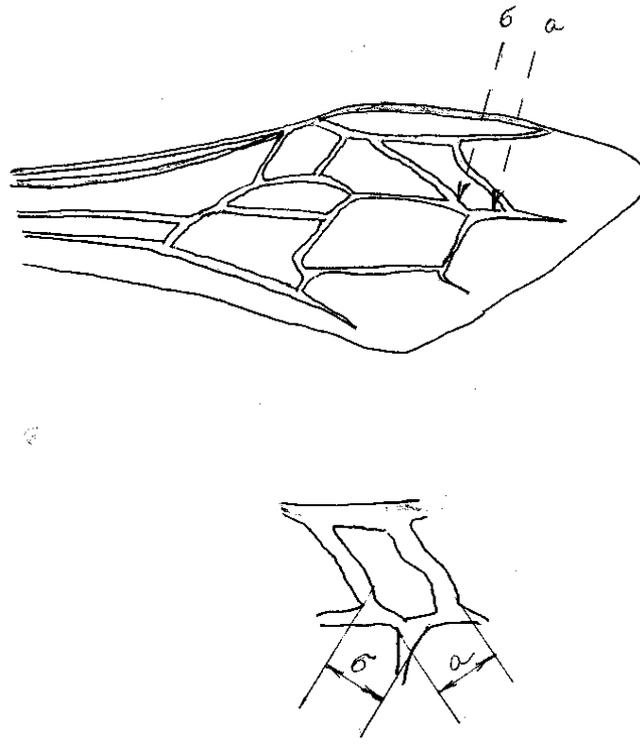


Рисунок 6.6 - Правое переднее крыло пчелы: а – длина межкубитальной жилки третьей кубитальной ячейки, б – длина межкубитальной жилки



Рисунок 6.7 - Часть правого переднего крыла рабочей пчелы R – радиальная ячейка; I, II, III 1-я, 2-я, 3-я кубитальные ячейки; а, b – длинный и короткий отрезки основной жилки 3-й кубитальной ячейки; D – дискоидальная ячейка

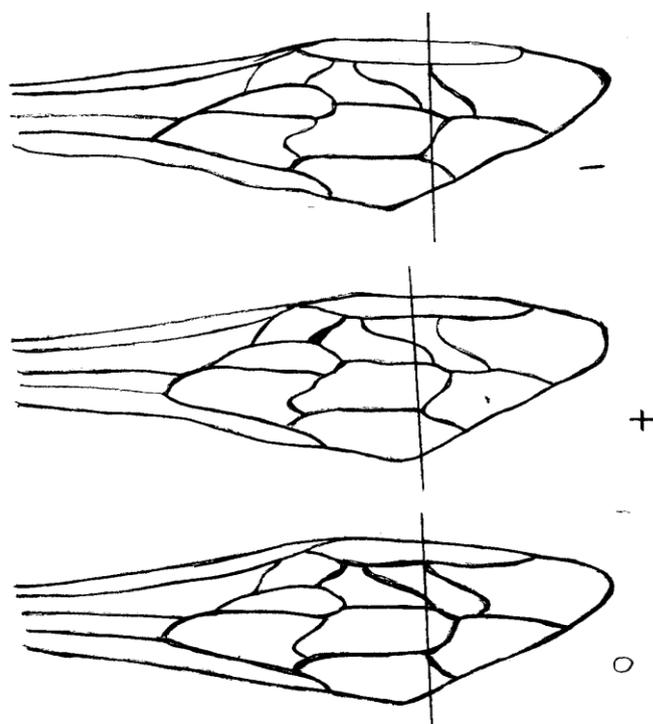
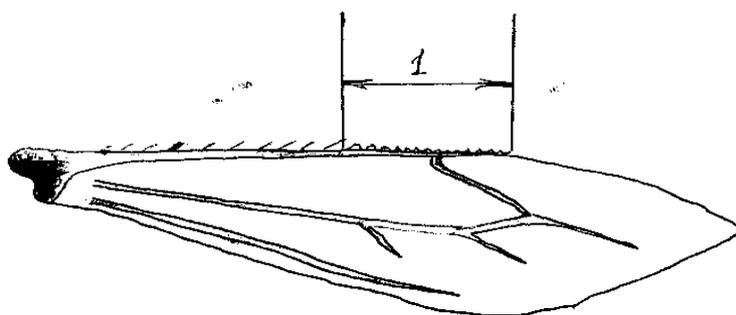


Рисунок 6.8 - Дискоидальное смещение. 1 – отрицательное дискоидальное смещение, 2 – положительное дискоидальное смещение, 3 – нейтральное дискоидальное смещение



**Рисунок 6.9 - Правое заднее крыло пчелы:
1 – количество крючков на заднем крыле**

Морфометрические измерения восковых желез рабочей пчелы.
Длина, ширина и площадь воскового зеркальца. Промеры выполняют на IV-стерните, рис. 6.10. (а – длина; б - ширина). При этом толщину окаймляющей зеркальце кромки не учитывают, точки отсчета берут на внутренней ее стороне. Для проведения измерений пчелу, обработанную в кипящей воде, кладут на предметное стекло, и при этом, удерживая пальцами левой рукой

(головной и спинной отделы), расчлняют брюшко на уровне четвертого тергита. При препарировании нужно взять острый пинцет или препаровальную иглу, при этом вначале надо подсчитать четвертый тергит и стернит, и отделить данный участок брюшко. После отделения данных участков тела стернит разложить внутренней стороной вверх на предметное стекло, капнуть глицерин, сверху накрыть покровным стеклом и с помощью бинокля МБС-10 провести соответствующие измерения .

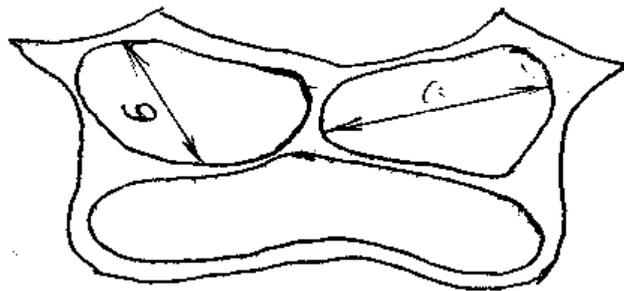


Рисунок 6.10 - Восковое зеркальце пчелы: а – длина воскового зеркальце, б - ширина воскового зеркальце

6.2. МЕТОД ОЦЕНКИ МОРФОТИПОВ РАБОЧИХ ПЧЕЛ

Вариации окраски (морфотипов) регистрируют визуально, сверяя с эталонными рисунками (рис. 6.11).

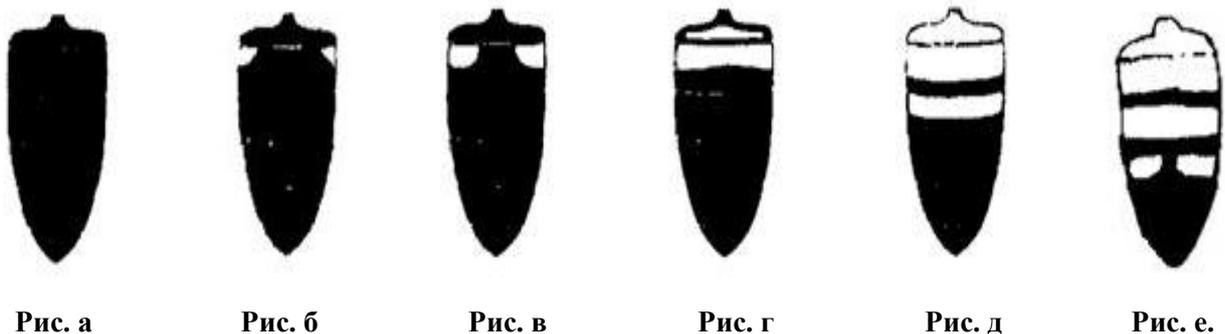


Рисунок 6.11 - Классы окраски рабочих пчел (морфотипы) по Ф. Руттнеру (2006)

Рис. а. Класс – О (полностью темная кутикула, без коричневых или желтых уголков); рис. б. Класс – е (на кутикуле маленькие коричневые или желтые уголки, до 1 мм²); рис. в. Класс – Е (большие коричневые или желтые уголки на кутикуле, от 1 мм²); рис. г. Класс - 1R (на кутикуле коричневое или желтое одно кольцо); рис. д. Класс - 2R (на кутикуле коричневые или желтые два кольца); рис. е. Класс - 3R (на кутикуле коричневые или желтые основные три кольца)

6.3. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ

Методика основана на сравнении исследуемых объектов с нормой. Норма условно выделенное состояние объекта, обладающее характеристиками, присущими большинству таких же объектов в сходных условиях, в данный момент времени (Присный Ю.А., 2009). Морфологические аномалии – результаты отклонения от нормального развития, т.е. возникновения нетипичных строений и деятельностей органов или всего организма (Присный Ю.А., 2009).

Классификация морфологических аномалий насекомых по J. Balazuc (1948) и Ю.А. Присному (2009). Общие аномалии:

1. Деформация тела (аномальные изменения формы тела, вызванные механическим воздействием на куколку или нарушением схождения куколочного экзuvia);

2. Ампутации

3. Гипосклеротизация (нарушение синтеза хитина и процесса склеротизации покровов; проявляется в виде истончения и «мягкости» покровов, стертости скульптурных элементов, «износе» придатков);

4. Нарушение пигментации (нарушение или блокировка синтеза кутикулярного или гиподермального пигмента вследствие мутаций, гормональных нарушений или недостатка кислорода; может проявляться в виде общей гипомеланизации, локального аномального отсутствия пигмента, аномальной прозрачности покровов);

Уродства: *Общие уродства* - двойное уродство (полное раздвоение; неполное раздвоение), гигантизм и карликовость, короткотелость (уменьшение размеров тела с нарушением пропорций), асимметрия, разнородность, мозаичность окраски, гинандроморфизм, интерсексуальность, гетерохрония (разная скорость развития отдельных участков тела; остатки предшествующих стадий развития), дисплазия; *локальные уродства* - аномалии тела (аномалии сегментации, паздвоение и разделение на три

(части), аномальное число глаз, аномалии размеров частей тела, атрофия структур тела, аномалии покрова, аномалии скульптуры), аномалии придатков (деформация придатков, полимелии, избыточное развитие, недоразвитие, аномальное расположение органа, гетероморфоз, различные аномалии антенн, мандибул, челюстных и губных щупиков и ног, не укладывающиеся в общую классификацию), аномалии надкрылий и крыльев (деформация надкрылий (результат механического воздействия общего или локального нарушения обмена веществ и водного обмена), «измятость» надкрылий, куколковидные надкрылья, перехват надкрылий, зияющий шов надкрылий, вздутые надкрылия, сужение надкрылий, закругление вершин надкрылий).

7. ОСНОВЫ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

7.1. ГРУППИРОВКА ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ: СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ, СТАТИСТИЧЕСКИЙ РЯД, ВАРИАЦИОННЫЙ РЯД, ИНТЕРВАЛЬНЫЙ РЯД

На первой стадии в результате наблюдения накапливается масса данных об отдельных единичных фактах. Однако правильно собранные данные сами по себе еще не гарантируют автоматического получения правильных теоретических и практических выводов. Статистическое наблюдение дает массу первичного материала, который необходимо сгруппировать и определенным образом обработать, чтобы выявить путем вычисления обобщающих показателей типичные черты изучаемой совокупности.

Процесс обработки первичных материалов статистического наблюдения, процесс теоретического обобщения статистических данных получил название сводки статистических данных. Основным инструментом статистики является статистическая таблица. Такая форма представления данных наглядна, удобна и выразительна, она облегчает анализ и делает его продуктивнее. Чтобы статистические таблицы соответствовали своему назначению, необходимо обобщить первичный статистический материал. Этим целям и служит сводка.

Научной основой сводки является группировка. Группировкой в статистике называется разделение единиц изучаемого явления по существенным признакам для того, чтобы выделить конкретные типы явлений или внутри типа охарактеризовать состав совокупности или взаимосвязи в изменении варьирующих признаков. Иными словами, группировка - это сведение статистических данных в однородные группы. Из всех специфических приемов статистики группировка является главным

приемом и служит важнейшим средством обобщения статистических данных.

С помощью группировок в статистике решают три основные задачи, в соответствии с чем выделяют и три вида группировок: типологические, вариационные, аналитические (факторные).

Первая задача, решаемая посредством группировок - выделение однородных в качественном отношении типов явлений. В данном случае происходит расчленение множества разнородных явлений на однокачественные типы, классы, группы или статистические совокупности по важнейшим, существенным качественным признакам. Группировки, решающие эту задачу, называются типологическими.

Вторая задача - выявление количественных характеристик изучаемых явлений. В этом случае преследуется цель выявить внутреннее строение типически однородной группы, для чего исследуемые явления классифицируют по величине какого-либо изменяющегося (варьирующего) признака. Группировки, с помощью которых решается эта задача, называются вариационными.

Третья задача - установление взаимосвязи между явлениями. В ходе ее решения устанавливаются и изучаются причинно-следственные связи между признаками явлений, выявляются факторы развития явления. Такие группировки называются аналитическими, или факторными.

По числу признаков, положенных в основу группировки, различают простые, образуемые по одному признаку, и сложные (комбинационные) – по двум и более признакам. В этом случае каждая группа, образованная по одному признаку, подразделяется на подгруппы по другому признаку.

Главное в группировке - выбор таких признаков, которые дали бы возможность отделить одни качественные однородные группы от других. Статистика различает два рода группировочных признаков: количественные, т.е. такие, которые имеются во всех единицах совокупности, но в разных размерах, и качественные (атрибутивные), которые не могут быть выражены

в цифровом виде. Группировка по качественному признаку показывает наличие или отсутствие этого признака в явлениях, относимых к той или иной совокупности, т.е. если явлению присуща данная разновидность качественного признака, то другая разновидность у него уже, как правило, отсутствует.

Иными словами, атрибутивным, или качественным, называется такой признак, который характеризует качественную сущность явления.

Статистическая сводка - второй этап статистического исследования - представляет собой проверку, систематизацию, научную обработку материалов статистического наблюдения, подытоживание отдельных единиц и сведения их в массы или совокупности в целях получения обобщенной характеристики изучаемого явления по ряду существенных для него признаков.

Различают первичную и вторичную сводки.

Первичная сводка - обработка и подсчет первичных данных, непосредственно собранных в процессе статистического наблюдения.

Вторичная сводка - обработка и подсчет сведенных данных первичной сводки.

В основе статистической сводки лежит статистическая группировка - один из основных методов обработки информации, заключающийся в расчленении совокупностей на группы по существенным для данного исследования признакам.

Взаимосвязанные признаки делятся на факторные и результативные.

Факторные - независимые признаки, под воздействием которых изменяются другие, зависящие от них признаки.

Результативные - зависимые признаки, которые изменяются под воздействием факторных.

Количественные признаки могут принимать как фиксированные значения, так и изменяться в пределах какого-либо интервала.

Интервал - значения варьирующего признака, лежащие в определенных

границах. Каждый интервал имеет свою величину, верхнюю и нижнюю границу или хотя бы одну из них.

Нижняя граница интервала - наименьшее значение признака в интервале. Верхняя граница интервала - наибольшее значение признака в интервале.

Величина интервала - разность между верхней и нижней границами интервала.

Интервалы группировки в зависимости от их величины бывают равные и неравные. Последние делятся на прогрессивно возрастающие, прогрессивно убывающие, произвольные (т.е. являются не прогрессивно возрастающими, не прогрессивно убывающими) и специализированные (интервалы, которые применяются для выделения из совокупности одних и тех же типов по одному и тому же признаку для явлений, находящихся в различных условиях).

Число групп зависит от задач исследования, вида показателя, положенного в основание группировки, объема совокупности, степени вариации признака. Если группировка производится по количественному признаку, число групп можно определить по формуле Стерджесса:

$$n = 1 + 3,322 \cdot \lg N, \quad (7.1)$$

где n - количество групп; N - число единиц совокупности.

Интервалы группировок могут быть закрытыми и открытыми.

Закрытыми называются интервалы, у которых имеются верхняя и нижняя границы.

Открытые - интервалы, у которых имеется только одна граница: верхняя - у первого, нижняя - у последнего.

Статистический ряд распределения - упорядоченное распределение единиц совокупности на группы по определенному варьирующему признаку.

В зависимости от признака, положенного в основу образования ряда распределения, различают атрибутивные и вариационные ряды распределения.

Атрибутивным называют ряд распределения, построенный по качественным признакам. В результате распределения образуется столько групп, сколько разновидностей атрибутивного признака имеет данная совокупность.

Вариационным называют ряд распределения, построенный по количественным признакам. Любой вариационный ряд состоит из двух элементов - вариантов и частот. Вариантами считаются отдельные значения признака, которые он принимает в вариационном ряду, т.е. конкретное значение варьирующего признака.

Частоты - это численности отдельных вариантов или каждой группы вариационного ряда, т.е. числа, показывающие как часто встречаются те или иные варианты в ряду распределения. Сумма всех частот определяет численность всей совокупности, ее объем. Частоты, выраженные в долях единицы или в % к итогу, называются частностями. Соответственно сумма частностей равна 1 или 100%. В зависимости от характера вариации ряды подразделяются на дискретные (прерывные) и интервальные (непрерывные). В случае дискретной вариации величина количественного признака принимает только фиксированные значения.

Построение интервальных вариационных рядов целесообразно при непрерывной вариации признака, а также если дискретная вариация проявляется в широких пределах, т.е. число вариантов дискретного ряда достаточно велико. Для исследования непрерывного варьирования всегда устанавливаются интервалы. Правила построения рядов распределения аналогичны правилам построения группировки.

7.2. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Дисперсионный анализ (от латинского *Dispersio* - рассеивание) - статистический метод, позволяющий анализировать влияние различных

факторов на исследуемую переменную. Метод был разработан биологом Р. Фишером в 1925 году и применялся первоначально для оценки экспериментов в растениеводстве. В дальнейшем выяснилась общенаучная значимость дисперсионного анализа для экспериментов в психологии, педагогике, медицине и др.

Целью дисперсионного анализа является проверка значимости различия между средними с помощью сравнения дисперсий. Дисперсию измеряемого признака разлагают на независимые слагаемые, каждое из которых характеризует влияние того или иного фактора или их взаимодействия.

Последующее сравнение таких слагаемых позволяет оценить значимость каждого изучаемого фактора, а также их комбинации

При истинности нулевой гипотезы (о равенстве средних в нескольких группах наблюдений, выбранных из генеральной совокупности), оценка дисперсии, связанной с внутригрупповой изменчивостью, должна быть близкой к оценке межгрупповой дисперсии.

Иногда дисперсионный анализ применяется, чтобы установить однородность нескольких совокупностей (дисперсии этих совокупностей одинаковы по предположению; если дисперсионный анализ покажет, что и математические ожидания одинаковы, то в этом смысле совокупности однородны). Однородные же совокупности можно объединить в одну и тем самым получить о ней более полную информацию, следовательно, и более надежные выводы.

В процессе наблюдения за исследуемым объектом качественные факторы произвольно или заданным образом изменяются. Конкретная реализация фактора (например, определенный температурный режим, выбранное оборудование или материал) называется уровнем фактора или способом обработки. Модель дисперсионного анализа с фиксированными уровнями факторов называют моделью I, модель со случайными факторами - моделью II. Благодаря варьированию фактора можно исследовать его влияние на величину отклика. В настоящее время общая теория

дисперсионного анализа разработана для моделей I.

В зависимости от количества факторов, определяющих вариацию результативного признака, дисперсионный анализ подразделяют на однофакторный и многофакторный.

Основными схемами организации исходных данных с двумя и более факторами являются:

-перекрестная классификация, характерная для моделей I, в которых каждый уровень одного фактора сочетается при планировании эксперимента с каждой градацией другого фактора;

-иерархическая (гнездовая) классификация, характерная для модели II, в которой каждому случайному, наудачу выбранному значению одного фактора соответствует свое подмножество значений второго фактора.

Если одновременно исследуется зависимость отклика от качественных и количественных факторов, т.е. факторов смешанной природы, то используется ковариационный анализ.

При обработке данных эксперимента наиболее разработанными и поэтому распространенными считаются две модели. Их различие обусловлено спецификой планирования самого эксперимента. В модели дисперсионного анализа с фиксированными эффектами исследователь намеренно устанавливает строго определенные уровни изучаемого фактора. Термин «фиксированный эффект» в данном контексте имеет тот смысл, что самим исследователем фиксируется количество уровней фактора и различия между ними. При повторении эксперимента он или другой исследователь выберет те же самые уровни фактора. В модели со случайными эффектами уровни значения фактора выбираются исследователем случайно из широкого диапазона значений фактора, и при повторных экспериментах, естественно, этот диапазон будет другим.

Таким образом, данные модели отличаются между собой способом выбора уровней фактора, что, очевидно, в первую очередь влияет на возможность обобщения полученных экспериментальных результатов. Для

дисперсионного анализа однофакторных экспериментов различие этих двух моделей не столь существенно, однако в многофакторном дисперсионном анализе оно может оказаться весьма важным.

При проведении дисперсионного анализа должны выполняться следующие статистические допущения: независимо от уровня фактора величины отклика имеют нормальный (Гауссовский) закон распределения и одинаковую дисперсию. Такое равенство дисперсий называется гомогенностью. Таким образом, изменение способа обработки сказывается лишь на положении случайной величины отклика, которое характеризуется средним значением или медианой. Поэтому все наблюдения отклика принадлежат сдвиговому семейству нормальных распределений.

Говорят, что техника дисперсионного анализа является "робастной". Этот термин, используемый статистиками, означает, что данные допущения могут быть в некоторой степени нарушены, но, несмотря на это, технику можно использовать.

При неизвестном законе распределения величин отклика используют непараметрические (чаще всего ранговые) методы анализа.

В основе дисперсионного анализа лежит разделение дисперсии на части или компоненты. Вариацию, обусловленную влиянием фактора, положенного в основу группировки, характеризует межгрупповая дисперсия σ^2 . Она является мерой вариации частных средних по группам \bar{x}_j вокруг общей средней и определяется по формуле:

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{\sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{x})^2 \times n_j}{\sum_{j=1}^k n_j}, \quad (7.2)$$

где k – число групп;

n_j – число единиц в j -ой группе;

\bar{x}_j – частная средняя по j -ой группе;

\bar{x} – общая средняя по совокупности единиц.

Вариацию, обусловленную влиянием прочих факторов, характеризует

в каждой группе внутригрупповая дисперсия σ_j^2 .

$$\sigma_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n}, \quad (7.3)$$

Между общей дисперсией σ_0^2 , внутригрупповой дисперсией σ^2 и межгрупповой дисперсией существует соотношение:

$$\sigma_0^2 = \bar{\sigma}^2 + \sigma^2, \quad (7.4)$$

Внутригрупповая дисперсия объясняет влияние неучтенных при группировке факторов, а межгрупповая дисперсия объясняет влияние факторов группировки на среднее значение по группе/2/.

Однофакторная дисперсионная модель имеет вид:

$$x_{ij} = \mu + F_j + \varepsilon_{ij}, \quad (7.5)$$

где x_{ij} - значение исследуемой переменной, полученной на i -м уровне фактора ($i=1,2,\dots,t$) с j -м порядковым номером ($j=1,2,\dots,p$);

F_i - эффект, обусловленный влиянием i -го уровня фактора;

ε_{ij} - случайная компонента, или возмущение, вызванное влиянием неконтролируемых факторов, т.е. вариацией переменной внутри отдельного уровня.

Основные предпосылки дисперсионного анализа:

-математическое ожидание возмущения ε_{ij} равно нулю для любых i , т.е. $M(\varepsilon_{ij}) = 0$; (2)

-возмущения ε_{ij} взаимно независимы;

-дисперсия переменной x_{ij} (или возмущения ε_{ij}) постоянна для любых i, j , т.е. $D(\varepsilon_{ij}) = \sigma^2$; (3)

- переменная x_{ij} (или возмущение ε_{ij}) имеет нормальный закон распределения $M(0; \sigma^2)$.

Влияние уровней фактора может быть как фиксированным или систематическим (модель I), так и случайным (модель II).

Этот анализ незаменим, когда обрабатывают результаты опытов с тремя и более вариантами. При этом определяют общую изменчивость (дисперсию) результативного признака ($C_{об}$), вычисляя из неё варьирование вариантов

(C_v), повторностей (C_p) и случайное (остаточное) варьирование (C_z):

$$C_{об} = C_v + C_p + C_z, \quad (7.6)$$

Степень этих варьирований в общей дисперсии (100 %) определяется следующим образом:

- доля вариантов $100 C_v / C_{об}$;
- доля повторностей $100 C_p / C_{об}$;
- доля случайных факторов $100 C_z / C_{об}$.

Сопоставляя доли случайного варьирования и варьирования вариантов, по критерию Фишера устанавливают существенность различий. Расчет проводят в соответствии с таблицей 9.1 следующим, где приняты следующие обозначения: x - экспериментальные данные; A - произвольное начало (примерно равно средней величине - \bar{x}); P_A - суммы отклонений экспериментальных данных от произвольного начала по повторениям; V_A - сумма отклонений экспериментальных данных от произвольного начала по вариантам; $C = [\sum (X - A)]^2 / en$ - корректирующий фактор; e - число вариантов; n - число повторений; S_v^2 - дисперсия вариантов; S_z^2 - дисперсия ошибки.

Варьирование	Формула	Число степеней свободы, v	Дисперсия	Критерий Фишера
Общее	$C_{ia} = \sum (x - A)^2 - C$	$en - 1$		
Повторений	$C_p = (\sum P_A^2 / e) - C$	$n - 1$		
Вариантов	$C_v = (\sum P_A^2 / n) - C$	$e - 1$	$S_v^2 = C_v / (e - 1)$	

Случайное $C_z = C_{об} - (C_p + C_v) \quad (e-1)(n-1) \quad S_z^2 = C_z / (e-1)(n-1) \quad S_v^2 / S_z^2$

Если различия между вариантами существенны, то

$$F_{\text{факт}} = S_v^2 / S_z^2 > F_{\text{факт}}, \quad (7.7)$$

Для характеристики показателей точности опыта и существенности различий по вариантам вычисляют:

обобщенную ошибку средней величины ($m_{\bar{x}}$):

$$m_{\bar{x}} = \sqrt{S_z^2 / n}, \quad (7.8)$$

точность опыта или относительную ошибку (P):

$$P = 100 m_{\bar{x}} / \bar{x}, \quad (7.9)$$

ошибку разности (m_x):

$$m_x = 1,414 m_{\bar{x}}, \quad (7.10)$$

-наименьшую существенную разность (HCP) для доверительного уровня 95 %

$$HCP_{95} = t \times m_x, \quad (7.11)$$

Значения критерия Стьюдента (t) определяют по таблицам при числе степеней свободы для случайного (остаточного) варьирования.

Величину HCP используют как при оценке разности между средними значениями экспериментальных данных на каждом варианте и контроле, так и при сравнении этих значений по любой паре вариантов. Разность существенна, если она больше HCP .

7.3. КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОРРЕЛЯЦИИ И КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Корреляционный анализ (correlation analysis) [лат. Correlatio – соотношение] - раздел математической статистики, объединяющий практические методы исследования корреляционной связи между двумя и более случайными признаками или факторами.

Цель корреляционного анализа - обеспечить получение некоторой информации об одной переменной с помощью другой переменной. В случаях, когда возможно достижение цели, говорят, что переменные коррелируют. В самом общем виде принятие гипотезы о наличии корреляции означает что изменение значения переменной X , произойдет одновременно с пропорциональным изменением значения Y .

Корреляционная связь не предполагает причинной зависимости между переменными. Корреляционный анализ может использоваться для определения тесноты и направления связи и в причинных моделях. Инструментами корреляционного анализа являются разнообразные меры связи. Выбор мер (коэффициентов) связи зависит от способов измерения переменных и характерасвязи между ними;

Для количественных, порядковых и дихотомических переменных используются понятия прямой и обратной связи. Связь между количественными и/или порядковыми переменными является прямой, если значения двух переменных одновременно возрастают или убывают; обратной если возрастание значений одной переменной сопровождается убыванием значений второй.

Для дихотомических переменных связь является прямой, если измеряемые ими свойства объектов чаще встречаются или не встречаются одновременно, чем порознь; обратной - если соответствующие свойства чаще встречаются порознь.

Для номинальных переменных, за исключением дихотомических, понятия прямой и обратной связи не определены, связь между ними рассматривается как ненаправленная.

Отдельную методологическую проблему представляет так называемая «ложная корреляционная зависимость», проявляющаяся в корреляционной связи (иногда достаточно сильной) между переменными, которые заведомо не могут взаимно обуславливать друг друга. Причиной обычно является наличие некоего неучтенного в анализе фактора, который влияет на каждую из

исследуемых переменных. Ложные корреляции, так же, как вызывающие их факторы, могут быть выявлены только в результате глубокого теоретического анализа структуры связей между переменными. Для их устранения применяется аппарат коэффициентов частной корреляции.

8. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

8.1. ВЫБОР ТЕМЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Планирование научно-исследовательской работы имеет важное значение для ее рациональной организации.

Научно-исследовательские организации и образовательные учреждения разрабатывают планы работы на год на основе целевых комплексных программ, долгосрочных научных и научно-технических программ, хозяйственных договоров и заявок на исследования, представленных заказчиками.

Научная работа кафедр учебных заведений организуется и проводится в соответствии с планами работы на учебный год. Профессора, преподаватели и аспиранты выполняют научно-исследовательские работы по индивидуальным планам.

Планируется и научно-исследовательская работа студентов. Планы работы учебных заведений и кафедр могут содержать соответствующий раздел о НИРСе. По планам работают студенческие научные кружки и проблемные группы.

Тема научно-исследовательской работы может быть отнесена к определенному научному направлению или к научной проблеме. Под научным направлением понимается наука, комплекс наук или научных проблем, в области которых ведутся исследования.

Научная проблема - это совокупность сложных теоретических и (или) практических задач; совокупность тем научно-исследовательской работы. Проблема может быть отраслевой, межотраслевой, глобальной.

Научная тема - это сложная, требующая решения задача. Темы могут быть теоретическими, практическими и смешанными.

Теоретические темы разрабатываются преимущественно с

использованием литературных источников.

Практические темы разрабатываются на основе изучения, обобщения и анализа иной практики.

Смешанные темы сочетают в себе теоретический и практический аспекты исследования.

Тема научно-исследовательской работы, в свою очередь, может охватывать некоторый круг вопросов. Под научным вопросом понимается мелкая задача, относящаяся к определенной теме.

Считается, что правильный выбор темы работы наполовину обеспечивает успешное ее выполнение.

Темы курсовых и выпускных квалификационных работ (дипломных работ, магистерских диссертаций) определяются кафедрами. Тематика должна соответствовать программам курсов учебных дисциплин и учебным планам.

При ее составлении целесообразно учитывать сложившиеся на кафедрах научные направления и возможность обеспечения студентов квалифицированным научным руководством. Желательно добиваться того, чтобы темы обладали актуальностью, новизной, практической и теоретической значимостью.

Темы выпускных квалификационных работ должны доводиться до сведения студентов в начале последнего года обучения, но не позднее, чем за полгода до начала итоговой аттестации. Студентам предоставляется право выбора темы вплоть до предложения своей с необходимым обоснованием ее разработки. При выборе темы рекомендуется учитывать: ее актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость, соответствие профилю работы после окончания вуза, наличие или отсутствие литературы и практических материалов, наработки самого студента по теме в виде курсовых работ и научных докладов, а также интерес студента к выбранной теме, его субъективные возможности провести необходимые исследования.

Выбор темы могут облегчить консультации с преподавателями и

профессорами, ознакомление с литературой по избранной специальности.

8.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРУКТУРЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

В научно-исследовательских и образовательных учреждениях по темам научно-исследовательских работ составляются рабочие программы и планы графики их выполнения. При подготовке монографий, учебников, учебных пособий и лекций разрабатываются планы-проспекты этих работ.

Рабочая программа - это изложение общей концепции исследования в соответствии с его целями и гипотезами. Она состоит, как правило, из двух разделов: методологического и процедурного.

Методологический раздел включает:

- 1) формулировку проблемы или темы;
- 2) определение объекта и предмета исследования;
- 3) определение цели и постановку задач исследования;
- 4) интерпретацию основных понятий;
- 5) формулировку рабочих гипотез.

Формулировка проблемы (темы) - это определение задачи, которая требует решения. Проблемы бывают социальные и научные. Социальная проблема - это противоречие в развитии общественной системы или отдельных ее элементов.

Научная (гносеологическая) проблема - это противоречие между знаниями о потребностях общества и незнанием путей и средств их удовлетворения. Такие проблемы решаются путем создания теории, выработки практических рекомендаций. Например, научной проблемой является разработка теоретических основ борьбы с эрозией почв.

Объект исследования - это явление (процесс), которое содержит противоречие и порождает проблемную ситуацию. Предмет исследования - это те наиболее значимые с точки зрения практики и теории свойства,

стороны, особенности объекта, которые подлежат изучению.

Цель исследования - это общая его направленность на конечный результат.

Задачи исследования - это то, что требует решения в процессе исследования; вопросы, на которые должен быть получен ответ.

Интерпретация основных понятий - это истолкование, разъяснение значения основных понятий. Существуют теоретическая и эмпирическая интерпретация понятий. Теоретическое истолкование представляет собой логический анализ существенных свойств и отношений интерпретируемых понятий путем раскрытия их связей с другими понятиями.

Эмпирическая интерпретация - это определение эмпирических значений основных теоретических понятий, перевод их на язык наблюдаемых фактов.

Эмпирически интерпретировать понятие - это значит найти такой показатель (индикатор, референт), который отражал бы определенный важный признак содержания понятия и который можно было бы измерить. Формулировка рабочих гипотез. Гипотеза как научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо фактов, явлений и процессов, является важным инструментом успешного решения исследовательских задач.

Программа исследования может быть ориентирована на одну или несколько гипотез. Различают гипотезы: описательные, объяснительные и прогнозныe, основные и неосновные, первичные и вторичные, гипотезы-основания и гипотезы-следствия.

Процедурный раздел рабочей программы включает:

- 1) принципиальный план исследования;
- 2) изложение основных процедур сбора и анализа эмпирического материала.

Конкретное научное исследование осуществляется по принципиальному плану, который строится в зависимости от количества

информации об объекте исследования. Планы бывают разведывательные, аналитические (описательные) и экспериментальные.

Разведывательный план применяется, если об объекте и предмете исследования нет ясных представлений и трудно выдвинуть рабочую гипотезу. Цель составления такого плана ~ уточнение темы (проблемы) и формулировка гипотезы. Обычно он применяется, когда по теме отсутствует литература или ее очень мало.

Описательный план используется тогда, когда можно выделить объект и предмет исследования и сформулировать описательную гипотезу.

Цель плана - проверить эту гипотезу, описать факты, характеризующие объект исследования.

Экспериментальный план включает проведение" эксперимента. Он применяется тогда, когда сформулированы научная проблема и объяснительная гипотеза. Цель плана - определение причинно-следственных связей в исследуемом объекте.

В процедурной части программы обосновывается выбор методов исследования, показывается связь данных методов с целями, задачами и гипотезами исследования. При выборе того или иного метода следует учитывать, что он должен быть: а) эффективным, т.е. обеспечивающим достижение поставленной цели и необходимую степень точности исследования; б) экономичным, т.е. позволяющим сэкономить время, силы и средства исследователя; в) простым, т.е. доступным исследователю соответствующей квалификации; г) безопасным для здоровья и жизни людей д) допустимым с точки зрения морали и норм права научным, т.е. имеющим прочную научную основу.

Студенты вузов рабочие программы научных исследований не разрабатывают, но планы подготовки учебных работ они составлять обязаны. План магистерской диссертации, дипломной или курсовой работы должен содержать введение, основную часть, разбитую на главы и параграфы (вопросы), и заключение. Он может быть простым или сложным. Простой

план содержит перечень основных вопросов. В сложном плане каждая глава разбивается на параграфы. Иногда составляют комбинированный план, где одни главы разбиваются на параграфы, а другие оставляют без дополнительной рубрикации.

При составлении плана следует стремиться, чтобы: а) вопросы соответствовали выбранной теме и не выходили за ее пределы; б) вопросы темы располагались в логической последовательности; в) в него обязательно были включены вопросы темы, отражающие основные аспекты исследования; г) тема была исследована всесторонне. План не является окончательным и в процессе исследования может меняться, т.к. могут быть найдены новые аспекты изучения объекта и решения научной задачи.

Чтобы упорядочить основные этапы научно-исследовательской работы в соответствии с планом (программой) исследования, календарными сроками, материальными затратами, составляется рабочий план (план-график) выполнения работ. Студент должен уметь так выстроить логическую очередность выполнения работ, чтобы она в установленные сроки привела к достижению поставленной цели и решению научной задачи. В работе необходимо выделить главное, на чем следует сосредоточить внимание в данный момент, но вместе с тем нельзя упускать из поля зрения детали.

8.3. СБОР НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Сбор научной информации начинается с подбора и составления списка (картотеки) нормативных документов, учебников, учебных пособий, монографий, журнальных и газетных статей. Необходимо просмотреть в библиотеках систематические, алфавитные и предметные каталоги, каталоги авторефератов диссертаций, журнальных и газетных статей,

Для подбора литературы полезно воспользоваться библиографическими и реферативными изданиями. Если изучается нужная, интересная публикация и требуется тщательная проработка текста, то при отсутствии возможности

его скопировать составляется конспект. Он представляет собой сжатое изложение существенных положений и выводов автора без излишних подробностей.

Кратко и точно записываются определения, новые сведения, точки зрения автора публикации по спорным вопросам, приведенные им аргументы, цифровые данные, а также все то, что может быть использовано для научной работы. При этом рекомендуется в конспекте указывать номера страниц издания, на которых содержится необходимая вам информация, чтобы впоследствии при написании курсовой и дипломной работы, доклада или статьи можно было сделать ссылку на использованный источник.

Одним из способов сбора информации являются вырезки из газет и журналов. На каждой вырезке необходимо указать источник (название газеты или журнала, год, номер, дату выпуска), чтобы впоследствии можно было сделать ссылку на использованную публикацию. Для систематизации вырезок можно составить картотеку, список или просто разложить их по тематическим папкам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем / В.А. Алексеев // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Под ред. В.А. Алексеева. – Ленинград: Наука, 1990. – С. 38-54.
2. Бажанова, Н.В. Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследования / Н.В. Бажанова, Д.И. Сапожников. – Наука, Москва. - 1964. – 121 с.
3. Базилевич, Н.И. Методы изучения биологического круговорота в различных пригородных зонах / Н.И. Базилевич, А.А. Титлянова, В.В. Смирнов. – Москва: Мысль, 1978. – 183 с.
4. Бейдеман, И.Н. К методике изучения водного режима растений / И. Н. Бейдеман // Ботанический Журнал. – 1956. – Т. 41, № 2. – С. 212-219.
5. Беляева, Н.В. Лесное хозяйство: лабораторный практикум для подготовки бакалавров по направлению 250400 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», профиль – «Лесоинженерное дело» (очная форма обучения) / Н.В. Беляева, О.И. Григорьева, Т.А. Ищук. – СПб.: СПбГЛТУ, 2012. – 108 с.
6. Бендер, О.Г. Особенности водного обмена и состояния пигментного комплекса хвои кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в горах северо-восточного Алтая / О.Г. Бендер, А.П. Зотикова, С.Н. Велисевич // Вестник Томского ГУ. – 2009. – № 3. – С. 63-72.
7. Васильев, Б.П. Методы учета съедобных грибов в лесах СССР / Б.П. Васильев. – Л.: Наука. Ленингр. отд. - 1986. –67 с.
8. Грязькин, А.В. Недревесная продукция леса. / А.В. Грязькин, А.П. Смирнов. – СПб.: Изд-во Политехнического университета. - 2008. – 417с.
9. Жуков, Р.С. Влияние природных экологических факторов на прирост дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях природного

заказника «Долина реки Сетунь» / Р.С. Жуков // Лесной вестник. – 2014. – Т.5.– С 58-66.

10. Земскова, Н.Е. Пчеловодство / Н.Е. Земскова, В.Н. Саттаров, В.Р. Туктаров, А.И. Фазлутдинова. Учебное пособие. – Кинель. – 2015. – 137с.

11. Иванов, Л.А. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях / Л.А. Иванов, А.А. Силина, Ю.Л.Цельникер // Ботанический журнал. – 1950. – Т. 35, № 2. – С. 171-185.

12. Иванисова, Н.В. Основы научных исследований [Текст]: курс лекций для студ. напр. «Лесное дело» и «Экология и природопользование» / Н.В. Иванисова. -Новочерк. инж. – мелиор. ин-т ДГАУ, каф. лесоводства и лесных мелиораций – Новочеркасск, 2014. – 80 с.

13. Ивонин, В.М. Лесомелиорация ландшафтов / В.М. Ивонин, Н.Д. Пеньковский. - Ростов-на-Дону: изд. СКНЦ ВШ, 2003.

14. Клейн, Р.М. Методы исследования растений / Р.М. Клейн, Д.Т. Клейн. – Москва: Колос, 1974. – 527 с.

15. Клименкова, Е.Т. Медоносы и медосбор / Е.Т. Клименкова, Л.Г. Кушнир, А.И. Бачило. - Минск: изд. «Уруджай», 1981. – 280с.

16. Курловчи, Л.Е. Таксационный справочник по лесным ресурсам России (за исключением древесины) / Л.Е. Курлович, В.Н. Косицын – Пушкино: ВНИИЛМ, 2018. – 282 с.

17. Лесотаксационный справочник для лесов Урала (нормативные материалы для Пермской, Челябинской, Свердловской, Курганской областей и Башкирской АССР). – М.: ВНИИЦлесресурс, 1991. – 484 с.

18. Ливенцева, Е.К. О методике определения нектаропродуктивности растений // Пчеловодство. – 1954. – № 11. – С. 33-39.

19. Маннапов, А.Г. Оценка морфобиологических признаков *Apis mellifera* в условиях интродукции / А.Г. Маннапов, В.Н. Саттаров, Е.М. Иванцов. Монография. – ООО «Прспект», Москва. – 2019. – 144с.

20. Методы биохимического анализа растений: учеб. пособие / Под

ред. В.В. Полевого, Г.Б. Максимовой. – Ленинград: Издательство ЛГУ, 1978. – 192 с.

21. Методы изучения лесных сообществ / Отв. ред. В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузова. – Санкт-Петербург: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.

22. Методика определения запасов лекарственных растений. – М.: Гослесхоз. - 1986. – 50 с.

23. Нестеров, А.Н. Календарь пчеловода / А.Н. Нестеров. - Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1986. - 64 с.

24. Оценка, использование и улучшение биоресурсного потенциала лесов и сельскохозяйственных угодий для медосбора в Ростовской области. / П.В. Сидаренко, И.Б. Богданова, В.В. Малащук, А.А. Власенко, Д.П. Сидаренко, Р.Б. Жуков; НГМА: науч.-метод. рекомендации. - Новочеркасск, 2010. - 47 с.

25. Руководство по учету и оценке второстепенных лесных ресурсов и продуктов побочного пользования. / Сост. Курлович Л.Е., Николаев Г.В. и др.; ВНИИЛМ. - М., 2003. - С. 83-86.

26. Руттнер, Ф. Техника разведения и селекционный отбор пчел: практическое руководство ...: пер. с нем. – 7-е изд., перераб. / Ф. Руттнер. М.: АСТ: Астрель, 2006. – 175 с.

27. Самсонова, И.Д. Ландшафтная таксация: учебное пособие для студентов бакалавриата направления подготовки 35.03.01 «Лесное дело» и 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» / И.Д. Самсонова; 2021. – 110 с.

28. Самсонова, И.Д. Медоносы Нижнего Дона / И.Д. Самсонова, П.В. Сидаренко. Монография.- НГМА. - Новочеркасск: НГМА, 2011. - 114 с.

29. Самсонова, И.Д. Медоносные ресурсы и медосбор степного Придонья / И.Д. Самсонова, Н.Д. Добрынин. - Монография. - ЛИК. - Новочеркасск: ЛИК, 2013. – 236 с.

30. Самсонова, И.Д. Медопродуктивность растительных формаций на землях лесного фонда степного Придонья / И.Д. Самсонова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - № 4 (358). - 2017. -

С. 69-83.

31. Смирнов, А.М. Современные методы исследований *Apis mellifera* L., 1758 / А.М. Смирнов, В.Р. Туктаров, В.Н. Саттаров и др. Учебное пособие. – БГАУ, Уфа. – 2017. – 155с.

32. Суханова, Л.В. Лесные ресурсы пчеловодства / Л.В. Суханова, М.М. Котов // Пчеловодство. – 2000. – № 6. – С. 23-24.

33. Тамм, Ю.А. О морфометрии листа осины / Ю.А. Тамм, Я.М. Ханнус // *Metsanduslikuduurimused* 13. – Tallinn: Valgus, 1977. – С. 33-40.

34. Титов, А.Ф. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учебное пособие; Институт биологии КарНЦ РАН / А.Ф. Титов, В.В. Таланова, Н.М. Казнина. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. - 77 с.

35. Чупахина, Г.Н. Физиологические и биохимические методы анализа растений: Практикум / Г.Н. Чупахина. – Калининград: Калининградский университет, 2000. – 59 с.

36. Юмагужин, Ф.Г. Основы пчеловодства / Ф.Г. Юмагужин, В.Р. Туктаров, М.Г. Гиниятуллин, В.Н. Саттаров. Учебное пособие. – БГАУ, Уфа. – 2020. – 148с.

37. Margalef, R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton // *Perspectives in Marine Biology*. Berkeley, Univ. of California Press, 1958, pp. 323–347.

38. MacIntosh, R.P. Matrix and plexus techniques // *Handbook of Vegetation Science*. Pt. 5. The Hague, Dr. W. Junk, 1973, pp. 157–221.

39. Shannon, C.B., Weaver W. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana (Illinois): Univ. of Illinois Press, 1963. 345 p.

40. Simpson, E.H. Measurement of diversity // *Nature* (London), 1949, vol. 163, no. 4148. 668 p.

Самсонова Ирина Дмитриевна
Саттаров Венер Нуруллович
Гильманова Галия Рафаиловна

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ
В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Подписано в печать 15.11.2021
Формат 60X84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано в ризографе. Усл. печ. л. – 9,5. Уч.-изд.л. – 9,3.
Тираж 100 экз. Заказ № 12