

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ГОУ ВПО «Уральский государственный
лесотехнический университет»

И.Ф. Коростелев

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Учебное пособие

Екатеринбург
2011

УДК 630:001.5
ББК 43:72
К 68

Рецензенты:

Кафедра экологии Уральского государственного
университета им. А.М. Горького,
Старший научный сотрудник Ботанического сада
УрО РАН кандидат с.-х. наук
В.А. Галако

К 68

Коростелев И.Ф.

Основы научных исследований в лесном хозяйстве: учеб.
пособие / Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург, 2011. – 96 с.
ISBN 978-5-94984-345-1

Приведены основные сведения по организации научной работы в лесном хозяйстве – от выбора темы научного исследования, подготовки и сбора исходного материала, его обработки до написания научной работы.

Адресовано студентам лесохозяйственного факультета, аспирантам, соискателям и производственникам, проявляющим интерес к научным исследованиям.

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

Уральский пейзаж. Фото А.А. Григорьева.

УДК 630:001.5
ББК 43:72

ISBN 978-5-94984-345-1

© ГОУ ВПО «Уральский государственный
лесотехнический университет», 2011

© Коростелев И.Ф., 2011

723683

Научная библиотека
УГЛТУ
г. Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Наука и научные исследования	6
1.1. Понятие науки и классификация наук	6
1.2. Виды научных исследований	8
2. Методология научных исследований	11
2.1. Общенаучные методы исследований	11
2.2. Теория, ее структурные элементы и методы исследований	16
2.3. Объекты научных исследований в лесном хозяйстве	18
2.4. Выбор темы и этапы проведения научно-исследовательской работы	19
3. Подготовительный этап научно-исследовательской работы	22
3.1. Поиск и сбор информации по теме исследования	22
3.2. Подготовка к полевым работам	28
3.3. О минимальном объеме полевых исследований	32
3.4. Подбор объектов для исследования	35
4. Проведение исследований. Сбор и обработка материала	37
4.1. К технике проведения полевых работ	37
4.2. Отбраковка сомнительных данных	45
4.3. К составлению вариационных рядов	50
4.4. Вычисление статистических показателей при малом числе наблюдений	52
4.5. Вычисление статистических показателей большой выборки с использованием начальных моментов	53
4.6. Исследование и сравнение вариационных рядов	55
4.7. Восстановление утраченных данных	58
4.8. Регрессионный анализ и точность уравнения	59
4.9. Корреляционный анализ	60
4.10. Дисперсионный анализ	64
4.11. К работе с цифрами и процентами	65
5. Написание и оформление научной работы	68
5.1. Структура научной работы	68
5.2. Оформление научной статьи	73
5.3. Язык и стиль научной работы, сокращение слов	78
5.4. Доклад на научной конференции	82
5.5. Общие рекомендации по написанию рефератов, курсовых и дипломных работ (проектов)	85
5.6. Особенности научного мышления и научного труда	87
Заключение	89
Библиографический список	91
Приложение	93

ВВЕДЕНИЕ

«Основы научных исследований» в учебном плане лесохозяйственного факультета считаются общепрофессиональной дисциплиной. Необходимость ее изучения обусловлена бурным развитием научно-технического прогресса, увеличением научной информации, которая с XVII в. удваивалась примерно каждые 10-15 лет. При этом 3/4 всего объема накопленных человечеством знаний приходится на последние четыре десятилетия. В настоящее время наука превратилась в непосредственную производительную силу. Внедрение научных достижений в производство позволяет повысить производительность труда, качество продукции, облегчить и улучшить условия работы людей. Современный специалист с высшим образованием должен хорошо ориентироваться в научной информации, обладать не только знаниями в области научных исследований, но и иметь навыки творческого мышления.

В связи с этим в учебные программы дисциплин с целью подготовки высококвалифицированных специалистов включаются различные формы учебно-исследовательской работы студентов (подготовка докладов, сообщений, написание рефератов, проведение небольших исследований во время учебных и производственных практик, при выполнении практических занятий). Кроме того, студенты участвуют в работе научных студенческих кружков, в выполнении госбюджетных и хоздоговорных тем.

В современных социально-экономических условиях у студентов наблюдается повышенный интерес к научно-исследовательской работе, вообще к научному труду. Их приобщение к конкретным научным исследованиям способствует:

- более глубокому изучению теоретического материала, закреплению полученных знаний на лекциях и практических занятиях;
- привитию навыков самостоятельной работы, что очень важно для становления будущего специалиста;
- усвоению новых методик, применяемых при научно-исследовательских работах, компьютерных программ по обработке экспериментальных материалов;
- дополнительному изучению специальной научной литературы;
- профессиональной подготовке будущего инженера, так как научная тематика тесно связана с производством;

- выявлению будущих аспирантов, своевременному «выращиванию» и «пестованию» будущих ученых.

Исследования в лесу связаны в большинстве случаев со значительным объемом полевых измерений. Аспирант, чтобы уложиться в отведенный срок обучения, стремится иметь задел полевых работ, находясь в статусе студента, что заставляет его относиться с повышенной требовательностью к своему труду, способствует формированию характера будущего ученого.

В пособии приведена некоторая общая информация о науке и научном труде. Более подробно изложены вопросы подготовки и проведения исследований в лесу, методы обработки полевых материалов, основные требования к написанию научной статьи и научного студенческого доклада.

Пособие предназначено студентам лесохозяйственного факультета. Оно также может быть полезным бакалаврам, магистрам, аспирантам, преподавателям и инженерам-производственникам.

Глава 1. НАУКА И НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наука сокращает нам опы-
ты быстroteкущей жизни.

А.С. Пушкин. Борис Годунов

1.1. Понятие науки и классификация наук

«Наука – это сфера человеческой деятельности, функция которой – накопление и теоретическая систематизация знаний о действительности; включает как деятельность по получению нового знания, так и ее результат – сумму знаний, лежащих в основе картины мира» (Краткая Российская энциклопедия, 2003, с.645). При этом наука является основной формой человеческого познания. Она не только вырабатывает и систематизирует новые знания о природе, обществе, мышлении и познании окружающего мира. Очень важна ее роль и как социального института в решении глобальных проблем на Земле, например экологии, изменении климата, освоении космического пространства.

Наука занимается сбором, анализом, обобщением и объяснением фактов, выявлением закономерностей и законов, объясняющих сущность процессов или природных явлений, делает прогнозы, особенно в экономике, социологии и вероятных природных катаклизмах.

Роль науки в современном обществе неуклонно возрастает. Если XX в. был веком научно-технической революции, то начало XXI в. связывают с бурным развитием нанотехнологий. Широкое распространение получили информационные технологии. Примерами научных разработок могут служить вошедшие в нашу жизнь различные средства связи (Интернет, сотовые телефоны, современное телевидение, ГЛОНАС, GPS и др.). В ближайшем будущем науке предстоит решать важнейшие задачи, стоящие перед обществом, связанные с истощением в ряде мест полезных ископаемых, дефицитом воды, продовольствия, изменением климата, участвовавшими природными катаклизмами.

Наука выполняет несколько функций:

- познавательную (познание природы, общества, человека);

- мировоззренческую – разработка научного мировоззрения, научной картины мира;

- производственную – внедрение в производство новых технологий, инноваций и пр.;

- культурную, образовательную.

Существуют несколько классификаций наук. В зависимости от сферы, предмета и метода познания различают науки:

- о природе – естественные;

- об обществе – гуманитарные и социальные;

- о познании, мышлении – логика и др.

В классификаторе высшего профессионального образования выделены науки:

- естественные и математика (физика, химия, биология, география, почвоведение, гидрометеорология, экология и др.);

- гуманитарные и социально-экономические (философия, история, политология, экономика, статистика, филология, юриспруденция и др.);

- технические (строительство, металлургия, горное дело, геодезия, и др.);

- сельскохозяйственные (агрономия, лесное хозяйство, рыболовство, зоотехния и др.).

На основе связи науки с практикой выделяют фундаментальные или теоретические науки и прикладные. Вторые направлены на решение конкретных производственных, технических и социальных проблем.

В справочной литературе встречается деление науки на академическую, отраслевую, вузовскую, заводскую (производственную). В публикациях попадает термин «вневедомственная наука», когда научные исследования выполняются учеными разных ведомств, профессий, а их работа осуществляется чаще всего в небольших группах, научных кооперативах, центрах экспертиз и др.

Научные исследования лесов в России стали зарождаться в конце XVII в. Во времена царствования Петра I было заложено государственное управление лесами. Впервые по вопросам леса было издано около 200 различных документов – царских указов, указаний и распоряжений.

В 1798 г. императором Павлом I был учрежден Лесной департамент для управления лесами страны. В 1800 г. в департаменте, ох-

ватывавшем учетом леса 40 губерний, были образованы отделения. В каждой губернии были созданы местные лесные управления. По Н.В. Шелгунову, «правительство решительно хотело дать лесному управлению научный характер и водворить науку в целом сословии новых лесничих» (Столетие..., 1898, с. 25).

В 1826 г. был учрежден Ученый комитет по лесной части с обязанностью в том числе «заниматься теми делами по ученой и практической части лесоводства», чтобы «начать правильное лесоводство по губерниям» (Двухсотлетие..., 1998, с.69).

В 1893 г. по инициативе Лесного департамента для организации научных исследований были созданы опытные участки. Позднее они были преобразованы в опытные лесничества. Научную работу в них организовывала Постоянная комиссия департамента (с 1906 г.) во главе с М.М. Орловым – профессором Лесного института (ныне Санкт-Петербургская лесотехническая академия). Многие организаторы и руководители опытных лесничеств впоследствии стали известными учеными в различных областях лесного хозяйства (С.В. Алексеев, В.Е. Граф, Г.Н. Высоцкий, Д.М. Кравчинский, А.А. Молчанов, Г.Ф. Морозов, А.В. Тюрин, В.П. Тимофеев и др.).

1.2. Виды научных исследований

Научное исследование является формой существования и развития науки. Оно представляет собой деятельность, направленную на всестороннее изучение объекта, процесса или явления, их структуры и связей. По целевому назначению научные исследования подразделяют на фундаментальные, прикладные, поисковые и разработки.

Фундаментальные исследования направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы, человека и общества. Они обязательно включают глубоко прорабатываемую теоретическую часть и их часто называют теоретическими исследованиями. Например изучение фотосинтеза, учение о лесе, типы леса и др. Фундаментальные исследования могут иметь целенаправленный характер (например генетика, экология) и выполняются несколькими научными учреждениями или школой известного ученого.

Фундаментальные исследования в РФ разрабатываются преимущественно в институтах Российской академии наук (РАН) и университетах.

РАН была основана 8 февраля 1724 г. по «установлениям» Петра I. Ежегодно в РФ 8 февраля отмечается профессиональный праздник – день науки. Вначале президентами РАН были немецкие ученые: Л. Блюментрост – с 1725 по 1733 гг., И. Корф (1734-1740). Первым отечественным президентом был Г.К. Разумовский, которого назначили на эту должность в 18-летнем возрасте с учетом «особых способностей и приобретенного в науках искусства». Прослужил он на этом посту более полувека (1746-1798). Позднее Академию возглавляли многие выдающиеся ученые, например: А. Карпинский, В. Комаров, А. Несмеянов, А. Александров, М. Келдыш и др. Сейчас в системе РАН работает около 470 академиков (а всего со дня основания – 3,5 тыс. чел.), 700 членов-корреспондентов, 9,3 тыс. докторов наук и 26,5 тыс. кандидатов наук.

Первую в мире Академию основал философ Платон в 387 г. до н.э. Так жители Афин называли собрания его учеников, которые проводились за городом в священной роще, где был похоронен афинский герой по имени Академ. Позднее в средневековой Европе с подачи последователей Платона (неоплатоников) стали возникать объединения ученых, названные «академиями». Самих ученых, а вскоре и людей искусства разных направлений, стали называть академиками. В Европе первой академией наук считают Парижскую (1666), а до нее было создано Лондонское королевское общество (1660). Слова «наука» и «ученый» вошли в употребление в XVIII-XX вв., а до этого естествоиспытатели называли свое занятие «натуральной философией».

В РФ, кроме РАН, функционируют отраслевые академии: сельскохозяйственных наук (РАСХН), медицинских наук (РАМН), образования (РАО), архитектуры и строительных наук (РААиСН) и художеств (РАХ). Они, как и РАН, имеют государственный статус и финансируются из госбюджета. РАН имеет три региональных научных центра (Уральское, Сибирское и Дальневосточное) и 9 отделений (по областям и направлениям науки). В Уральском отделении (г. Екатеринбург) имеется 6 научных центров: Архангельский, Коми, Оренбургский, Пермский, Удмуртский и Челябинский. Отраслевые академии наук также имеют научные центры.

В последние два десятилетия в РФ создано более 60 общественных (негосударственных) академий наук.

Лесные исследования координирует РАСХН и отделение биологических наук РАН. Изучением леса в РФ занимаются: Институт леса

им. В.Н. Сукачева (г. Красноярск), Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ) (г. Пушкино Московской обл.), Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства (СПбНИИЛХ).

На Урале исследованием лесов занимаются: УГЛТУ, Институт экологии растений и животных РАН (лаборатория дендрохронологии), Ботанический сад РАН (отделы лесоведения и ботанический), Уральский государственный университет им. А.М. Горького, а также лесные опытные станции.

Прикладные научные исследования направлены преимущественно на достижение практических целей и решение конкретных текущих задач. Наиболее эффективные разработки стараются быстрее внедрить в производство. Иногда говорят, что фундаментальные исследования работают на будущее, а прикладные – на настоящее. Примером прикладных научных разработок могут служить исследования по рубкам главного и промежуточного пользования, выращивание посадочного материала и др. По сравнению с теоретическими (фундаментальными) прикладные исследования в большинстве случаев относятся к краткосрочным (в лесном хозяйстве выполняются в 1-2, иногда в 3 года).

Поисковые исследования некоторые считают разновидностью прикладных. Они обычно связаны с поиском перспективных направлений в большой научной теме и отысканием более быстрых решений некоторых важных задач.

Разработки представляют исследования по внедрению в практику чаще всего прикладного характера, т.е. это своего рода доработка будущего промышленного образца. Примером разработки может быть приспособление, доработка какого-либо механизма при его переустановке с одного агрегата на другой.

По источнику финансирования научные исследования разделяют на бюджетные, хоздоговорные и инициативные (нефинансируемые). Хоздоговорные исследования финансируются организациями, выступающими заказчиками хозяйственных договоров с учеными или научными организациями. Нефинансируемые исследования выполняются по собственной инициативе их авторов.

В лесном хозяйстве при научных исследованиях за последние десятилетия стали применяться в большей мере системный подход и системный анализ, рассматривающие объекты изучения в системе

(биогеоценоз, геоинформационные системы). Понятия и принципы системного подхода шире отдельных выявленных зависимостей. Сложные объекты рассматриваются по нескольким взаимосвязанным направлениям, которые затем сводят к общей конечной цели.

Контрольные вопросы

1. Дайте понятие науки.
2. Перечислите функции, которые выполняет наука.
3. Классификация наук и научных исследований.
4. Перечислите научные организации на Урале, занимающиеся изучением лесов.

Глава 2. МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Общенаучные методы исследования

Методы научного исследования – это способы познания объективной действительности. Различают всеобщие (философские), общенаучные, частные и специальные методы научного познания.

Всеобщие методы базируются на философском фундаменте – диалектике развития природы, общества и мышления. Диалектический метод включает законы единства и борьбы противоположностей, переход количественных изменений в качественные, отрицания отрицания и др. Он рекомендует относиться к объекту исследования как к объективной реальности, рассматривать явления и предметы во взаимодействии и зависимости, в непрерывном изменении, развитии. Полученные знания обязательно проверяются практикой. Философия вооружает ученого всеобщим методом мышления и общенаучными методами (Назаров, 2007).

Общенаучные методы делят (Кузнецова, 2004) на эмпирико-теоретические, логико-теоретические и мыслительно-теоретические (рис. 2.1).

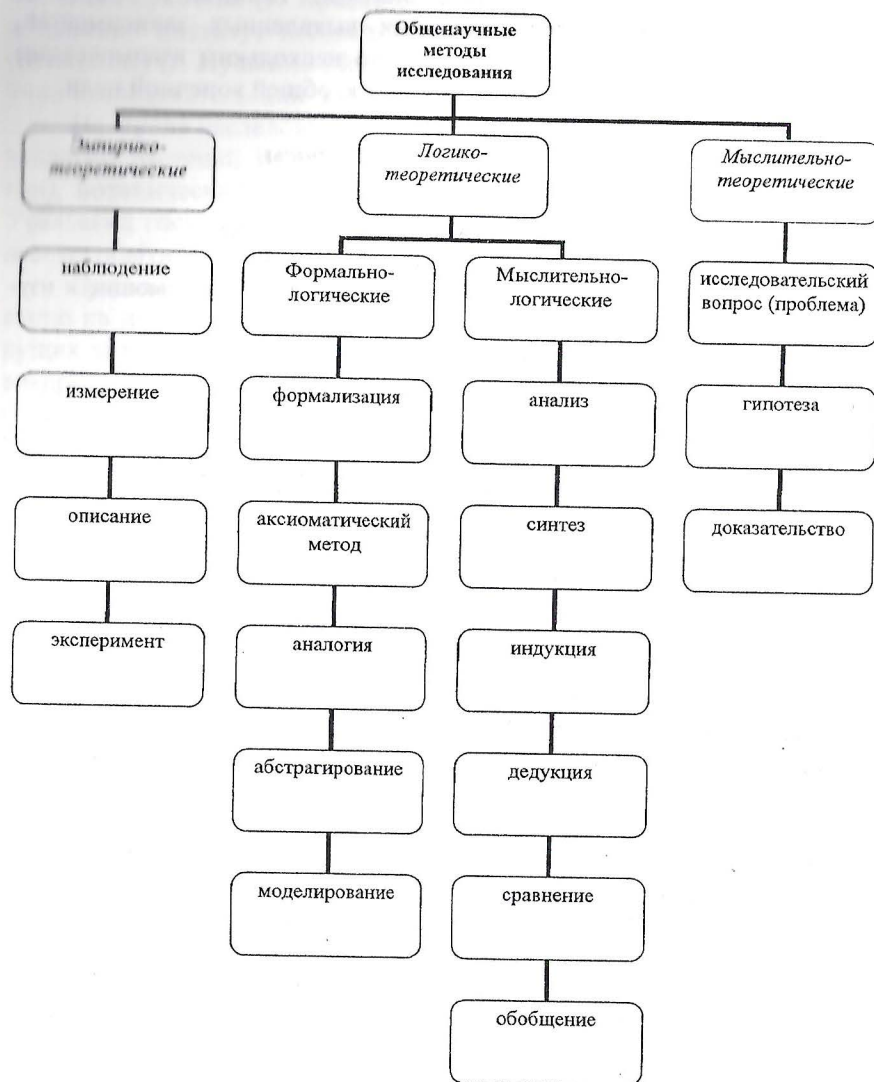


Рис. 2.1. Классификация общенаучных методов исследования

Эмпирико-теоретические методы исследования включают наблюдение, измерение, описание и эксперимент.

Наблюдение — познание, основанное на непосредственном восприятии явлений, предметов или их свойств в естественных условиях природной среды. При экспериментах наблюдения иногда проводят в искусственных условиях. Метод наблюдений широко применяется при исследованиях в лесном хозяйстве — при изучении хода роста деревьев и древостоев, при лесном мониторинге с помощью наземных и аэрокосмических средств и др.

Измерение — определение численного значения измеряемой величины с помощью прибора или инструмента, фиксация количественных характеристик. При исследовании в лесу используют большое число инструментов и приборов: штангенциркули, микрометры, мерные вилки, рулетки, мерные ленты, дальномеры, высотомеры, крономеры, буссоли, нивелиры, теодолиты, измерительные лупы, параллаксометры и др.

Описание — фиксация признаков или количества объектов при наблюдении или измерении. Описание должно быть простым и ясным, отражать важные признаки при помощи текста, рисунков, схем, графиков и т.п. Описания в лесохозяйственных исследованиях чаще всего бывают непосредственные на опытных участках и отличаются подробностью и детализацией.

Эксперимент — искусственное воспроизведение процесса или явления в заданных условиях. Он сходен с наблюдением, но имеет по сравнению с ним преимущества. Эксперимент позволяет изолировать изучаемое явление от побочных явлений и обстоятельств, в том числе от времен года, вводить дополнительные усложняющие факторы. В лесохозяйственной науке наибольшее распространение находят эксперименты в селекции и физиологии растений.

Логико-теоретические методы исследования подразделяются на формально-логические и мыслительно-логические.

Формально-логические методы представлены формализацией, аксиоматическим методом, аналогией, абстрагированием и моделированием.

Формализация — метод исследования, при котором содержание объекта познается с помощью элементов его формы. В математике формализованный образ представляет формула, а разговор ученых часто «пересыпан» математическими символами. Метод часто применяют при моделировании лесных экосистем.

Аксиоматический метод базируется на аксиоме (греч. *axioma* – значимое, принятое) – предположении, принятом без доказательства, которое является основой доказательства других теоретических положений. Из аксиом обычно выводят теоремы. Данный метод часто используется в математике.

Аналогия – способ познания предметов и явлений на основе их сходства с другими. Например, определение удельного веса древесины кедра по удельному весу древесины сосны или изучение формы семян различных древесных пород, изучение вегетативного размножения одной древесной породы по другой.

Абстрагирование – процесс мысленного вычленения, выделения интересующих признаков и отвлечения их от других. Метод в научных исследованиях, в том числе и в лесном хозяйстве, находит широкое применение.

Моделирование – получение знаний об объектах исследования с помощью их заменителей в виде моделей, аналогов. Модель обычно приближенно воспроизводит оригинал. Метод моделирования используют при разработке оптимальных объемов лесопользования, автоматизированном лесотаксационном дешифрировании и др.

Мыслительно-логические методы включают анализ, синтез, индукцию, дедукцию, сравнение и обобщение.

Анализ – мысленное или практическое расчленение, разделение объекта исследования на составные части. Например, дерево лучше всего изучать по его составным частям, т.е. отдельно корневую систему, ствол, кору, крону, состоящую, в свою очередь, из сучьев, хвои или листвы. Еще М.В. Ломоносов указывал, что представление о предмете приобретает путем познания частей целого.

Синтез – соединение отдельных частей объекта, разделенных в процессе анализа, в единое целое. Например, соединение исследований частей дерева (ствола, корней, кроны) в единое целое позволяет узнать особенности строения древесной породы: объем, видовое число, фитомассу.

Анализ и синтез являются важнейшими методами в научных исследованиях.

Индукция – движение мысли, познания от отдельных случаев к общему положению. Это очень важно при научных обобщениях, при формулировании законов и закономерностей. Ученый, отталкиваясь от частных случаев и фактов, обобщает их, приходит к общему пра-

вилу, теоретическому обоснованию и выводу. Примером индукции может служить открытие периодической системы Д.И. Менделеева при анализе им удельного веса отдельных химических элементов.

Дедукция – движение мысли, познание от общего к частному. Новая мысль, суждение выводится логическим путем из некоторых предпосылок, знаний на основе правил логики. Метод важен при применении какого-либо закона к частному случаю. Например, изучение миграции отдельных видов лесных птиц на основе общих закономерностей в жизни перелетных птиц.

Сравнение – сопоставление признаков, присущих объектам или системам, с целью установления различий или сходства. Сравнение древесных пород, типов леса, почвенных разрезов, пожарной опасности в лесах по годам и регионам и т.д. находит самое широкое применение в научных исследованиях.

Обобщение – установление общих свойств и отношений между объектами исследования или явлениями, свойствами. Оно присуще многим научным публикациям.

Мыслительно-теоретические методы включают проблему (исследовательский вопрос), гипотезу и доказательство.

Проблема – это сложная теоретическая или практическая задача, требующая своего разрешения. Способы решения такой задачи в момент формулирования проблемы часто бывают неизвестны.

В лесном хозяйстве РФ долговременной проблемной темой является создание лесов будущего, в том числе на Урале.

Гипотеза – предположение, требующее проверки и доказательства при научном исследовании. Она выдвигается на основе определенных фактов и является первым шагом к теории. Научная гипотеза должна соответствовать фактам, на которые она опирается, возможности проверки опытным путем, совместимости с имеющимися знаниями, обладать объяснительной силой (должно выводиться некоторое количество подтверждающих ее фактов, следствий) и быть простой, без субъективных суждений и произвольных допущений (Рузавин, 1999).

Доказательство – важнейшее свойство мышления и важнейший элемент научного исследования. Это логическое действие, в процессе которого истинность какой-либо мысли обосновывается при помощи других мыслей. Доказательство состоит из тезиса, аргументов и демонстрации.

Тезис – мысль или положение, истинность которого требуется доказать.

Аргумент – логический довод, основание доказательства.

Демонстрация – совокупность логических правил, используемых в доказательстве. В лесном хозяйстве широко применяются доказательства на основе фактов и экспериментов.

Специальные и частные методы познания характерны для научных исследований в каждой отрасли знаний.

2.2. Теория, ее структурные элементы и методы исследования

Теория – логически обобщенное знание, целостно отражающее определенную область действительности. Она базируется на достоверности знаний, на доказательности выводов, на описании и объяснении фактов, их происхождении и развитии, выявлении зависимостей и связей.

В теории выделяют структурные элементы: исходные основания (понятия, аксиомы, законы и т.д.), идеализированный объект или теоретическую модель, логику (совокупность правил и способов доказывания), философские установки и социальные ценности, а также совокупность законов и положений, выведенных в качестве следствий.

Структуру теории образуют понятия, категории, научные термины, закономерности и другие элементы (Сабитов, 2002; Шкляр, 2008).

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

Категория – общее фундаментальное понятие, отражающее наиболее существенные свойства предметов и явлений. Категории могут быть философскими, общенаучными или относящимися к отдельным отраслям. В лесном хозяйстве примеры категорий: биоценоз, биогеоценоз, категории качества деревьев и др.

Суждение – мысль, в которой утверждается или отрицается что-либо. Например, при исследовании хода роста древостоев высказывают суждения об особенностях их формирования, влиянии климатических условий и т.д.

Научный термин – слово или сочетание слов, обозначающее понятие в науке. Например, коэффициент варьирования, лесные культуры, ландшафт.

Принцип – руководящая идея, основное исходное положение теории, учения. Например, при разработке расчетной лесосеки используют принцип непрерывного неистощительного лесопользования.

Закон – объективно существующая связь между явлениями, процессами. Выделяют законы природы, общества и мышления; а по объему действия – всеобщие, общие и частные.

Закономерность – совокупность действия нескольких законов. Так, например, в лесной таксации изучают закономерности строения и роста древостоев различных древесных пород.

Положение – сформулированная научная мысль, научное утверждение.

Учение – совокупность теоретических положений или система воззрений известного ученого. Например, учение о лесе проф. Г.Ф. Морозова, о биогеоценозе акад. В.Н. Сукачева.

Идея – мысль, замысел, новое интуитивное объяснение события или явления. Говорят, что у ученых голова всегда полна идей. Интуиция ученого, его фантазия, стиль мышления – очень важные и необходимые элементы для возникновения научной гипотезы. Эти качества являются индивидуальными чертами исследователя.

Концепция – система теоретических взглядов, объединенных научной идеей или идеями.

Из методов исследования в лесном хозяйстве чаще всего применяются исторический и системный.

Исторический метод предполагает рассмотрение вопросов, явлений или предметов в историческом плане, т.е. изучение их с момента возникновения в хронологическом порядке. В лесном хозяйстве выполняются многочисленные исследования особенностей роста деревьев, древостоев и насаждений от момента возникновения до возрастов количественной, технической и естественной спелости; при изучении пожарной опасности лесных территорий «от Ромула до наших дней», методов ведения лесного хозяйства на Урале с XVII по XX вв. и др.

Системный метод заключается в изучении системы как совокупности объектов исследования в связи с внешней средой. Лесная экосистема обладает рядом особенностей: открытостью, а значит, подверженностью внешних, чаще всего климатических, факторов; динамичностью (все живое в лесу ежегодно прирастает, в то же время частично и отмирает); значительным разнообразием взаимосвязан-

ных компонентов, причем разной степени влияния; длительностью онтогенеза древостоя, подроста, подлеска и других основных компонентов исследования. Поэтому к организации научных исследований в лесу необходимо подходить комплексно с применением методов системного анализа.

Системный анализ применяют при изучении сложной системы для выявления взаимодействия отдельных частей и связей внутри нее. Примером системного анализа могут служить геоинформационные системы в лесном хозяйстве (ГИС-технологии).

В то же время не утратили своего значения и структурно-функциональный анализ – предшественник системного. Структурный анализ – это изучение объекта исследования в расчлененном виде, а функциональный – анализ функций каждой расчлененной части. Например, изучение роста отдельных деревьев при исследовании хода роста древостоя или древостоев различного возраста при выделении и характеристике типов леса. При разделении сложного древостоя или насаждения на элементы леса их можно изучить более точно, предсказать динамику развития с выявлением всех связей и взаимозависимостей.

2.3. Объекты научных исследований в лесном хозяйстве

Объектами научных исследований в лесном хозяйстве могут быть как отдельные деревья, кустарники и их части (например, ствол, корни, ветви, хвоя, листва, кора, приросты по высоте, диаметру, площади сечения, объему, коэффициенты и классы формы, видовые числа), так и древостои, состоящие из множества деревьев. Однородные деревья или их части образуют совокупность, которая также подлежит изучению (например, резонансная ель, береза с каплями или морозобойными трещинами коры). У древостоев и насаждений обычно исследуют особенности роста (по типам леса, классам бонитета, по составу, густоте и др.), строение, сортиментную и товарную структуры с учетом естественного происхождения (семенного, порослевого, вегетативного) или искусственного (лесные культуры) с учетом способа создания, схем смешения и размещения.

Лесные ученые также изучают подрост, подлесок, напочвенный покров, почвы, лесные ландшафты, парки и лесопарки, дендропарки (дендрарии), скверы.

Важным элементом исследования является хозяйственная деятельность в лесу – лесной и лесосечный фонд, рубки главного и промежуточного пользования, почвенные условия, возобновление леса, кадастровая оценка лесных земель.

Исследуется влияние на лес климатических факторов (температуры, осадков и др.), рекреации, загрязнение лесов промышленными выбросами и пылью, изучается воздушный бассейн в городской и пригородной зонах, почвы, водный режим.

Защита от болезней и вредителей леса – одно из важнейших научных направлений в лесном хозяйстве, как и селекция, интродукция растений, озеленение городов и населенных пунктов.

Многообразные исследования проводятся по сохранению лесов от пожаров, ветровалов, снеговалов и снеголомов.

Проводятся также исследования, тематика которых является пограничной с лесным хозяйством: пчеловодство, пастьба скота, сенокосение, изучение фауны, в том числе в связи с организацией охотничьих хозяйств, и др.

2.4. Выбор темы и этапы проведения научно-исследовательской работы

Научная работа студентов может выполняться как учебно-исследовательская, проводимая в учебное время (УИРС), так и научно-исследовательская, выполняемая во внеучебное время (НИРС). УИРС проводится в период аудиторных занятий, на учебной и производственной практиках, при выполнении курсовых и дипломных работ. НИРС выполняется на кафедрах (чаще всего выпускающих) в индивидуальном порядке или в научных кружках. Заинтересованные студенты активно участвуют в различных олимпиадах, конкурсах на лучшую студенческую работу, а также в выполнении хозяйственных тем кафедры, факультета. Выбор темы исследования студентом обычно бывает обусловлен разными причинами. Учитываются и особенности характера исполнителя. Студента может заинтересовать какой-то вопрос на лекции, при выполнении лабораторных или практи-

ческих занятий, на учебной или производственной практике или при чтении научно-популярной литературы и др. Как правило, научные исследования студентов в последующем составляют суть дипломных проектов и дипломных работ. Лучше всего при выборе темы получить совет преподавателей заинтересованной кафедры. В результате студент определяется с научным руководителем и совместно с ним формулирует название темы, оговаривает программу, методику, объем необходимых полевых работ, сроки их проведения. Кураторство опытных советчиков крайне важно для начинающего исследователя. Это позволит избежать грубых ошибок и рационально использовать время и силы студента. Преподаватель может подсказать студенту наиболее интересные мало- или совсем неизученные вопросы.

Выбор темы магистерской или кандидатской диссертации всегда тщательно продумывается исполнителем и детально обсуждается с научным руководителем. Здесь вполне уместен принцип: «Семь раз отмерь, один – отрежь». При этом тема научно-исследовательской работы может быть отнесена к определенному направлению или к научной проблеме.

Под *научным направлением* понимается наука или комплекс наук (научных проблем), в области которых ведутся исследования.

Научная проблема – это совокупность сложных теоретических и практических задач. Научная проблема может выходить за рамки одной отрасли. В лесном хозяйстве одним из направлений является повышение продуктивности лесов, а научной проблемой – создание лесов будущего.

Тема научной работы аспиранта имеет для него значение также с точки зрения подготовки в будущем докторской диссертации, т.е. необходимо предвидеть ее актуальность на достаточно длительный период.

Считается, что правильный выбор темы научной работы во многом является залогом успешности ее выполнения.

Ученый, в том числе и начинающий, всегда испытывает большой дефицит времени и потому временем очень дорожит и старается использовать его максимально эффективно. Чтобы добиться научного успеха, необходимо поэтапно спланировать и организовать свою работу так, чтобы получить максимальный результат в короткое время. Примером рациональной траты своего времени может служить известный ученый А.А. Любищев (1890-1972). Все виды работ, раз-

делив на четыре категории, он планировал на год, месяц, день и вел ежедневный хронометраж затраченного времени по часам и минутам, а в конце дня, месяца и года подводил итоги и делал выводы. Зато как много он успел сделать. Поражает объем рукописного наследия, оставленного ученым, – более 2000 печатных листов, в том числе 1200 – научных трудов (Усольцев, 2008).

Применительно к лесному хозяйству для большинства тем можно выделить следующие этапы их выполнения:

- 1) подготовительный;
- 2) проведение исследований (сбор материала);
- 3) обработка научных данных;
- 4) оформление научных результатов в виде научной статьи, научного доклада, сообщения;
- 5) внедрение результатов научного исследования.

Проведение исследований в лесном хозяйстве чаще всего связано с полевыми работами – закладкой пробных площадей, учетных площадок, опытных делянок и др. Объем и трудоемкость полевых работ исследователь должен ясно представлять и стремиться к тому, чтобы выдерживать запланированный график работ.

Подготовительная часть работ состоит в изучении по литературным источникам состояния вопроса за последние 20-40 лет, составлении программы полевых исследований, сборе и уточнении методик. Сюда же относится подбор участков по картографическим и другим материалам для закладки опытов, их уточнение в натуре, приобретение и проверка исправности необходимых приборов и инструментов, изготовление необходимых бланков (пробных площадей, карточек учетных площадок, модельных деревьев и др.).

Подробное знакомство и уточнение методик предстоящего исследования является очень важной задачей исследователя. «Метод, говорил акад. И.П. Павлов, – самая первая, основная вещь. От метода, от способа действия зависит вся серьезность исследования. Все дело в хорошем методе. При хорошем методе и не очень талантливый человек может сделать много. А при плохом методе и гениальный человек будет работать впустую и не получит ценных, точных данных. Этой истиной вы должны проникнуться. Если вы будете пользоваться пустыми, плохими методами, то и ваша роль будет пустая, никуда не годная» (Павлов, 1952, с. 16). Последнюю фразу из приведенной цитаты можно трактовать и так, что и работа будет пустая, и конечный ее результат будет никуда не годным. При научных исследованиях в

лесном хозяйстве применяются всевозможные методики, перечислить которые не представляется возможным. Некоторые наиболее важные из них приведены в приложении.

Полевые работы и вся последующая обработка научных данных осуществляется по методикам, как правило, согласованным с научным руководителем. При обработке цифровых материалов широко используют компьютерную технику с пакетами прикладных программ.

Оформление результатов исследования (статья, доклад и др.) требует от исследователя отдельных знаний по правильному представлению научной статьи, научного доклада или краткого сообщения.

Контрольные вопросы

1. Что такое методы научного исследования?
2. Что относят к общенаучным методам исследования?
3. Теория и ее структурные элементы.
4. Какие этапы выделяют при проведении научного исследования?
5. Раскрыть исторический и системный методы познания на примерах лесного хозяйства.
6. Особенности объектов научных исследований в лесном хозяйстве.
7. Выбор темы научного исследования студентом.

Глава 3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

3.1. Поиск и сбор научной информации по теме исследования

Информацию по интересующей исследователя теме можно получить из научных, учебных, справочных и информационных изданий. Научное издание содержит результаты теоретического или экспериментального исследования, а также подготовленные к публикации исторические документы. Научные издания делятся на монографии, сборники научных трудов, научные журналы, диссертации, ав-

торефераты диссертаций, тезисы докладов или доклады с научных конференций, научно-популярные издания.

Монография – научное или научно-популярное книжное издание, содержащее достаточно полное и всестороннее исследование одной проблемы или темы. Автором ее может быть один или несколько человек.

Сборник научных трудов содержит исследовательские материалы научных учреждений, учебных заведений или обществ. На Урале длительное время (1956-2007 гг.) выпускался сборник научных трудов по лесному хозяйству «Леса Урала и хозяйство в них» (всего 29 выпусков).

Студенту следует обратить внимание на *научные журналы*, в которых содержатся статьи. Периодичность журналов может быть от одного до нескольких месяцев. Например, вузами лесного профиля издаются «Лесной журнал». Следует также отметить журналы «Экология», «Лесоведение». Большой популярностью пользуется у ученых и практиков научно-производственный журнал «Лесное хозяйство» (издается с 1833 г.), в котором публикуются результаты теоретических и экспериментальных исследований, а также передовой производственный опыт. В УГЛТУ (лесохозяйственный факультет) с 2008 г. выпускается журнал «Леса России и хозяйство в них». В приложении данного пособия приводятся наименования основных журналов, используемых работниками лесного хозяйства и ландшафтного строительства.

Диссертации (кандидатские и докторские) считаются рукописными (неопубликованными) документами. Они содержат результаты научного исследования по указанной в названии теме. Диссертации обычно хранятся в библиотеке организации, в которой проходила защита, и выдаются для ознакомления с разрешения руководства данной организации.

Авторефераты диссертаций являются важным источником научной информации. Они издаются на правах рукописи в виде брошюры, в которой в сжатом виде указаны результаты научных работ автора кандидатской или докторской диссертации. Авторефераты находятся в публичных библиотеках городов (например, в г. Екатеринбурге в областной библиотеке им. В.Г. Белинского), библиотеках научных учреждений и высших учебных заведений.

К неопубликованным документам также относятся депонированные рукописи, отчеты научно-исследовательских и опытно-

конструкторских работ, научные переводы, обзорно-аналитические материалы. Они рассчитаны на достаточно узкий круг пользователей, находятся в виде рукописей или размножаются малыми тиражами.

При проведении научных или научно-практических конференций, как правило, публикуются *тезисы докладов (иногда доклады)* в виде научного неперiodического сборника.

Иногда встречается препринт – научное издание, содержащее материалы предварительного характера, опубликованные до выхода в свет издания, в котором они могут быть помещены.

Кроме научных изданий, при исследованиях используются также учебные и справочно-информационные издания. К учебным изданиям относятся учебники, учебные и учебно-методические пособия.

Учебник содержит систематическое изложение учебной дисциплины (или ее раздела, части), соответствующее учебной программе. Он официально утверждается в качестве данного вида издания.

Учебное пособие – это издание, дополняющее или заменяющее частично (полностью) учебник, официально утвержденное в качестве такового. В вузах в качестве учебных пособий также выступают «Термины и определения» по отдельным дисциплинам.

Учебно-методическое пособие содержит материалы по методике преподавания учебной дисциплины или какого-либо ее раздела, части, а также по выполнению лабораторных и практических работ.

К *справочным изданиям* относят словари, энциклопедии, справочники специалиста (например, «Справочник лесничего», «Справочник таежного лесовода», «Справочник таксатора»), ГОСТы (например ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления), ОСТы (например ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесостроительные. Методы закладки) и др.

Информационное издание содержит систематизированные сведения о документах либо результат анализа и обобщения сведений, представленных в первоисточниках. Оно выпускается организацией, осуществляющей научно-информационную деятельность, в том числе органами научно-технической информации. Эти издания могут быть библиографическими, реферативными, обзорными.

Библиографические издания содержат упорядоченную совокупность библиографических записей или описаний. Например, «Летопись авторефератов диссертаций», «Летопись журнальных статей».

Реферативные издания – это информационные издания, содержащие упорядоченную совокупность библиографических записей,

включающих рефераты. К ним относятся реферативные журналы, реферативные сборники, информационные листки и экспресс-информации. Научные работники знают и часто используют реферативный журнал «Лесоводство и лесоведение» (электронная версия). Ранее он выходил под названием «Лесоведение и лесоводство» с периодичностью один месяц. В нем помещаются сведения о всех значимых публикациях по лесному хозяйству в нашей стране и за рубежом.

Обзорные издания – это информационные издания на публикацию одного или нескольких обзоров, включающих результаты анализа и обобщения сведений, представленных в научных статьях.

Иногда научная информация помещается также в бюллетени и вестники.

Подбор литературы по теме начинается в библиотеках с использованием систематических, алфавитных и предметных каталогов. В РФ используются две библиотечных классификации: УДК (универсальная десятичная) и ББК (библиотечно-библиографическая). Первая подскажет наличие книги в данной библиотеке по ее каталогу, вторая используется для быстрого поиска ее в хранилище.

В **систематическом каталоге** карточки расположены по отдельным отраслям знаний. По УДК лесохозяйственная информация расположена в разделах 5 (отдел математика, естественные науки; подраздел 58 ботаника), 6 (отдел прикладные науки: техника, сельское хозяйство, медицина). Лесному хозяйству в каталоге присвоено классификационное число 630. Уточняющее дробление каталога следующее.

630.1. Условия окружающей среды. Биология леса.

630.2. Лесоводство.

630.3. Научная работа. Лесозаготовки и транспорт.

Лесозаготовительная техника.

630.4. Защита и охрана лесов.

630.5. Лесная таксация. Прирост, ход роста и состав лесонасаждений.

630.6. Лесостроительство, экономика лесного хозяйства.

Административные и организационные вопросы, лесоправление.

630.7. Торговля лесом. Экономические вопросы, связанные с перевозками леса и лесной промышленностью.

630.8. Лесопродукты и их использование.

630.9. Леса и лесное хозяйство с государственной точки зрения.

Социальная экономика лесного хозяйства.

Детализация каталога позволяет найти карточки по более узкой тематике. Например, 630. 52 – определение объема отдельных деревьев и запас насаждений, 630.521 – диаметр и площадь поперечного сечения, 630.521.2 – диаметр на высоте груди.

В УДК лесохозяйственная информация содержится также под рубрикой 502.630 – Охрана ландшафта и лесное хозяйство.

В **алфавитном каталоге** карточки с указанием авторов и названием публикаций рассортированы в алфавитном порядке. В таком каталоге легко отыскать название книги (соответствующего года издания по фамилии, имени и отчеству автора).

В **предметном каталоге** названия книг размещены по определенным темам (предметам) исследования. Сами рубрики и названия книг в этом каталоге следуют друг за другом в алфавитном порядке. Индекс основных делений классификации состоит из заглавных букв русского алфавита: А – общественные науки, Б – естественные науки и т.д. Более мелкие структурные единицы получают цифровые обозначения. Например:

- Е. Биологические науки
- Е5. Ботаника
- Е59. Систематика растений
- Е592. Высшие растения
- Е592.632. Кипарисовые

Кроме приведенных каталогов, также имеются вспомогательные и различные картотеки.

Начинающему исследователю полезно знать, что Книжной палатой РФ выпускаются «Летописи» (например, «Летопись журнальных статей», «Летопись авторефератов диссертаций»), «Ежегодник книги Российской Федерации» в двух томах. Второй том его посвящен книгам по естественным наукам, технике, промышленности, сельскому, в том числе и лесному, хозяйству.

Разделяют два способа чтения научной литературы: беглый просмотр и тщательная проработка. Беглый просмотр ставит целью знакомство с материалом в общих чертах. При втором способе чтения обычно производят конспектирование. Так как в конце большинства научных публикаций приводится список использованной литературы, то, прочитав его, исследователь выбирает для чтения новые для себя работы. Тема или проблема быстро «обрастает» информацией, увеличиваясь по принципу «снежного кома».

Современный студент, вооруженный персональным компьютером, для поиска нужной информации использует **Интернет**. Для доступа к зарубежной научной информации можно использовать самый крупный каталог Интернета Yahoo! (www.yahoo.com) или Fast Search (www.alltheweb.com). В российской части Интернета используют чаще @Rus (www.atrus.ru), List.Ru (www.list.ru), Russia on the Net (www.ru) и «Созвездие Интернет» (www.stars.ru). Популярна поисковая система «Рамблер» (12 млн Web-страниц).

Следует также указать патентную электронную базу США (<http://www.uspto.gov>).

Многие научные работники пользуются фондами библиотеки по естественным наукам РАН, включающей около 250 библиотек научно-исследовательских учреждений РАН (<http://ben.ixer.ru>), Государственной публичной научно-технической библиотеки России (ГПНТБ) (<http://www.gpntb.ru>), Международного центра научно-технической информации (МЦНТИ) (<http://www.icsti.su>), Российской национальной библиотеки (Санкт-Петербург) (<http://www.nlr.ru>), Российской государственной библиотеки (<http://www.rsl.ru>), научной библиотеки МГУ с 8 млн единиц хранения (<http://www.lib.msu.su>) и др.

Следует иметь в виду, что для доступа к информации необходимо заполнить читательскую карточку с личными данными читателя.

Различают 4 вида поиска через Интернет: простой (вводится одно или несколько слов, характеризующих содержание), расширенный (запрос из группы слов), контекстный (состоит из точной фразы с группой слов) и специальный (ищут дополнительную информацию).

Для поиска необходимой лесохозяйственной информации по Уралу можно использовать каталоги областной библиотеки им. В.Г. Белинского («Весь Урал», сводный каталог библиотек Урала), библиотек УГЛТУ, Института экологии растений и животных, Ботанического сада УрО РАН.

Человеку, не очень хорошо знакомому с Интернетом и поиском в нем нужной информации, на первых порах лучше воспользоваться реферативными журналами. А начать поиск лучше с энциклопедий: Большой Российской (2004), Краткой Российской в трех томах (2003), лесной в двух томах (1985-1986), «Лес России» (1995), «Энциклопедии лесного хозяйства» в двух томах (2006). Молодому ученому полезно знать о таких монографиях, как «Деревья и кустарники» в шести томах (1949-1962), «Леса СССР» в пяти томах (1966-1970), «Леса» из

серии «Природа мира» (Буктышинов А.Д. и др., 1981), «Древесные породы мира» в трех томах (1982) и др. Продолжить изучение вопроса далее можно по другим монографиям, научным статьям, справочникам, словарям и др. Ускоряют поиск обзорные научно-технические информации.

Хранение научной информации каждый исследователь организует по-своему. В большинстве создают собственную картотеку, состоящую из карточек, на которых указывают автора, название, место и год публикации, объем, краткое содержание. Часто помещают и фактические данные из публикации и специальные отметки. Хранить информацию можно на бумажных или электронных носителях. При хранении на электронных носителях необходимо всегда иметь дубликат на случай возможной потери данных в компьютере по какой либо причине.

Особо тщательно следует прорабатывать ГОСТы, ОСТы, инструкции, отраслевые рекомендации, законы и подзаконные акты, на которые приходится довольно часто ссылаться. При конспектировании их не должны искажаться «буква и дух» официальных документов. Поэтому с них чаще всего снимают копии.

Анализ научной литературы по интересующей теме позволяет исследователю уяснить состояние изученности вопроса. После этого уточняют тему и составляют план (программу) исследования.

Необходимо составить технико-экономическое обоснование научного исследования: сколько времени потребуется на выполнение полевых и камеральных работ, потребность в дополнительной рабочей силе, какие нужны будут приборы и инструменты. Сюда же входит подбор мест для закладки пробных площадей или учетных площадок.

3.2. Подготовка к полевым работам

Подготовка к полевым работам у исследователя по лесному хозяйству занимает очень важное место, так как это связано с качеством и объемом исходного материала, который в последующем подвергнется научному анализу. От количества и качества полевого материала, учета всех особенностей и «мелочей», зависит полнота и обоснованность исследования.

В подготовку к полевым работам входит: экипировка исследователя (одежда, обувь, накомарник), прививка от клещевого энцефалита, обеспечение питанием в полевых условиях, наличие средств передвижения (чаще велосипед), жилье. Важной задачей является обеспечение необходимыми приборами и инструментами и их проверка, разработка и изготовление в достаточном количестве бланков, трафаретов, составление (при необходимости) схематической карты. При использовании бензопил (при рубке деревьев и раскряжке их стволов) необходимо запастись нужным количеством бензина и машинного масла.

При выборе приборов и инструментов следует обратить внимание на их исправность и точность измерения, которую они должны обеспечить. Так, мерная вилка не должна иметь люфта подвижной ножки, в механических высотомерах балансировочное колесико должно свободно вращаться. Точность высотомеров составляет чаще всего 0,3-0,5 м, но есть и более высокоточные приборы – до 1 см (табл. 3.1).

Таблица 3.1
Точность измерения некоторых лесотаксационных приборов

Приборы	Марки	Точность (по паспорту)
Высотомер	Оптический цифровой (Швеция)	±10 см (при Н > 20 м) ±1 см (при Н до 20 м)
	PM-5/1520	±1-2 %
	ВН-1, БВЛ, Бломе-Лейс	±2 %
	ВКН-1, ВУЛ	±3 %
	ВА	±4 %
Дальномер	DISTO (дальность до 100 -200 м)	±3 мм
	ДМЕ (дальность до 20 м)	±1-10 см
	VARDAGE (дальность до 732 м)	±0,5-0,9 м
Крономер	Белова, Кондратьева	±0,1 м
Реласкоп	Биттерлих	Высота ±3 мм, диаметр ±1 см
Телереласкоп	Биттерлих	Высота ±3 мм, диаметр ±1 см

Планируя полевые и камеральные работы, вооружаясь тем или иным прибором и инструментом, необходимо помнить об ошибках и их свойствах. Различают систематические и случайные ошибки. К ним не относятся грубые промахи и ошибочные записи, которые исключаются или исправляются при просмотре первичного материала.

Систематические ошибки чаще всего получаются из-за неточности инструментов или приборов. Например, при люфте подвижной ножки мерной вилки будет систематическое занижение измеряемых диаметров деревьев. Систематические ошибки обычно легко вычисляются и исключаются при определении истинного значения признака. Если производить измерение расстояний рулеткой, которая будет не 20,0 м, а, например, 19,76 м, то при каждом полном измерении это будет приводить к систематической ошибке на -0,24 м. У мерной вилки нередко вычисляют среднюю систематическую ошибку Δ_c по формуле

$$\Delta_c = \frac{\sum (x_{изм} - x_{ист})}{\sum n},$$

где $x_{изм}$ — измеренные значения показателя или признака,
 $x_{ист}$ — истинные значения показателя или признака,
 n — количество единиц измерения.

Случайные ошибки считаются неизбежными при массовых измерениях. Они равновероятны как с положительным, так и с отрицательным знаком, причем их распределение по величине подчиняется закону нормального распределения. Наибольшее количество случайных ошибок (68 %) будут располагаться в пределах $\pm 1\sigma$, т. е. будут иметь малую величину. Большие ошибки, наоборот, будут встречаться реже. При этом сумма случайных ошибок стремится к нулю.

Примеры случайных ошибок. Пусть измерен диаметр ствола на 1,3 м пятью студентами: 24,1; 24,6; 24,4; 24,2; 24,2 см. Точный диаметр равен 24,3 см. Следовательно, случайные ошибки составили: -0,2; +0,3; +0,1; -0,1 и -0,1 м.

Для большинства приборов в их паспорте приводится **среднеквадратичная ошибка**. Она показывает отличие отдельных измерений от истинных значений (в 68 случае из 100). Случайная ошибка чаще выражается в единицах измерения признака (показателя), но может быть указана и в процентах от истинного значения.

Пример вычисления систематической и среднеквадратичной ошибки. Пусть измерено 7 расстояний с помощью GPS, которые были проверены с использованием мерного троса (табл.3.2).

Таблица 3.2

Высоты измеренных деревьев и вычисление ошибок

Номер измеря- емых отрез- ков	Длина отрезков, м		$x_{изм} - x_{ист}$ (А)	$A - \Delta_c$	$(A - \Delta_c)^2$
	измеренная GPS ($x_{изм}$)	истинная ($x_{ист}$)			
1	88	91,6	-3,6	-4,5	20,25
2	106	104,2	+1,8	+0,9	0,81
3	98	97,1	+0,9	0	0
4	73	72,1	+0,9	0	0
5	136	133,8	+2,2	+1,3	1,69
6	178	175,2	+2,8	+1,9	3,61
7	154	152,7	+1,3	+0,4	0,16
Итого	833	826,7	+6,3	0	26,52

Среднюю квадратичную ошибку вычисляют по формуле

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum [(x_{изм} - x_{ист}) \pm \Delta_c]^2}{\sum n - 1}}.$$

Сначала в примере вычислим систематическую ошибку:

$$\Delta_c = \frac{\sum (x_{изм} - x_{ист})}{\sum n} = \frac{833 - 826,7}{7} = +0,9 \text{ (м)}.$$

Далее вычисляем среднюю квадратичную ошибку:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum [(x_{изм} - x_{ист}) \pm \Delta_c]^2}{\sum n - 1}} = \pm \sqrt{\frac{26,52}{7 - 1}} = \pm 2,10 \text{ (м)}.$$

Кроме измерительных приборов, необходимо иметь исправный инструмент. Топоры, лопаты, пильные цепи, ножи, секаторы и другие инструменты должны быть хорошо насажены и наточены.

Так как на рубку деревьев при научных исследованиях требуется разрешение лесохозяйственных органов, необходимо заранее подать соответствующую заявку и оформить юридические документы.

Довольно часто возникает необходимость сделать выписки некоторых сведений из материалов лесоустройства или хозяйственной деятельности лесничества. Необходимо уточнить и оговорить все эти вопросы заблаговременно, получив нужное разрешение.

3.3. О минимальном объеме полевых исследований

В большинстве случаев при исследованиях в лесном хозяйстве приходится иметь дело с показателями, которые отличаются большой изменчивостью. Средние значения этих показателей вычисляются с различной вероятностью и степенью достоверности. Поэтому будущему научному работнику, связанному с лесом, необходимо хорошо освоить математическую статистику. При исследованиях древесно-кустарниковой растительности, травянистых растений, мхов, насекомых, животных и др. чаще всего применяют методы массовых наблюдений. Исследователь закладывает пробные площади, учетные площадки, измеряет учетные и модельные деревья. И всегда перед ним стоит вопрос – сколько нужно произвести тех или иных измерений, чтобы, с одной стороны, не тратить попусту время, а с другой – обеспечить нужную точность полученных результатов. Здесь и приходит на помощь математическая статистика.

Число единиц наблюдений N определяется с учетом коэффициента варьирования признака и точности (ошибки) среднего значения (с вероятностью 0,68):

$$N = \frac{C^2}{p^2},$$

где C – коэффициент варьирования показателя, %, p – точность опыта (ошибка среднего значения), %.

Точностью опыта исследователь, как правило, задается сам (например, 1, 2, 5 или 10 %), а коэффициент варьирования изучаемого признака или показателя необходимо определить. Для этого делается малая статистическая выборка. Например, необходимо узнать коэффициент варьирования высот деревьев. Измеряют высоту у 20-30 деревьев, взятых случайным способом, и по полученным данным вычисляют C . Из лесной таксации известно, что коэффициент варьирования диаметров, объемов стволов составляет чаще всего 28-35 %, высот деревьев – 8-12 %. При этом в молодом возрасте варьирование

таксационных показателей обычно выше, чем в спелом и перестойном.

Коэффициент варьирования можно вычислить приближенно по формуле

$$C = 100 (\sigma/x_{cp}),$$

где σ – стандартное отклонение, которое можно вычислить также по приближенной формуле

$$\sigma = (x_{max} - x_{min}) / 6,$$

где x_{max} и x_{min} – максимальное и минимальное значения варьирующего признака.

$$x_{cp} = (x_{max} + x_{min}) / 2.$$

Пример. Необходимо определить объем выборки деревьев по диаметру, если максимальный диаметр составляет 52 см, а минимальный 8 см.

$$\sigma = (52 - 8) / 6 = 7,3;$$

$$x_{cp} = (52 + 8) / 2 = 30;$$

$$C = 100 (\sigma/x_{cp}) = 100 (7,3/30) = 24,3 (\%).$$

$$N = C^2 / p^2 = 24,3^2 / 3^2 = 590,5 : 9 = 66 \text{ (деревьев)}.$$

Таким образом, чтобы вычислить среднее значение с точностью 3 %, необходимо измерить диаметр у 66 деревьев, взятых случайным способом.

Используя формулы для приближенного вычисления C и σ , вычислим минимальное количество площадок, которые требуется заложить для определения количества подроста на выделе, если минимальное число его встретилось 1 тыс. шт./га, а максимальное – 10 000.

$$\sigma = (10\,000 - 1\,000) / 6 = 1500;$$

$$x_{cp} = (10\,000 + 1\,000) / 2 = 5500;$$

$$C = 100 (\sigma/x_{cp}) = 100 (1500/5500) = 27,3 (\%).$$

$$N = C^2 / p^2 = 27,3^2 / 5^2 = 745,3 : 25 = 30 \text{ (площадок)}.$$

Таким образом, для определения количества подроста на выделе с точностью 5 % необходимо заложить приблизительно 30 площадок, распределив их равномерно по исследуемой площади.

Оптимальный объем выборки для случаев с качественной изменчивостью (например, количество деревьев березы с грибом чага или с морозобойными трещинами в общем обмере; число растений или листьев подмерзших, пораженных или поврежденных от общего их количества) рассчитывают по иной формуле:

$$N = t^2 pq / s^2,$$

где t — уровень доверительной вероятности $P_{0,95}=2$ (иногда рассчитывают для уровня доверительной вероятности $P_{0,99}=2,6$);

p — доля наличия признака, например 0,1 (10 деревьев из 100 — с морозобойными трещинами или пожарными подсушинами);

q — доля отсутствия признака, равна $1-p$. Например, если $p = 0,1$, то $q = 1-p = 1-0,1 = 0,9$. Чтобы получить гарантированный объем выборки, значения q и p берут максимальными, т.е. по 0,5 (значения p и q максимальны, когда $p = q = 0,5$, ибо $p + q = 1$).

Таким образом, в приведенной формуле произведение pq можно заменить числом 0,25;

s — ошибка доли, т.е. допустимая погрешность в долях (чем она меньше, тем выше точность расчета). Для полевых исследований s обычно берут в интервале 0,05-0,10.

Пример. Необходимо определить, сколько нужно измерить деревьев с пожарными подсушинами при $s = 0,05$.

$$N = 2^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 / 0,05^2 = 400 \text{ (шт.)}.$$

Таким образом, для исследования деревьев с пожарными подсушинами общее число всех деревьев (с подсушинами и без таковых) должно быть 400. Если мы знаем, что деревья с подсушинами составляют 20 % (в среднем 2 из 10), то при $s = 0,05$ N будет равно:

$$N = 2^2 \cdot 0,2 \cdot 0,8 / 0,05^2 = 160 \text{ (деревьев)}.$$

Перед проведением исследования следует также подробно изучить уже существующие методики. Некоторые наиболее важные из них приведены в приложении.

Так, при изучении типов леса рекомендуется заложить 10-12 пробных площадей на один тип леса. На каждой пробной площади требуется обмерять необходимое минимальное количество учетных или модельных деревьев. Использование таких методик позволит избежать многих ошибок, учесть все особенности того или иного исследования и ограничиться в то же время минимумом измерений в лесу.

При проведении экспериментов в полевых условиях, т.е. в естественной лесной обстановке, работы планируют всегда тщательно, с учетом побочных факторов. Учитывают одно- и многофакторные варианты. В однофакторных опытах могут различаться участки по количеству (нормы высева, полива, дозы удобрений, процент выборки деревьев) или по качеству (например, разные сочетания составляющих компонентов комплексных удобрений).

В экспериментах всегда планируется контрольный вариант, с которым будут потом сравнивать полученные результаты. Контрольные площади бывают необходимы при исследованиях лесных культур, проведении рубок ухода за лесом, лесных мелиораций, применении удобрений в лесных питомниках или опытных участках в лесу, при экспериментах с подсочкой леса, проращивании лесных семян и др.

3.4. Подбор объектов для исследований

Лес представляет собой элемент географического ландшафта (связанного с геологией), состоящий из древесных, кустарниковых, травянистых растений, животных и микроорганизмов, взаимосвязанных между собой и влияющих друг на друга и на внешнюю среду. При этом он изменяется во времени, всегда находится в той или иной стадии развития. В лесу постоянно происходят процессы обмена веществ и энергии, борьба за существование, естественный отбор, рост, развитие и отмирание.

В связи с этим подбор объектов исследования представляет часто большую сложность. Особенно это касается изучения строения, роста, товарности древостоев, типов леса и классов бонитета. Например, при изучении хода роста древостоев необходимо подбирать насаждения определенного состава (чистые или смешанные), в одном типе леса, одного происхождения, но обязательно в разном возрасте — в молодняках, средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных. Чтобы выявить особенности роста древостоя какого-либо типа леса в сравнении с таковыми других типов, необходимо в каждом из них заложить не менее 10 пробных площадей.

В опытных работах учитывают различные варианты. Например, внесение различных удобрений в питомнике или какого-то одного, но

в разных дозах. При изучении рубок ухода вариантами являются проценты выборки деревьев за один прием. В подсочке леса вариантами могут быть применяемые стимуляторы или их концентрация, при создании лесных культур — способы, сроки создания, количество посадочных мест, типы леса, схемы смещения.

Число вариантов в опыте свыше 12 иметь нежелательно, так как это увеличивает ошибку опыта (Чмыр и др., 2001).

Повторность опыта может представлять одинаковые участки, расположенные как вблизи, так и на удалении друг от друга. Повторность опыта может быть и во времени — через определенное число лет.

При увеличении повторности ошибка опыта существенно снижается. В зависимости от исследования повторность бывает чаще двух- и трехкратная, иногда 4-6. Многократную повторность применяют в опытах, которые обычно закладываются на маленьких участках (делянках) — 1-10 м², при исследовании стимуляторов роста, микроудобрений и др.

Проведение опытов без повторности допускается в рекогносцировочных экспериментах (носят предварительный характер) или демонстрационных.

Размещение вариантов и повторностей опыта осуществляют разными методами: рандомизации (по таблице случайных чисел), латинского квадрата (число повторностей равно числу вариантов), разукрупненных делянок (при закладке многофакторных опытов делянки берутся обычно площадью не менее 300 м², которые в последующем разделяются на более мелкие участки).

Размещение площадок на выделе для учета возобновления, подлеска, древостоя или установления дешифровочных показателей часто выполняется с использованием лесных карт (чаще планшетов), фотоснимков и палеток с квадратной сеткой.

При закладке пробных площадей не допускается в их границах наличие двух типов леса или классов бонитета. Поэтому у пробной площади, закладываемой на склоне, длинная сторона должна располагаться поперек склона, а не вдоль. В лесных культурах длинную сторону следует располагать поперек рядов из-за разной приживаемости древесных растений в рядах. При ориентации опытных делянок их длинная сторона располагается в направлении, в котором наиболее сильно изменяются не изучаемые в данном опыте условия жизни ис-

следуемых растений. Ориентация делянок должна учитывать латинский квадрат, когда неизучаемые условия варьируют в двух взаимно перпендикулярных направлениях, а если в трех направлениях (третье — по диагонали), учитывают факторы по рядам, столбцам и 4 блокам с применением дисперсионного анализа при обработке полученных данных (Доспехов, 1972).

Контрольные вопросы

1. Как правильно выбрать тему научного исследования?
2. Поиск и сбор научной информации по теме исследования.
3. В чем состоит подготовка к полевым работам, связанным с научными исследованиями?
4. Ошибки, которые встречаются при полевых измерениях.
5. Каков минимальный объем полевых работ?
6. Какие трудности возникают при подборе объектов для исследования?

Глава 4. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ. СБОР И ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛА

4.1. К технике проведения полевых работ

При полевых работах стоит цель получить полную и достоверную (объективную) информацию об изучаемом объекте. Поэтому следует самым тщательным образом выполнить весь комплекс запланированных работ, в том числе связанных с измерениями. Получаемый цифровой материал должен соответствовать принятой точности. Записи производят в заранее подготовленные бланки. Цифры должны записываться четко, без труда читаться другими людьми.

Пробные площади закладываются в соответствии с ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустойчивые. Метод закладки». Площадь должна быть однородной по возрасту, составу, полноте, типу леса и классу бонитета. При наличии в пробе деревьев-«волков» последние

не учитываются при определении среднего диаметра, высоты, полноты и запаса. Запас на пробной площади можно определить, используя таблицы объемов стволов, видовых высот и др. Целесообразнее, однако, его определять по срубленным модельным или учетным деревьям. Так как модельное дерево является средним в древостое (в ступени толщины или в классе, образованном с равным числом деревьев или сумм площадей сечений), оно может быть подобрано только после перечета деревьев на пробной площади и вычисления средних значений по диаметру и высоте. Отбор же учетных деревьев ведется непосредственно при перечете деревьев. Отмечается каждое 5-е, 10-е, 15-е или 20-е дерево в ступени толщины в зависимости от требуемой точности получения запаса и сортиментов. У срубленного модельного или учетного дерева измеряются (при обработке на ЭВМ): высота H , диаметры в коре, толщина коры и приросты по диаметру на 0, 1,3 м, 0,05, 1/4, 1/2, 3/4 H . Для исследования фитомассы ствола и кроны дерева рекомендуется минимально выпиливать диски на 0,2, 0,5 и 0,8 H , а модельные ветви брать из нижней, средней и верхней частей общей длины кроны (Усольцев, Залесов, 2005).

В натуре опытные участки закрепляются соответствующими знаками и подписями, составляется схематический чертеж с «привязкой». Постоянные пробные площади наносятся на планшеты и передаются по акту лесничеству, чтобы в будущем они не попали под сплошную или выборочную рубку. Надписи на столбах по границам пробной площади, а также нумерацию деревьев на постоянных пробных площадях выполняют черной масляной краской по трафарету.

На сравниваемых делянках или участках необходимо соблюдать принцип одновременности. Например, если провести подсочку карр на двух сравниваемых участках с разницей во времени 1-2 недели, то достоверность полученных данных не будет обеспечена, так как вмешается фактор температуры воздуха, а возможно, и осадков. Принцип одновременности соблюдается при работе с внесением удобрений, гербицидов, микроэлементов и др., а также с нормами высева семян, соблюдением правил агротехники.

У отдельного дерева объектами изучения могут быть высота, высота ствола до наибольшей ширины кроны, высота окончания кроны, диаметр ствола на 1,3 м, 1/4, 1/2, 3/4 H , приросты по высоте и диаметру, диаметр и длина кроны, возраст, коэффициенты и классы формы ствола, видовые числа, объем дерева, ствола или его частей,

объем коры, средний и текущий приросты по диаметру, высоте и объему, фитомасса и ее фракционный состав (корни, древесина, кора, сучья, хвоя или листва).

У древостоев определяют возраст, состав, среднюю высоту, средний диаметр, сумму площадей сечений, полноту, количество деревьев, запас, средний и текущий приросты по запасу, отпад, общую производительность, класс бонитета, тип леса, а в приспевающих, спелых и перестойных еще и класс товарности.

При изучении хода роста очень важно установить принадлежность пробных площадей к одному естественному ряду. Для этого к известным методам (проверка средних диаметров и высот древостоев, а также коэффициентов формы стволов) следует добавить построение графика хода роста в высоту одного-двух деревьев, взятых в качестве учетных из наибольшей ступени толщины наиболее старой пробной площади. Деревья по диаметру и высоте с рангами 90 и выше, как известно, не переходят с возрастом в более низшие. Поэтому кривая хода роста по высоте таких деревьев будет служить кривой «гид» (доминантной высотой), от которой средняя высота древостоев будет меньше примерно на 15-20 % (рис. 4.1).

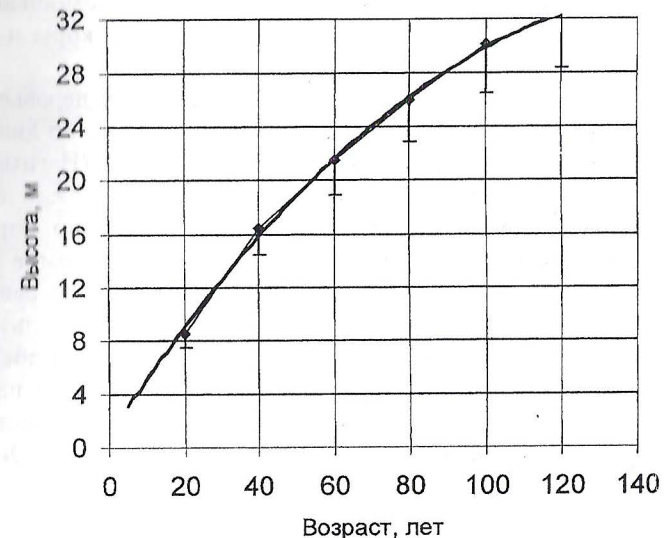


Рис. 4.1. Кривая «гид» высоты дерева с рангом 90 и более из пробной площади старшего возраста

Таким образом, закладку пробных площадей нужно начинать с наиболее старой по возрасту, убедившись, что она принадлежит к исследуемому типу леса. Рубка одного-двух деревьев из числа самых толстых наиболее старого насаждения хотя и сопряжена с определенными трудностями, зато ее выполнение гарантирует качество исходного материала. У исследователя появляется твердая уверенность при закладке остальных пробных площадей. Средняя высота всех последующих площадей (определенная до их полной закладки) отмечается на графике высот с нанесенной кривой «гид», и сразу становится ясно, принадлежит ли она к данному естественному ряду.

На постоянных пробных площадях отметку 1,3 м целесообразно отмечать не краской (исчезает через несколько лет), а с помощью хакка, используемого при подсочке леса. Картирование деревьев легче выполнять с использованием лазерного дальномера и буссоли.

Для измерения диаметров ствола и приростов по диаметру на разной высоте у срубленных модельных или учетных деревьев делают высечки топором (глубиной до 1-2 см в древесину, шириной 3-4 см) через 1 или 2 м. При этом один удар топором наносят перпендикулярно длине ствола, а второй – примерно под углом 45°. На высечке по стороне, перпендикулярной стволу, измеряют с помощью миллиметровой бумаги или измерительной лупы толщину коры и прирост по диаметру за 5 или 10 лет.

При изучении прироста по объему у растущих деревьев керны берутся возрастным или приростным буром. Прирост по диаметру у керны лучше всего измерять с помощью дендрографа (Нагимов и др., 2003) или измерительной лупы десятикратного и более увеличения.

Запас на пробной площади, как известно, можно определить различными способами: с использованием таблиц объемов стволов, по учетным или модельным деревьям и др. При этом выравнивание объемов стволов по ступеням толщины производят с использованием прямолинейной или криволинейной зависимости (по оси абсцисс отмечают суммы площадей сечений или диаметры стволов на высоте 1,3 м). Начинающему исследователю желательно освоить метод с использованием скользящего диаметра (Смолоногов, 2001). Он вычисляется у дерева по формуле

$$d_c = \sqrt{1,274 \frac{V}{h}},$$

где d_c – скользящий диаметр, см;

V – объем ствола, см³ (вычисляется по 2- или 1-метровым отрезкам);

h – высота ствола, см.

Показатель скользящего диаметра позволяет при высокой точности определения запаса обойтись 4-5 учетными деревьями. Его также можно использовать при определении текущего прироста по запасу на пробных площадях за n лет с минимизацией полевых работ (Нагимов и др., 2006).

При изучении строения насаждений в лесной таксации используют ранги, редуccionные числа и относительные ступени толщины. Ранг – это положение дерева в ряду распределения от самого тонкого (или низкого) до самого толстого (высокого). Первое дерево в такой «шеренге» будет занимать первый ранг, а последнее – сотый. Среднее дерево по диаметру, высоте, объему ствола, сумме площадей сечений, коэффициенту формы ствола q_2 и видовому числу занимает положение от 55 до 60 %. Редуccionное число представляет относительную величину дерева по отношению к среднему дереву. Например, редуccionное число дерева с рангом 20 будет равно:

$$R_{20} = \frac{d_{20}}{d_{cp}},$$

где R_{20} – редуccionное число дерев с двадцатым рангом;

d_{20} – диаметр дерева с двадцатым рангом, см;

d_{cp} – диаметр среднего дерева, см.

Графическое изображение распределения числа деревьев по ступеням толщины выражается кривой, в спелых насаждениях близкой к кривой нормального распределения. Эта кривая показывает, что наибольшее число стволов сосредоточено в центральных ступенях, близких к среднему диаметру, и уменьшается к крайним ступеням – тонким и толстым. Если принять средний диаметр за единицу, крайние ступени толщины будут для спелых древостоев примерно 0,4 (тонкие) и 1,7 (наиболее толстые).

В молодняках (1 и 2 классы возраста) кривые распределения числа стволов по ступеням толщины, как и по другим показателям, не отражают закон нормального распределения, а выглядят асимметричными кривыми. Поэтому при исследовании в молодняках кривую целесообразно разделить на левую и правую части (А и Б) и изучать их по частям и в целом. Методика такого исследования подробно изложена К.К. Высоцким (1962).

При изучении молодняков также можно рекомендовать использование показателей $H/D_{1,3}$, $D_{1,3}^2H$, и $F_{ист}$. Первые два используются чаще при исследовании скорости роста (например, при отборе быстрорастущих саженцев, сравнительной оценке роста лесных культур, сравнении типов леса), а истинное видовое число $F_{ист}$ позволяет анализировать полнодревесность маломерных стволов, в том числе высотой менее 1,3 м (диаметр стволика измеряется на 0,1Н).

При изучении рубок ухода постоянные пробные площади должны состоять не менее чем из трех секций: контрольной (без рубок) и двух опытных с разным процентом выборки деревьев. Площади секций должны быть не менее 0,25 га (чтобы к концу опыта на самой изреженной секции осталось не менее 150 деревьев).

Оценку качества рубок ухода нужно производить по ОСТ 56-97-93 «Рубки ухода за лесом. Оценка качества». Наиболее частыми методическими погрешностями при закладке пробных площадей на рубки ухода являются:

- 1) неточное определение площадей секций, приводящее к искажению таксационной характеристики при переводе на 1 га;
- 2) значительная разница в таксационных характеристиках секций (допустимое отклонение по числу деревьев – 20-25 %, запасу – 10-15 %, средней высоте – 15-20 %, составу – 1-2 единицы);
- 3) малый размер площадей секций.

На постоянных пробных площадях, закладываемых на рубки ухода, таксационные показатели желательно обновлять один раз в 5 лет. Первые итоги опытных рубок ухода обычно подводят через 10 лет. Чем больше срок наблюдения, тем достовернее получаемые результаты.

При исследовании лесных культур необходимо учитывать фазы развития. Первые 2-3 года после посева или посадки лесных культур относятся к фазе *приживания*. В ней происходит наиболее интенсивно отпад растений. Состояние лесных культур чаще оценивают в этом возрасте по густоте и приживаемости. Густота определяется фактическим числом посевных или посадочных мест на 1 га. Приживаемость выражается в процентах сохранившихся экземпляров. Учет приживаемости лесных культур выполняют чаще в конце второго и третьего вегетационного периода. При учете в конце первого периода результат бывает ненадежным из-за большого количества сомнительных экземпляров.

Следующая фаза – *предшествующая смыканию* лесных культур. К ней относят культуры в возрасте 3-10 лет (быстрорастущих лиственных пород – 3-5 лет). В этой фазе определяют сохранность (в процентах) как отношение числа жизнеспособных особей к фактическому числу посевных или посадочных мест.

В конце этой фазы лесные культуры обычно переводят в покрытую лесом площадь.

Фаза *формирования* древостоя составляет 10-20 лет (для быстрорастущих лиственных пород – 6-10). В этот период происходит усиленный рост в высоту и начало дифференциации деревьев по классам роста Крафта.

В следующей фазе – *жердняка* (20-40 лет, а для быстрорастущих лиственных пород – 11-20) – деревья испытывают большую потребность во влаге и питательных веществах, происходит «борьба» за существование. В этой фазе большую роль выполняют рубки ухода.

Высоту лесных культур до 5 м измеряют обычно с точностью ± 1 см, свыше 5 м – ± 1 дм. Диаметр стволика высотой до 3 м измеряют обычно на высоте 5-10 см от поверхности почвы, а при высоте более 3 м – на высоте 1,3 м («высота груди»). Маленькие диаметры стволиков измеряют штангенциркулем с точностью ± 1 мм, более толстых – штангенциркулем большего размера или мерной вилкой с точностью $\pm 0,5$ -1 см или до ступени толщины.

Возраст у лесных культур различают календарный и биологический. *Календарный* возраст равен числу лет после посадки или посева, а *биологический* – считается от момента появления всхода, т. е. последний всегда больше.

Для получения сомкнутости крон деревьев в рядах и между рядами измеряют диаметры крон и вычисляют площадь их проекций по формуле

$$S = 0,785 ab,$$

где S – площадь проекции кроны, $дм^2$;

a – диаметр кроны вдоль ряда, $дм$;

b – диаметр кроны поперек ряда, $дм$.

В лесных полосах вдоль железных и автомобильных дорог определяют не только горизонтальную, но и вертикальную сомкнутость древостоев.

Для определения объема кроны дерева можно использовать формулу

$$V = 2/3 \pi (D + L)^2,$$

где D – средний диаметр кроны, м;
 L – длина кроны, м.

Рекреационные леса (предназначены в основном для отдыха населения) занимают значительное место в научных исследованиях. К таким лесам относят насаждения вокруг городов, населенных пунктов и курортов, национальных парков и лесопарков и др. Еще большую рекреационную нагрузку испытывают внутригородские лесные насаждения парков, садов, дендрариев, скверов, ботанических садов, уличных рядовых и одиночных посадок деревьев.

При исследовании рекреации на насаждения или отдельные деревья применяется множество специальных методик. При описании насаждений дополнительно к таксационным показателям определяются еще и ландшафтные: тип ландшафта, стадия рекреационной дигрессии, класс эстетической ценности, санитарное состояние, проходимость и просматриваемость участка. Кроме того, отмечаются и описываются видовые точки. Изучается влияние рекреации на древостой, подрост, подлесок, травяной покров, мхи и лишайники, на почву, ее уплотнение и изменение механического состава. Наиболее сложным остается изучения влияния рекреации на древостой. Выделено от 3 до 7 (в большинстве 5) стадий рекреационной дигрессии (Бурова, Феклистов, 2007). Каждая стадия характеризуется состоянием деревьев, степенью механических повреждений и обнажения корней; количеством и состоянием подроста и подлеска; изменением видового состава травяного покрова (сокращением числа видов, характерных для естественных лесов, и увеличением числа лесостепных и степных видов); уплотнением верхних слоев почвы, изменением механического ее состава. Кроме того, в деградирующем насаждении увеличивается процент площади, подвергшейся вытаптыванию.

Рекреация оказывает существенное влияние на древостой: уменьшаются приросты по диаметру, высоте, запасу, абсолютная полнота, число деревьев. Происходит не только изреживание древостоя из-за увеличенного отпада, но и усиливаются ажурность крон деревьев и их суховершинность, изменение цвета и отмирание хвои. Бонитет древостоя 5-й стадии рекреационной дигрессии в большинстве случаев на два класса ниже древостоя 1-й стадии.

При закладке пробных площадей на исследование стадий рекреационной дигрессии наибольшую сложность для исследователя будет представлять «точковка» деревьев по категориям их санитарного

состояния (всего 6), особенно в трех из них: ослабленные, сильно ослабленные и усыхающие. Для этого перед началом работ желательно пройти специальную тренировку с привлечением опытных специалистов по правильному определению категории санитарного состояния деревьев.

4.2. Отбраковка сомнительных данных

Массовые наблюдения и эксперименты, полученные в лесу на пробных площадях, опытных делянках, лесных культурах или в лесном питомнике, представляют собой набор цифр. Чтобы статистически обработать цифровой материал, необходимо составить вариационный ряд (или ряды).

Довольно часто возникает ситуация, когда в ранжированном ряду оказываются числа, вызывающие сомнения (из-за ошибки наблюдателя, прибора, патологии данного растения или его части и т. п.). Их следует проверить на принадлежность к данной совокупности. Эта работа выполняется перед обработкой вариационных рядов. В случае значительного «отскока» они должны быть отбракованы, т. е. исключены из дальнейших расчетов. Для этого используют формулы для проверки сомнительных значений. Если сильно отклоняется одно минимальное значение в ряду, то применяется критерий τ_1 , вычисляемый по уравнению

$$\tau_1 = (X_2 - X_1) / (X_n - X_1),$$

где X_1 – первое (сомнительное) значение в ранжированном ряду,

X_2 – второе,

X_n – последнее.

Полученное значение τ_1 после этого сравнивают с табличным (табл. 4.1) при $P_{0,95}$ или $P_{0,99}$.

Пример. Измерена длина побегов, см: 3,7; 5,2; 5,4; 5,4; 5,5; 5,5; 5,8; 5,9; 6,0. В данном ряду измерений вызывает сомнение первое значение (3,7). Вычисляем τ_1 :

$\tau_1 = (5,2 - 3,7) / (6,0 - 3,7) = 0,652$, что больше табличного значения ($n = 9$) 0,437. Следовательно, первое значение должно быть отбраковано, т. е. не должно включаться в расчет.

Таблица 4.1

Критические значения τ_1 и τ_n для исключения крайних вариантов (1 – одного значения, 2 – двух значений)

n	1		2		n	1		2	
	P _{0,95}	P _{0,99}	P _{0,95}	P _{0,99}		P _{0,95}	P _{0,99}	P _{0,95}	P _{0,99}
3	0,941	0,988	1,000	1,000	10	0,412	0,527	0,531	0,632
4	0,765	0,889	0,967	0,992	11	0,392	0,502	0,504	0,603
5	0,642	0,780	0,845	0,929	12	0,376	0,482	0,481	0,579
6	0,560	0,698	0,736	0,836	15	0,338	0,438	0,430	0,522
7	0,507	0,637	0,661	0,778	20	0,300	0,391	0,372	0,464
8	0,468	0,590	0,607	0,710	25	0,281	0,367	0,347	0,434
9	0,437	0,555	0,565	0,667	30	0,260	0,341	0,322	0,402

Для проверки одной максимальной варианты используется критерий τ_n :

$$\tau_n = (X_n - X_{n-1}) / (X_n - X_1),$$

где X_n – последнее значение (варианта),

X_{n-1} – предпоследнее значение (варианта).

Пример. Измерена длина листьев у дерева, см: 4,9; 5,2; 5,4; 5,4; 5,5; 5,5; 5,8; 5,9; 6,0; **6,5**. В данном ряду измерений вызывает сомнение последнее значение (6,5). Вычисляем τ_n :

$\tau_n = (6,5 - 6,0) / (6,5 - 4,9) = 0,5 / 1,6 = 0,312$, что меньше 0,412. Следовательно, последнее значение следует включить в расчеты, т.е. оно не должно отбраковываться.

Если сомнительными являются два крайних значения и при этом оба находятся в одном из концов ранжированного ряда, то их оценка производится по τ_1 или τ_2 :

$$\tau_1 = (X_3 - X_1) / (X_n - X_1) \quad (\text{для } X_1 \text{ и } X_2);$$

или

$$\tau_2 = (X_n - X_{n-2}) / (X_n - X_1) \quad (\text{для } X_n \text{ и } X_{n-1}).$$

Пример. Измерена толщина коры у деревьев на высоте 1,3 м, см: **0,6**; **0,6**; 0,9; 1,2; 1,4; 1,4; 1,5; 1,5; 1,8; 1,9; 2,0; 2,1. Вызывают сомнения первые два значения вариационного ряда. Вычисляем τ_1 :

$$\tau_1 = (0,9 - 0,6) / (2,1 - 0,6) = 0,3 / 1,5 = 0,200.$$

Полученный результат меньше табличного значения (0,376), поэтому первые два значения ряда относятся к данной совокупности, а потому не требуют исключения в дальнейших расчетах.

Пример. Измерена толщина коры у деревьев на высоте 1,3 м, см: 1,2; 1,4; 1,4; 1,5; 1,5; 1,8; 1,9; 2,0; 2,1; **2,8**; **2,9**. В этом ряду вызывают сомнение два последних значения. Также вычисляем τ_2 :

$$\tau_2 = (2,9 - 2,1) / (2,9 - 1,2) = 0,8 / 1,7 = 0,470.$$

Полученный результат больше табличного значения (0,392), поэтому последние два значения ранжированного ряда не относятся к данной совокупности и потому должны быть исключены при его дальнейшей обработке.

При двух сомнительных значениях в ранжированном ряду, когда одновременно одно из них минимальное, а другое максимальное, для их проверки употребляют критерий τ_1 или τ_2 :

$$\tau_1 = (X_2 - X_1) / (X_{n-1} - X_1) \quad (\text{для оценки } X_1)$$

или

$$\tau_2 = (X_n - X_{n-1}) / (X_n - X_2) \quad (\text{для оценки } X_n).$$

Для оценки используется табл. 4.2.

Пример. Измерена высота подростка на участке одной породы и одного возраста, м: **0,3**; 0,9; 1,2; 1,4; 1,4; 1,6; 1,8; 1,9; 1,9; 2,4; **3,5**. В данном ряду вызывают сомнение начальное и конечное значения. Вычисляем τ_1 и τ_2 :

$$\tau_1 = (0,9 - 0,3) / (2,4 - 0,3) = 0,6 / 2,1 = 0,286;$$

$$\tau_2 = (3,5 - 2,4) / (3,5 - 0,9) = 1,1 / 2,6 = 0,423.$$

Таблица 4.2

Критические значения τ_1 и τ_2 для исключения крайних вариантов

n	P _{0,95}	P _{0,99}	n	P _{0,95}	P _{0,99}	n	P _{0,95}	P _{0,99}
4	0,955	0,991	13	0,410	0,520	22	0,320	0,414
5	0,807	0,916	14	0,395	0,502	23	0,314	0,407
6	0,689	0,805	15	0,381	0,486	24	0,309	0,400
7	0,610	0,740	16	0,369	0,472	25	0,304	0,394
8	0,554	0,683	17	0,359	0,460	26	0,299	0,389
9	0,512	0,635	18	0,349	0,449	27	0,295	0,383
10	0,477	0,597	19	0,341	0,439	28	0,291	0,378
11	0,450	0,566	20	0,334	0,430	29	0,287	0,374
12	0,428	0,541	21	0,327	0,421	30	0,283	0,369

Полученные результаты τ_1 и τ_2 для $n = 11$ оказались меньше табличных значений для $P_{0,95}$ и $P_{0,99}$ (0,450 и 0,566). Следовательно, оба крайних значения относятся к данной совокупности и не должны исключаться при дальнейшей обработке ряда.

Более надежным способом проверки принадлежности вариант к рассматриваемому ряду является вычисление τ по формуле с использованием основного отклонения σ :

$$\tau = |x_i - M| : \sigma$$

где M – среднее арифметическое значение (вычисляется без отбрасывания сомнительных вариант);

σ – основное отклонение вариант;

x_i – сомнительная варианта.

Полученное значение сравнивают с табличным при $P_{0,95}$ или $P_{0,99}$ (табл.4.3).

Для сравнения воспользуемся уже рассмотренным примером. Сопоставим результат проверки принадлежности сомнительной варианты к одному ряду на примере измерения длины побегов, приведенного выше.

$$M = 5,4 \text{ см}; \sigma = 0,68 \text{ см}; \tau = |3,7 - 5,4| / 0,68 = 2,50.$$

При $n = 9$ $P_{0,95} = 2,35$, $P_{0,99} = 2,53$. Таким образом, значение 3,7 см на уровне $P_{0,95}$ следует исключить при дальнейшей обработке, а на уровне $P_{0,99}$ гипотеза принадлежности первой варианты к другой совокупности не подтверждается.

Таблица 4.3

Критические значения τ для исключения крайних вариант при $P_{0,95}$ и $P_{0,99}$

n	$P_{0,95}$	$P_{0,99}$	n	$P_{0,95}$	$P_{0,99}$	n	$P_{0,95}$	$P_{0,99}$
6	2,07	2,16	21	2,80	3,11	70	3,28	3,64
7	2,18	2,31	22	2,82	3,13	80	3,33	3,70
8	2,27	2,43	23	2,84	3,16	90	3,37	3,74
9	2,35	2,53	24	2,86	3,18	100	3,40	3,77
10	2,41	2,62	25	2,88	3,20	120	3,46	3,83
11	2,47	2,69	26	2,90	3,22	150	3,53	3,90
12	2,52	2,75	27	2,91	3,24	200	3,61	3,98
13	2,56	2,81	28	2,93	3,26	300	3,73	4,09
14	2,60	2,86	29	2,94	3,28	400	3,80	4,17
15	2,64	2,90	30	2,96	3,29	500	3,87	4,24
16	2,67	2,94	35	3,02	3,36	600	3,92	4,28
17	2,70	2,98	40	3,08	3,42	700	3,96	4,32
18	2,73	3,02	45	3,12	3,48	800	3,99	4,35
19	2,75	3,05	50	3,16	3,52	900	4,02	4,38
20	2,78	3,08	60	3,22	3,58	1000	4,05	4,41

Примечание. Значение исключается из ряда при $\tau > \tau_{0,05}$ или $\tau \geq \tau_{0,01}$.

Если в указанной формуле среднее значение и коэффициент варьирования выводятся при исключении сомнительной варианты, тогда полученное значение τ сравнивается с критическим по критерию Стьюдента (табл.4.4). Число степеней свободы γ берется равным $n-1$.

Таблица 4.4

Критические значения критерия Стьюдента при $P_{0,95}$ и $P_{0,99}$

γ	$P_{0,95}$	$P_{0,99}$	γ	$P_{0,95}$	$P_{0,99}$	γ	$P_{0,95}$	$P_{0,99}$
6	2,45	3,71	21	2,08	2,83	70	2,00	3,65
7	2,36	3,50	22	2,07	2,82	80	1,99	3,64
8	2,31	3,36	23	2,07	2,81	90	1,98	3,64
9	2,26	3,25	24	2,06	2,80	100	1,98	3,63
10	2,23	3,17	25	2,06	2,79	120	1,98	3,62
11	2,20	3,11	26	2,06	2,78	150	1,98	3,61
12	2,18	3,06	27	2,05	2,77	200	1,97	3,60
13	2,16	3,01	28	2,05	2,76	300	1,97	3,60
14	2,14	2,98	29	2,04	2,76	400	1,96	3,59
15	2,13	2,95	30	2,04	2,75	500	1,96	3,59
16	2,12	2,92	35	2,03	2,73	600	1,96	3,58
17	2,11	2,90	40	2,02	2,70	700	1,96	3,58
18	2,10	2,88	45	2,01	2,68	800	1,96	3,58
19	2,09	2,86	50	2,01	2,68	900	1,96	3,58
20	2,09	2,84	60	2,00	2,66	1000	1,96	3,58

Примечание. Значение исключается из ряда при $\tau > \tau_{0,05}$ или $\tau \geq \tau_{0,01}$.

Пример. Вычислим τ из данных предыдущего примера (измерения длины побегов) при исключении сомнительной варианты:

$$\tau = |3,7 - 5,6| / 0,28 = 6,79.$$

Полученное значение указывает, что первая варианта превосходит табличные значения критерия Стьюдента, а потому не должна включаться в данный ряд.

По каждому вариационному ряду выводятся показатели: среднее значение с ошибкой, среднее квадратичное отклонение с основной ошибкой (характеризует степень рассеянности ряда), коэффициент изменчивости (применительно к древостою, по А.В. Тюрину: до 10 % – малая изменчивость, 10-30 % – средняя и свыше 30 % – большая, по И.В. Семечкину: до 5 % – слабая, 6-10 % – умеренная, 11-20 % – значительная, 21-50 % – большая, более 50 % – очень большая), точность опыта (показывает процент расхождения между средними значениями генеральной и выборочной совокупностей).

4.3. К составлению вариационных рядов

Рядом распределения называют совокупность величин, расположенных в определенном порядке и имеющих одинаковый признак варьирования. В научных исследованиях, связанных с лесным хозяйством, изучают ряды распределения деревьев по высоте, диаметру, параметрам крон, длине или ширине листьев, высоте сеянцев и саженцев, размерам семян и др.

Вариационный ряд характеризуется общим числом наблюдений (вариант), числом классов и интервалом или величиной классового интервала.

Для составления ряда необходимо установить число классов, которое зависит от численности выборки (единиц наблюдений или количества измерений какого-либо показателя). Оптимальное число классов определяется по формуле Старджеса:

$$k = 1 + 3,3 \lg N,$$

где k – число классов, на которое будет производиться разбивка вариационного ряда;

N – численность выборки (число вариантов в выборке).

Число классов при расчете по формуле при 30 единиц наблюдений будет 5-6, при 50 – 7, 100 – 8, 200 – 10, 500 – 11 классов. Рокицкий П.Ф. (1964) предложил использовать несколько отличные придержки: при 25-40 наблюдениях – 5-6, 41-60 – 6-8, 61-100 – 7-10, 101-200 – 8-12 и более 200 – 9-15 классов.

Следует заметить, что чрезмерно большое число классов приводит к излишней дробности и резко увеличивает объем вычислительной работы, а малое слишком «сглаживает» ряд и может исказить характер распределения.

Величина классового интервала определяется по формуле

$$I = (x_{\max} - x_{\min}) / k,$$

где I – величина классового интервала;

$x_{\max}$ – максимальное значение признака;

$x_{\min}$ – минимальное значение признака;

k – число классов в ряду распределения.

Пример. Пусть при измерении диаметра на высоте 1,3 м двухсот деревьев минимальный диаметр оказался равным 12 см, а максимальный – 56 см. Величина классового интервала при $k = 10$ будет равна:

$$I = (56 - 12) / 10 = 4,4 \approx 4 \text{ (см)}.$$

Зная минимальное и максимальные значения, количество и величину интервалов, далее составляют таблицу, в которую вносят варианты выборочной совокупности, после чего составляют вариационный ряд.

4.4. Вычисление статистических показателей при малом числе наблюдений

При числе наблюдений до 30 полученные данные обычно заносят в таблицу (табл. 4.5, графы 1, 2). Далее вычисляют среднее арифметическое значение, среднеквадратическое отклонение, коэффициент варьирования и точность опыта. В графу 3 табл. 4.5 заносятся значения разности между наблюдением и средним арифметическим значением. В графу 4 вписывают значение разности в квадрате.

Таблица 4.5

Исходные данные и начало вычисления статистических показателей при малой выборке наблюдений

№ п/п	Диаметры (см) x_i	$x_i - M$	$(x_i - M)^2$
1	16	-3,3	10,89
2	23	+3,7	13,69
3	19	-0,3	0,09
4	25	+5,7	32,49
5	16	-3,3	10,89
6	19	-0,3	0,09
7	20	+0,7	0,49
8	21	+1,7	2,89
9	16	-3,3	10,89
10	23	+3,7	13,69
11	20	+0,7	0,49
12	15	-4,3	18,49
13	18	-1,3	1,69
Итого	251	0	116,77

Среднеарифметическое значение (M):

$$M = \frac{\sum x_i}{\sum n} = \frac{251}{13} = 19,3 \text{ (см)}.$$

Среднеквадратическое отклонение (σ):

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - M)^2}{\sum n - 1}} = \pm \sqrt{\frac{116,77}{13 - 1}} = \pm \sqrt{97,31} = \pm 9,86 \text{ (см)}.$$

Коэффициент варьирования (V):

$$V = \frac{\sigma}{M} 100 = \frac{9,86}{19,3} 100 = 51,1 \text{ (\%)}.$$

Ошибка среднего значения (m_M):

$$m_M = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{\sum n}} = \pm \frac{9,86}{\sqrt{13}} = \pm \frac{9,86}{3,61} = \pm 2,73 \text{ (см)}.$$

Точность опыта (P):

$$P = \frac{m_M}{M} 100 = \frac{2,73}{19,3} 100 = 14,1 \text{ (\%)}.$$

Достоверность среднего значения (t^I):

$$t^I = \frac{M}{m_M} = \frac{19,3}{2,73} = 7,07 \text{ (достоверно, так как } > 4 \text{)}.$$

4.5. Вычисление статистических показателей большой выборки с использованием начальных моментов

При числе единиц наблюдений 30 и более данные целесообразно свести в вариационный ряд, который можно обработать, вычислив начальные моменты. Расчет статистических показателей приведен на примере ряда распределения деревьев по 2-сантиметровым ступеням толщины (табл. 4.6).

В 3-й графе ступени толщины нумеруются от нуля – условной середины вариационного ряда – в сторону увеличения диаметра с плюсом, а уменьшения – с минусом 1, 2, 3 и т. д.

Цифры в графе 4 получаются перемножением цифр графы 2-й и 3-й, а в 5-й – перемножением цифр из 3-й и 4-й граф.

После составления таблицы вычисляются первый и второй начальные моменты, а затем статистические показатели.

Таблица 4.6

Исходные данные и начало вычисления статистических показателей вариационного ряда диаметра деревьев

Диаметр, см (x_i)	Число де- ревьев, шт. (n_i)	k_i	$n_i k_i$	$n_i k_i^2$	$n_i k_i^3$	$n_i k_i^4$
6	1	-4	-4	16	-64	256
8	13	-3	-39	117	-351	1053
10	26	-2	-52	104	-208	416
12	29	-1	-29	29	-29	29
14	36	0				
16	24	+1	+24	24	24	24
18	19	+2	+38	76	152	304
20	10	+3	+30	90	270	810
22	2	+4	+8	32	128	512
Итого	160	-	-24	488	-76	3404

Первый начальный момент (m_1):

$$m_1 = \frac{\sum n_i k_i}{\sum n_i} = \frac{-24}{160} = -0,15.$$

Второй начальный момент (m_2):

$$m_2 = \frac{\sum n_i k_i^2}{\sum n_i} = \frac{488}{160} = 3,05.$$

Аналогично рассчитаем начальные моменты m_3 и m_4 :

$$m_3 = \frac{\sum n_i k_i^3}{\sum n_i} = \frac{-76}{160} = -0,48; \quad m_4 = \frac{\sum n_i k_i^4}{\sum n_i} = \frac{3404}{160} = 21,28.$$

Среднее значение (M):

$$M = x_0 + m_1 i = 14 + (-0,15 \cdot 2) = 14 - 0,30 = 13,7 \text{ (см)},$$

где i – интервал между ступенями толщины (равен 2 см).

Среднеквадратическое отклонение (σ):

$$\sigma = \pm i \sqrt{m_2 - m_1^2} = \pm 2 \sqrt{3,05 - 0,15^2} = \pm 2 \sqrt{3,03} = \pm 2 \cdot 1,74 = \pm 3,48 \text{ (см)}.$$

Коэффициент варьирования (V):

$$V = \frac{\sigma}{M} 100 = \frac{3,48}{13,7} 100 = 25,4 \text{ (\%)}.$$

Ошибка среднего значения (m_M):

$$m_M = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{\sum n_i}} = \pm \frac{3,48}{\sqrt{160}} = \pm \frac{3,48}{12,65} = \pm 0,28 \text{ (см)}.$$

Точность опыта (P):

$$P = \frac{m_M}{M} 100 = \frac{0,28}{13,3} 100 = 2,1 \text{ (\%)}.$$

Достоверность среднего значения (t^I):

$$t^I = \frac{M}{m_M} = \frac{13,3}{0,28} = 47,5 \text{ (достоверно, так как } > 4 \text{)}.$$

4.6. Исследование и сравнение вариационных рядов

При изменчивости случайной величины в зависимости от множества факторов возникает необходимость проверки выборки на подчинение закону нормального распределения. Она проводится, как известно, при помощи показателей асимметрии A и эксцесса $\mathcal{E}$ и их ошибок.

Для вычисления A и $\mathcal{E}$ необходимо вычислить центральные моменты μ_2 , μ_3 и μ_4 :

$$\mu_2 = m_2 - m_1^2 = 3,05 - 0,15^2 = 3,03;$$

$$\mu_3 = m_3 - 3m_2m_1 + 2m_1^3 = -0,48 - 3 \cdot 3,05 \cdot (-0,15) + 2 \cdot (-0,15)^3 = 0,88;$$

$$\mu_4 = m_4 - 4m_3m_1 + 6m_2m_1^2 - 3m_1^4 = 21,28 - 4 \cdot (-0,48) \cdot (-0,15) + 6 \cdot 3,05 \cdot (-0,15)^2 - 3 \cdot (-0,15)^4 = 21,28 - 0,29 + 0,41 - 3,00 = 18,40.$$

Асимметрия (мера косости) равна:

$$A = \frac{\mu_3}{(\sqrt{\mu_2})^3} = \frac{0,88}{5,28} = 0,17.$$

(При $A < 0,5$ косость считается малой, при величине от 0,5 до 1 – средней и если $A > 1$ – большой.)

Эксцесс (мера крутости) равняется:

$$\mathcal{E} = \frac{\mu_4}{(\sqrt{\mu_2})^4} - 3 = \frac{18,40}{9,19} - 3 = -1,00.$$

Основные ошибки A и $\mathcal{E}$ вычислим, используя приближенные формулы:

$$m_A = \sqrt{\frac{6}{N}} = \sqrt{\frac{6}{160}} = 0,194; \quad m_{\mathcal{E}} = 2\sqrt{\frac{6}{N}} = 2\sqrt{\frac{6}{160}} = 0,388.$$

Достоверность косости $t_A = A : m_A = 0,17 : 0,194 = 0,88 (< 4$, следовательно, достоверность косости не подтверждается).

Достоверность крутости $t_{\mathcal{E}} = \mathcal{E} : m_{\mathcal{E}} = -1,00 : 0,388 = -2,58 (< 4$, следовательно, достоверность крутости также не подтверждается).

Таким образом, отклонение крутости кривой от нормальной не доказано, а с учетом достоверности косости можно сделать вывод, что кривая соответствует закону нормального распределения.

Для проверки выборки на соответствие ее закону нормального распределения лучше использовать квадратичные отклонения асимметрии σ_A и эксцесса σ_E . Если хотя бы один из показателей A или $\mathcal{E}$ по абсолютной величине превосходит в два и более раз соответствующее квадратичное отклонение, то нормальность распределения случайной величины является недоказанной.

Вычислим средние квадратичные отклонения A и $\mathcal{E}$ (в формулах N – количество наблюдений в выборке):

$$\sigma_A = \pm \sqrt{\frac{6(N-1)}{(N+1)(N+3)}} = \pm \sqrt{\frac{6(160-1)}{(160+1)(160+3)}} = \pm 0,19;$$

$$\sigma_E = \pm \sqrt{\frac{24N(N-2)(N-3)}{(N-1)^2(N+3)(N+5)}} = \pm \sqrt{\frac{24 \cdot 160(160-2)(160-3)}{(160-1)^2(160+3)(160+5)}} = \pm 0,15.$$

Отношение A к σ_A составило 0,89, а $\mathcal{E}$ к σ_E – 6,7. Следовательно, проверка на нормальность распределения, вычисленная вторым способом, не подтвердилась.

Достаточно распространенной задачей при исследованиях в лесном хозяйстве является сравнение выборок и оценка их различий. При сравнении малых выборок ($N \leq 30$) применяют тест серий, ранговый тест, критерий Колмогорова-Смирнова, критерий Стьюдента, тест знаков для зависимых выборок. Для больших выборок ($N > 30$) оценку производят через критерий Стьюдента, непараметрический тест Сиджела-Тьюки, параметрический метод Фишера (Терентьев, Ростова, 1977).

Тест серий (Вальда-Вольфовича) улавливает различия по положению, характеру распределения и по разбросу сравниваемых рядов распределения.

Ранговый тест Уилкоксона основан на анализе объединенного ранжированного ряда. Он учитывает как общее размещение вариант, так и размеры серий.

Критерий Колмогорова-Смирнова основан на предположении о непрерывном распределении изучаемого признака в генеральной и выборочной совокупности.

Критерий Стьюдента t применяется при малых и больших выборках. Его часто используют научные работники в своих исследованиях и поэтому целесообразно привести его формулу:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

где M_1, M_2 – средние значения соответственно первой и второй выборок;

m_1, m_2 – основные ошибки средних значений.

Вычисленное по формуле значение t далее сравнивается со стандартным значением по таблице Стьюдента с учетом числа степеней (берется равным сумме числа наблюдений двух выборок за исключением двух) для определенного уровня значимости p (0,95; 0,99 или 0,999). Если фактическое значение меньше стандартного, то различие считается недостоверным.

При сравнении средних показателей двух больших выборок, если показатель t равен 3 и более, можно считать различие существенным (при вероятности $p = 0,999$).

Тест знаков относится к простейшим методам оценки различий между зависимыми переменными. Значения сравниваемых рядов записываются в строчки, причем чтобы первое значение второго ряда было под таким же в первом и т.д. Затем в парах значений определяется направление – увеличение (+) или уменьшение (–) – и подсчитывается число пар с реже встречающимся направлением изменения. Полученные значения сравниваются затем с табличными данными.

Тест Сиджела-Трюки основан на ранговой оценке разброса вариант в ранжированном ряду. При этом первому значению присваивается ранг 1, второму – 2 и т.д. Затем вычисляется значение теста по формуле и сравнивается с табличным значением.

Критерий Фишера F , как и критерий Стьюдента, находит довольно частое применение. Он основан на оценке выборочных дисперсий σ^2 :

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2},$$

где σ_1 и σ_2 – средние квадратичные отклонения первой и второй выборок.

Если фактическое значение критерия Фишера будет больше стандартного (табличного), то различие считается доказанным.

4.7. Восстановление утраченных данных

При полевых опытах иногда возникают ситуации, когда некоторые данные из-за повреждения грызунами, птицами, крупными животными, а иногда и людьми или вследствие других причин невозможно получить с опытного участка. При этом они очень важны, так как входят в общую схему исследования. Рассмотрим это на примере учета прироста семян на опытных участках при внесении удобрения в разной дозе и трех повторениях с утраченными данными Z в одном из вариантов (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Прирост семян по высоте при внесении разных доз удобрения

Варианты	Прирост семян, см, в повторениях		
	1	2	3
Контроль	6,5	6,1	6,4
С удобрением, доза 1	5,8	Z	6,7
С удобрением, доза 2	6,1	6,6	6,5
С удобрением, доза 3	6,6	6,0	7,0

Восстановить выпавшее значение можно по формуле

$$Z = \frac{l\Sigma_1 + n\Sigma_2 - \Sigma_3}{(l-1)(n-1)},$$

где Z – выпавшее в опыте значение;

l – число вариантов опыта (4);

n – число повторений в опыте (3);

Σ_1 – сумма данных в варианте с выпавшим значением: $5,8 + 6,7 = 12,5$;

Σ_2 – сумма данных в повторности с выпавшим значением: $6,1 + 6,6 + 6,0 = 18,7$;

Σ_3 – сумма данных во всем опыте, за исключением выпавшего значения: $6,5 + 6,1 + 6,4 + 5,8 + 6,7 + 6,1 + 6,6 + 6,5 = 6,6 + 6,0 + 7,0 = 70,3$.

$$Z = \frac{4 \cdot 12,5 + 3 \cdot 18,7 - 70,3}{(4-1)(3-1)} = \frac{50,0 + 56,1 - 70,3}{3 \cdot 2} = \frac{35,8}{6} = 6,0.$$

Следовательно, в табл. 4.7 вместо Z можно вставить число 6,0.

4.8. Регрессионный анализ и точность уравнения

Регрессией называют изменение функции при изменении аргументов. Задача регрессионного анализа состоит в выравнивании опытных данных, получении уравнений, наиболее точно описывающих реальную действительность, и оценке их точности.

Выравнивание опытных данных чаще всего выполняется по способу наименьших квадратов с подбором различных аналитических уравнений. В лесном хозяйстве большинство зависимостей передается уравнениями прямой линии, кривой второго и третьего порядка. Значительно реже используют логарифмическую, показательную и другие функции.

Выравнивание экспериментальных данных легко выполняется на компьютере по стандартным программам, например в Excel. Программа позволяет быстро получить уравнение кривых различного порядка и по коэффициенту детерминации R (коэффициент корреляции в квадрате r^2 или корреляционное отношение в квадрате η^2) выбрать наиболее точно отражающее фактическую зависимость. Выбирается обычно из нескольких одно уравнение, величина коэффициента детерминации у которого наибольшая. При этом, если коэффициент детерминации равен от 0,01 до 0,10, теснота связи считается слабой, от 0,11 до 0,25 – умеренной, 0,26-0,50 – значительной, 0,51-0,80 – высокой и при 0,81 и более – очень высокой. В практическом плане в большинстве случаев при выравнивании высот, диаметров стволов, сумм площадей сечений, запасов и других показателей у древостоев удается получить уравнения с R 0,90-0,99, т.е. с очень высокой аппроксимацией эмпирических и теоретических данных.

Программа Excel (в отличие от STATGRAPHICS), к сожалению, не вычисляет ошибку полученного уравнения. Поэтому ее приходится определять отдельно. Для этого составляется вспомогательная таблица (табл. 4.8), в которую вписываются исходные данные (1-я строка) и выравненные с помощью Excel (2-я строка). В качестве примера использованы данные средних высот древостоев в возрасте от 10 до 79 лет.

Таблица 4.8

Опытные и выравненные данные средних высот
в различном возрасте древостоев

Показатели	Возраст, лет									
	10	17	23	30	35	43	50	60	70	79
$H_{\text{оп}}, \text{м}$	3,4	5,2	7,2	8,3	10,0	12,5	13,0	15,0	15,9	17,1
$H_{\text{выр}}, \text{м}$	3,5	5,5	7,0	8,8	10,0	12,0	13,6	15,0	16,1	16,8
$H_{\text{оп}} - H_{\text{выр}}$	-0,1	-0,3	+0,2	-0,5	0	+0,5	-0,6	0	-0,2	-0,3
$(H_{\text{оп}} - H_{\text{выр}})^2$	0,01	0,09	0,04	0,25	0	0,25	0,36	0	0,04	0,09

Связь возраста A и средней высоты древостоев H аппроксимируется кривой второго порядка:

$$H = -0,0017 A^2 + 0,3505 A + 0,12; \quad R = 0,995.$$

Ошибка (точность) уравнения вычисляется по формуле

$$M_y = \pm \sqrt{\frac{\sum (y_{\text{оп}} - y_{\text{выр}})^2}{n - e}},$$

где $\sum (y_{\text{оп}} - y_{\text{выр}})^2$ – сумма квадратов отклонений между опытными (фактическими) данными и вычисленными по уравнению (сумма значений последней строки табл. 4.8);

n – количество точек линии регрессии, по которым вычислено уравнение (в табл. 4.8 их 10: 1-я – 3,4; 2-я – 5,2 и т.д.);

e – количество коэффициентов уравнения (в примере для уравнения кривой второго порядка их 3).

$$M_y = \pm \sqrt{\frac{\sum (y_{\text{оп}} - y_{\text{выр}})^2}{n - e}} = \pm \sqrt{\frac{1,13}{10 - 3}} = \pm \sqrt{\frac{1,13}{7}} = \pm \sqrt{0,161} = \pm 0,40 (\text{м}).$$

Следовательно, уравнение зависимости средней высоты древостоев H от возраста A следует записать так:

$$H = -0,0017 A^2 + 0,3505 A + 0,12 \pm 0,40 (\text{м}).$$

4.9. Корреляционный анализ

При научных исследованиях чаще всего имеют дело со связями, при которых определенному значению одной переменной соответствует некоторый размах второй. Такие виды зависимостей называют *корреляцией*. Сила взаимосвязи выражается степенью концентрации точек вокруг линии регрессии. Показателем силы связи является для прямолинейной зависимости коэффициент корреляции r , а для криволинейной – корреляционное отношение η .

Тесноту связи по r и η можно оценить по придержкам, предложенным М.Л. Дворецким (1971): до 0,30 – слабая, 0,31-0,50 – умеренная, 0,51-0,70 – значительная, 0,71-0,90 – высокая, 0,91 и более – очень высокая.

Коэффициент корреляции вычисляется несколькими способами. Далее приводится табл. 4.9 и пример его вычисления для малой выборки между диаметром ствола на высоте 1,3 м и диаметром кроны дерева.

Таблица 4.9

Таблица для вычисления коэффициента корреляции между диаметром ствола и диаметром кроны

Ди, см (x_i)	Д кр., м (y_i)	$x_i - M_x$ (α)	$y_i - M_y$ (β)	$\alpha \beta$	α^2	β^2
12	2,1	-7	-1,4	9,8	49	1,96
17	3,0	-2	-0,5	1,0	4	0,25
8	1,3	-11	-2,2	24,2	121	4,84
26	5,1	7	1,6	11,2	49	2,56
33	6,5	14	3,0	42,0	196	9,00
18	3,0	-1	-0,5	0,5	1	0,25
$\Sigma: 114$	21,0	0	0	88,7	420	18,86

$$M_x = \frac{\sum x_i}{\sum n} = \frac{114}{6} = 19 \text{ (см)}; \quad M_y = \frac{\sum y_i}{\sum n} = \frac{21,0}{6} = 3,5 \text{ (м)};$$

$$r = \frac{\sum \alpha \beta}{\sqrt{\sum \alpha^2 \sum \beta^2}} = \frac{88,7}{\sqrt{420 \cdot 18,86}} = \frac{88,7}{89,0} = 0,99;$$

$$m_r = \pm \frac{1-r^2}{\sqrt{\sum n}} = \pm \frac{1-0,99^2}{\sqrt{6}} = \pm 0,008; \quad r = 0,99 \pm 0,008.$$

Таким образом, теснота связи между диаметром ствола и диаметром кроны дерева оказалась очень высокой.

Корреляционное отношение η вычисляется, когда зависимость между двумя переменными величинами передается через уравнение кривой. Далее приводится табл. 4.10 и пример вычисления η между диаметром деревьев на высоте 1,3 м и их высотой (при малой выборке).

$$\eta = \sqrt{\frac{\sum \alpha^2 - \sum \Delta^2}{\sum \alpha^2}} = \sqrt{\frac{239,39 - 1,98}{239,39}} = \sqrt{0,992} = 0,996;$$

$$m_\eta = \pm \frac{1-\eta^2}{\sqrt{\sum n}} = \pm \frac{1-0,992}{\sqrt{18}} = \pm 0,002;$$

$$\eta = 0,996 \pm 0,002.$$

Таблица 4.10

Таблица для вычисления корреляционного отношения между диаметром стволов и их высотой

Диаметр, см	Высота, м (h)	Высота ступени толщины, см ($h_{ст}$)	H-h (α)	α^2	$\Delta = h - h_{ст}$	Δ^2
12	14,3	15,1	6,1	37,21	-0,8	0,64
12	14,9		5,5	30,25	-0,2	0,04
12	15,1		5,3	28,09	0	0
16	16,5	16,3	3,9	15,21	0,2	0,04
16	16,1		4,3	18,49	-0,2	0,04
20	18,4	18,4	2,0	4,00	0	0
24	19,5	20,2	0,9	0,81	-0,7	0,49
24	21,0		-0,6	0,36	0,8	0,64
24	20,1		0,3	0,09	-0,1	0,01
28	21,2	21,3	-0,9	0,81	-0,1	0,01
28	21,4		-1,0	1,00	0,1	0,01
32	22,5	22,6	-2,1	4,41	-0,1	0,01
32	22,7		-2,3	5,29	0,1	0,01
36	24,0	23,9	-3,6	12,96	0,1	0,01
36	23,8		-3,4	11,56	0,1	0,01
40	24,5	24,5	-4,1	16,81	0	0
44	25,6	25,5	-5,2	27,04	0,1	0,01
44	25,4		-5,0	25,00	-0,1	0,01
Всего	367,0	-	0,1	239,39	-	1,98

Использование программы Excel позволяет отказаться от вычисления меры линейности и коэффициента криволинейности. При подборе уравнения регрессии сравнивают R^2 уравнения прямой и какой-либо кривой. Наибольшее значение R^2 подскажет характер связи двух величин.

Не все изучаемые признаки можно измерить количественно. На практике часто приходится определять связь между качественными признаками, а также когда один из признаков количественный, а другой качественный.

В исследованиях по лесному хозяйству применяют коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кэндалла. Расчет коэффициента Спирмена r_s приведен на примере всхожести и размера семян. Пусть семена древесной породы разделены на четыре группы (1-я, 2-я, 3-я и 4-я по размерам (крупности), а потом они же по всхожести):

Группы семян по размерам (крупности):	1	2	3	4
Распределение групп семян по всхожести:	1	3	2	4
Разность рангов (α)	0	-1	1	0
Квадрат разности рангов (α^2)	0	1	1	0

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum \alpha^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{6 \cdot 2}{4(4^2 - 1)} = 1 - 0,2 = 0,8.$$

Связь оказалась прямой, а ее теснота – высокой.

Расчет коэффициента сходства между двумя качественными признаками. Пусть исследовано по 200 кедровых орехов, взятых в урожайный и неурожайный годы. В каждой партии подсчитано число пустых скорлупок и с орехом (табл. 4.11).

Таблица 4.11

Исходные данные для вычисления коэффициента сходства между качеством орехов и обилием урожая

Год	Количество орехов кедра		Всего
	с зародышем	без зародыша (пустых)	
Урожайный	$n_1 = 174$	$n_2 = 26$	$N_1 = 200$
Неурожайный	$n_3 = 123$	$n_4 = 77$	$N_2 = 200$
Итого	$N_3 = 297$	$N_4 = 103$	$N = 400$

Коэффициент сходства A равен:

$$A = \frac{n_1 n_4 - n_2 n_3}{\sqrt{N_1 N_2 N_3 N_4}} = \frac{174 \cdot 77 - 26 \cdot 123}{\sqrt{200 \cdot 200 \cdot 297 \cdot 103}} = \frac{10200}{34980,6} = 0,29.$$

Основная ошибка коэффициента сходства равна:

$$m_A = \pm \frac{1 - A^2}{\sqrt{N}} = \pm \frac{1 - 0,29^2}{\sqrt{400}} = \pm \frac{0,92}{20} = \pm 0,046.$$

Достоверность коэффициента сходства t :

$$t = \frac{A}{m_A} = \frac{0,29}{0,046} = 6,3.$$

Коэффициент сходства достоверен, так как $t > 4$, но теснота связи качественных признаков слабая.

Кроме указанных видов корреляции, в лесном хозяйстве используют и другие (множественную, частную, чистую).

4.10. Дисперсионный анализ

Задачей дисперсионного анализа является оценка влияния одного или нескольких факторов, а также их сочетаний на исследуемый признак. Различают одно-, двух- и многофакторный анализ. Также применяют ранговый дисперсионный анализ.

В лесохозяйственной практике наиболее часто используют одно- и двухфакторный дисперсионный анализ.

Для обработки и анализа формируется дисперсионный комплекс в виде таблицы, в которой исходные данные объединяют в градации для выявления действия факторов на результативный признак. При этом производят расчет факториальных, случайных и общих факторов. В качестве примера ниже приводятся расчеты однофакторного анализа по установлению степени и достоверности влияния возраста деревьев на их высоту. Начинается расчет с заполнения таблицы (табл. 4.12).

Таблица 4.12

Таблица для вычисления дисперсии между возрастом и высотой деревьев

Градации фактора (А, лет)	Результативный признак (высота, м), у	Число повторений, n	$\sum u$	$\bar{y}$	$\bar{y}-\bar{y}^*$ (α)	α^2	$\alpha^2 n$	$\sum (y-\bar{y})^2$
20	4;5;4;6	4	19	4,8	-13,3	176,9	707,6	2,76**
60	18;16;15;19;17;20	6	105	17,5	-0,6	0,4	2,4	17,50
100	22;24;19;21;22;23	6	131	21,8	3,7	13,7	82,2	14,84
140	24;25;27;25;24	5	125	25,0	6,9	47,6	238,0	6,00
Итого		21	380				1030,2	41,1

* Средняя высота $y_0 = \frac{380}{21} = 18,1$ (м).
 ** $(4-4,8)^2 + (5-4,8)^2 + (4-4,8)^2 + (6-4,8)^2 = 2,76$.

Факториальная (межгрупповая) дисперсия $D_{\phi} = 1030,2$.
 Случайная (внутригрупповая) дисперсия $D_c = 41,1$.
 Общая дисперсия $D_o = D_{\phi} + D_c = 1030,2 + 41,1 = 1071,3$.
 Показатель силы влияния η^2 :

$$\eta^2 = \frac{D_{\phi}}{D_o} = \frac{1030,2}{1071,3} = 0,96.$$

Значение показателя силы влияния указывает очень сильную зависимость высоты деревьев от возраста. Факторы, определяющие увеличение высоты деревьев от возраста, составляют в примере 96 %.

Показатель достоверности влияния определяется по формуле (критерий Фишера)

$$F = \frac{D_{\phi}(n-g)}{D_c(g-1)},$$

где g – число градаций (для определения числа степеней свободы).

$$F = \frac{1030,2(21-4)}{41,1(4-1)} = \frac{17513,4}{123,3} = 142,0.$$

Сравнение со стандартным значением критерия Фишера при 5-и 1-процентном уровне значимости указывает на его достоверность,

т.е. зависимость высоты деревьев от возраста свойственна всей генеральной совокупности, а не только частной выборке из 21 дерева.

Ошибка силы влияния равна:

$$m_{\eta} = \pm (1-\eta^2) \frac{g-1}{n-g} = \pm (1-0,96) \frac{4-1}{21-4} = \pm 0,007.$$

$$\eta^2 = 0,96 \pm 0,007.$$

4.11. К работе с цифрами и процентами

Исследователь оперирует различным цифровым материалом: показаниями в опытах и наблюдениях, средними величинами, процентами и др. Хотя студент с цифрами работает постоянно, нередко он допускает досадные ошибки. Так, при вычислении средних значений не всегда обращают внимание на их точность. Например, диаметр стволов измерялся с точностью ± 1 см, а при вычислении среднего диаметра его приводят к точности до 0,001 см (до 0,01 мм). На сделанное замечание ответ типа: «Так машина посчитала» не добавляет симпатий к такому студенту. Обычно среднее значение выводится с точностью на один порядок выше, чем был исходный материал. Например, диаметр стволов измерялся с точностью ± 1 см, следовательно, средний диаметр записывается до 0,1 см, а высота, если она измерялась с точностью ± 1 дм, то средняя должна быть вычислена и записана до 0,1 дм (1 см).

Количество значащих, т.е. верных, цифр соответствует той части числа, которая считается точной. Так, если измерение составило 17,6 г, то считается, что оно точно до 0,1 г, т.е. истинное его значение между 17,55 и 17,65 г. Точно так же истинное значение 17,5 находится между 17,46 и 17,54.

Произведение или частное, полученное из округления чисел, не должно записываться с большим количеством значащих цифр, чем их имеется у каждого из чисел, с которыми производятся действия. Если же у чисел разное количество десятичных знаков, то ориентироваться следует на наименьшее количество. Примеры: $3,1 \times 2,7 = 8,4$ (правильно), а не 8,37 (неверно), $3,10 \times 2,70 = 8,37$ (правильно); $6,27 : 13 = 0,48$ (а не 0,482).

При округлении цифр следуют правилу Гаусса: если после цифры 5 следует цифра, отличная от нуля, то к предшествующему десятичному знаку прибавляется единица; если же после 5 идут нули и если последующие знаки неизвестны, то в случае четного предшествующего знака отбрасывается 5, а в случае нечетного прибавляется единица. Так, число 1,75 при округлении до 0,1 записывается 1,8, а 2,65 округляется в 2,6. Правильное округление числа 1,34456 будет: 1,3446, 1,345, 1,34 (а не 1,35), 1,3 и 1.

При анализе научного материала часто вычисляют проценты. Их подразделяют на простые и сложные. В лесном хозяйстве чаще всего рассчитывают простые проценты. Например, диаметр ствола в 40 лет составил 20 см, а в 55 – 24 см. Увеличение диаметра составило 4 см, или $(4 \cdot 100 / 20) = 20\%$. При сравнении хода роста древостоев по высоте, диаметру двух и более типов леса простые проценты вычисляются часто. Например, в возрасте 100 лет средняя высота древостоя оказалась равной в типе леса С лп 27,3 м, в С ртр – 25,8 м, а в С яг – 24,4 м. По сравнению с С лп высота в С ртр ниже на 1,5 м (5,5 %), а в С яг – на 2,9 м (10,6 %). Если сравнивать с высотой С ртр, то результаты будут следующие: в С лп высота больше на 1,5 м (5,8 %), а в С яг меньше на 1,4 м (5,4 %). При сравнении с типом леса С яг результаты также будут отличными: в С лп высота древостоя на 2,9 м (11,9 %) больше, а в С ртр – на 1,4 м или на 5,7 %.

Расчет сложных процентов обычно делают при вычислении средних темпов роста или прироста деревьев и древостоев. Например, если объем ствола за четыре года увеличился на 43 %, то среднегодовой темп роста (или процент прироста) по объему p_v составил:

$$p_v = \sqrt[4]{143} = 3,5 (\%).$$

Заметим, что для извлечения корней при этом часто приходится прибегать к логарифмированию чисел.

При определении процентов прироста по высоте, диаметру, сумме площадей сечений и объему ствола используется формула Преслера:

$$P_T = \frac{200}{n} \cdot \frac{T_a - T_{a-n}}{T_a + T_{a-n}},$$

где P_T – процент прироста (по объему, диаметру или высоте ствола), %;
 n – число лет, за которое определяется процент прироста;

T_a – таксационный признак (объем, диаметр или высота ствола) теперь;

T_{a-n} – таксационный признак (объем, диаметр или высота ствола) n лет назад.

Пример. Пусть объем ствола равен $0,240 \text{ м}^3$, а пять лет назад он был $0,210 \text{ м}^3$. Определим процент прироста по объему по формуле Преслера (1), простых (2) и сложных (3) процентов:

$$P_v = \frac{200}{n} \cdot \frac{T_a - T_{a-n}}{T_a + T_{a-n}} = \frac{200}{5} \cdot \frac{0,240 - 0,210}{0,240 + 0,210} = 2,7 (\%), \quad (1)$$

$$P_v = \frac{T_a - T_{a-n}}{T_{a-n}} \cdot \frac{100}{5} = \frac{0,240 - 0,210}{0,210} \cdot \frac{100}{5} = 2,9 (\%), \quad (2)$$

$$P_v = \sqrt[n]{\frac{(T_a - T_{a-n})100}{T_{a-n}}} = \sqrt[5]{\frac{(0,240 - 0,210)100}{0,210}} = \sqrt[5]{114,28} = 2,6 (\%). \quad (3)$$

Из примера видно различие процентов прироста по объему ствола, вычисленных по трем формулам. При этом величина показателя, полученная по формуле Преслера, занимает промежуточное положение: меньшее, чем по формуле простых процентов и большее, чем по формуле сложных.

Контрольные вопросы

1. Как подобрать объекты в лесу для научного исследования?
2. На что обратить внимание при изучении хода роста древостоев?
3. Особенности опытов с рубками ухода.
4. Особенности исследований с лесными культурами.
5. В чем заключается проверка и отбраковка сомнительных данных?
6. Как правильно составить вариационный ряд?
7. Правила вычисления статистик при небольшом числе наблюдений.
8. Особенности вычисления статистик при большом числе наблюдений.
9. Сравнение вариационных рядов.
10. Как вычислить ошибку уравнения?
11. Корреляционный анализ.
12. Дисперсионный анализ.
13. Правильное округление цифр.
14. Вычисление простых и сложных процентов.

Глава 5. НАПИСАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

5.1. Структура научной работы

Результаты научной работы представляют обычно в виде статьи или доклада по определенным устоявшимся правилам их оформления. Научную работу можно условно разделить на вводную часть, основную и заключение. Студенческие работы в виде рефератов, дипломных работ и проектов структурно состоят из следующих элементов: титульного листа, оглавления, введения, основной части (разбитой на параграфы), заключения и списка использованной литературы. В случае необходимости также добавляются в конце еще и приложения. У научной монографии при ее чтении студент обнаружит те же основные структурные элементы. Схема оформления научной статьи такая же, но без титульного листа и оглавления, чаще всего без подзаголовков, особенно если она небольшого объема. К статье прилагают сведения об авторе, а также реферат и аннотацию.

Титульный лист научной работы считается первой страницей рукописи, но номер на ней не ставится. Здесь указываются: полное наименование учебного заведения (вверху), ниже наименование кафедры, на которой выполнена работа, а еще ниже – фамилия, имя и отчество исследователя (в именительном падеже).

В средней части поля листа располагают заглавие работы, написанное прописными буквами (без слова «тема»). В подзаголовочных данных автор может конкретизировать заголовок, но без превращения его в новое заглавие. Например, заголовок «Ход роста сосновых древостоев», а подзаголовок в скобках будет: «На примере насаждений ... лесничества». Чаще всего в подзаголовках указывают вид работы (магистерская диссертация, дипломная или курсовая работа). Заголовок должен быть по возможности кратким и четким. В заголовке не следует допускать расплывчатых формулировок, типа, «Анализ некоторых...», штампов («К изучению...», «К вопросу...»).

Ниже в правой части титульного листа указывается фамилия и инициалы научного руководителя, его ученое звание и ученая степень.

В самой нижней части титульного листа указывается место выполнения и год написания работы (без слова «год»). Например: Екатеринбург, 2011.

Реферат у научных монографий, дипломных работ (проектов) помещают перед оглавлением. Слово «реферат» (от лат. *refere*) означает «сообщаю» или «пускай он возвестит». Его цель – кратко рассказать о работе. Объем реферата – не более одной страницы (1500-2000 печатных знаков). Содержание его сводится к обоснованию актуальности темы, краткой характеристике работы по главам, полученным результатам, их новизне и возможности внедрения в производство. В начале реферата указывается общее число страниц работы, количество таблиц, рисунков, приложений и использованных библиографических источников. Перед текстовой частью приводятся основные ключевые слова в работе (от 5 до 15) в именительном падеже, набранные прописными буквами через запятую.

Оглавление дает представление о структуре и содержании работы и помогает читателю быстрее отыскать нужный материал в тексте. Оно обычно составляется после ее написания путем обозначения глав, параграфов (иногда еще и подпараграфов) с указанием страниц. При этом цифра страницы указывает начало раздела.

Названия заголовков глав и параграфов перечисляются в той же последовательности, что и в тексте, и должны полностью совпадать с ними. Исключением может быть слово «глава», которое не обязательно писать в оглавлении.

Заголовки параграфов в оглавлении, чтобы они не сливались с главами, обычно располагают с некоторым сдвигом.

Если научная работа состоит из нескольких томов, то в первом помещают оглавление всего отчета с указанием номеров томов (в остальных – только своего тома).

Термин «оглавление» не идентичен термину «содержание». Первый применяется, когда части и параграфы работы связаны по содержанию между собой, второй – когда такой тесной связи нет. Поэтому в студенческих работах предпочтительнее использовать термин «оглавление».

Введение, хотя и стоит первым, пишется обычно после завершения работы. Оно может достигать до 5 % объема основного текста. В нем обосновывается актуальность темы исследования, теоретическая значимость и практическая ценность работы. В диссертационных ра-

ботах указываются предмет и объекты исследования, положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая ценность полученных результатов, их апробация.

Основная часть состоит из нескольких глав, которые разбиваются на параграфы. В первой главе, как правило, студент описывает состояние изученности разрабатываемой темы, историю вопроса с перечислением наиболее значимых ученых, причастных к изучению интересующих исследователя вопросов. Анализируются спорные моменты, высказывается свое аргументированное мнение по ним.

Отдельной главой или параграфом обязательно должны быть изложены методические вопросы как полевых работ, так и камеральных. В лесном хозяйстве приходится использовать многочисленные методики по разным аспектам, которые постоянно изменяются и уточняются. На известные и общепринятые методики обычно делается только ссылка. Если же используются свои или малоизвестные разработки, а также дополнения к известным методикам, то их описывают более подробно, чтобы читателю они были максимально понятны.

В конце глав обычно делаются заключения в виде промежуточных выводов.

Заключение в студенческих научных работах обычно не превышает 1-2 страниц. Оно излагается в краткой, четко сформулированной форме, лучше всего по пунктам полученных результатов исследования, указывается возможность внедрения их в производственную практику и даются рекомендации по перспективам дальнейших работ по данной теме.

В **список использованной литературы** включаются только публикации, которые были использованы в научной работе. Он составляется с учетом ГОСТ Р 7.0.5-2008. Способы группировки литературных источников применяют разные, чаще всего алфавитный или в порядке первого упоминания работ в тексте.

При алфавитной группировке источники располагаются в общем алфавите фамилий авторов или заглавий книг (если автор не указан). Авторы-однофамильцев располагают в списке с учетом их инициалов также в алфавитном порядке. Работы одного и того же автора располагаются обычно в хронологии их издания. При алфавитной группировке первоисточников в начале списка часто приводятся нормативно-правовые акты органов власти (конституция, указы, законы,

распоряжения правительства), затем ведомственные нормативно-правовые акты, ГОСТы и ОСТы. После них указываются книги и статьи на русском языке, иностранные источники и последними – интернет-сайты. Иногда иностранные источники отдельно не выделяют.

Группировка первоисточников в порядке упоминания работ в тексте также находит применение. Она позволяет экономить площадь статьи, книги, но имеет и недостаток. При чтении текста публикации не указаны фамилии авторов, на которые делаются ссылки. Неудобен список и для быстрого поиска конкретного автора или работы. Поэтому встречаются научные публикации, в которых первоисточники указываются цифрами в квадратных скобках, а библиография составляется в алфавитном порядке. В этом случае номера первоисточников указываются не в порядке первого упоминания.

В библиографическом описании используются стандартные сокращения часто встречающихся слов и словосочетаний. Например: «М.» – Москва, «лесн. хоз-во» – лесное хозяйство, «Урал. гос. лесотехн. ун-т» – Уральский государственный лесотехнический университет, «науч.-техн.» – научно-техническая. Ниже приводятся примеры библиографического описания.

Статья из журнала

Петров С.С., Сидоров А.А. О резонансах в волноводе / Вестн. Моск. ун-та. Сер.3, Физика. 2001. № 5. С. 23-34.

Родин А.Р. Рост культур сосны и ели // Лесн. хоз-во. 1974. № 12. С. 31-34.

Статья из сборника научных трудов или разового издания

Иванов П.А. Таксационные показатели древостоев // Леса Урала и хоз-во в них: сб. науч. тр. Свердловск, 1970. Вып. 9. С. 121-124.

Егоров И.И. Применение фосфорных удобрений // Пути повышения исследований в лесном хозяйстве: тез. докл. науч.-техн. конф. асп. и мол. ученых. Киров, 1983. С. 101-102.

Статья из газеты

Чемпионы раз в 10 лет / Виктор Серов // Спорт-экспресс. 2005. 21 мая.

Книга

Иванов П.А., Зуев А.А. Гражданское право: учеб. пособие для вузов / под общ. ред. А.Г. Петрова; Моск. гос. юрид. акад. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Юрист, 2002. 532 с.

Леса России: учебн. пособие для вузов / Г.А. Иванов [и др.]; отв. ред. В.В. Белов; С-Петерб. гос. лесотехн. акад. 2-е изд., перераб. и доп. СПб: СПбЛТА, 2001. 328 с.

Издание, не имеющее индивидуального автора

Мелиорация: наука — производству: матер. совещ. / отв. ред. И.К. Серов. СПб: СПбНИИЛХ, 2000. 127 с.

Автореферат диссертации

Иванов И.В. Строение и рост ельников на Урале: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2001. 28 с.

Диссертация

Иванов И.В. Строение и рост ельников на Урале: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02: защищена 21.01.02: утв. 15.07.02 / Иванов Илья Викторович. М., 2002. 288 с. Библиогр.: с.272-286. 03400202466.

Отчеты НИР

Формирование генетической структуры вида: отчет о НИР (промежуточ.): 22-44 / Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства; рук. Джиги А.А.; исполн.: Смирнова В.В. [и др.]. М., 2001. 82 с. Библиогр.: с.80-81. № ГР 01840051145. Инв. № 04534333943.

Стандарты

ГОСТ 7.53-2001. Издания. Международная стандартная нумерация книг. Взамен ГОСТ 7.53-86; введ. 2002-07-01. Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. М.: Изд-во стандартов, 2002. 4 с.

Депонированная работа

Петров П.А., Сидоров Д.А. Управление исследованиями в регионе / Ин-т экономики города. М., 1989. 213 с. Библиогр.: с. 210-211. Деп. в ВИНТИ 12.05.89, № 145765.

Информационный листок

Иванов З.А. Опыт выращивания лесных культур: информ. листок / Свердловский ЦНТИ. № 40-8-7823. Свердловск, 1999. 4 с.

Электронные ресурсы

Энциклопедия зарубежного искусства [Электронный ресурс]. М.: Большая Рос. энцикл., 1996.

Статья из Интернета

ЕЖЕ: все еженедельные обозрения русского Интернета // www.ezhe.com.

Патентные документы

А.с. 1005670 СССР, МКИ³ В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов [Текст] / В.С. Ваулин,

В.Г. Кейман (СССР). № 3465567/25-08; заявл. 23.11.84; опубл. 30.03.85, Бюл. № 12. 3 с.

Приложения по форме могут содержать текст, копии документов, таблицы, графики, рисунки, положения из инструкций и др. Они не включаются в основную часть с целью не загромождать и не увеличивать ее объем. Каждое приложение нумеруется арабскими цифрами без знака «№». Например: «Приложение 1» (без кавычек). Строкой ниже приводится заголовок приложения. Нумерация страниц приложений обязательна и продолжает нумерацию основного текста работы, т.е. делается сквозная. В научных статьях приложения отсутствуют.

5.2. Оформление научной статьи

Научная статья представляется в редакцию в электронном виде и на белой бумаге формата А4 (297х210 мм) с соблюдением полей: левое — 30 мм, правое — 10 мм, нижнее — 20 мм и верхнее — 15 мм.

Нумеруют страницы арабскими цифрами, за исключением первой, в верхнем поле в правом углу без «№» и «стр.» или «с».

Перед заголовком статьи в левой части первой строки указывается ее рубрикация по универсальному десятичному каталогу (УДК). Лесное хозяйство имеет цифровое обозначение 630 (см. п. 3.1).

Например, 630. 524.12. Эта рубрикация применима к заглавию «Видовые числа и коэффициенты ствола». Если заглавие статьи затрагивает несколько рубрикаций УДК, то они проставляются последовательно через двоеточие. Например, 630.241:630.231 («Влияние осветлений и прочисток на естественное возобновление», где 241 — «Осветления и прочистки», 231 — «Естественное возобновление»).

Заглавие статьи набирается на компьютере жирным шрифтом прописными буквами без точки в конце и располагается по центру. Перенос слов в заголовке не допускается.

Ниже заглавия с отступом в два межстрочных интервала (8,5 мм) посередине строки набираются инициалы и фамилия автора, а в следующей строке — организация, в которой выполнена работа. Еще ниже, отступив 3 (иногда 4) межстрочных интервала, набирают текст статьи.

Первый абзац текста, как правило, занимает введение, в котором, как уже было сказано выше, дается обоснование темы исследования, ее актуальность.

Следующий абзац в большинстве публикаций занимает краткий анализ изученности рассматриваемого вопроса или темы с указанием наиболее значимых авторов.

После этого читателя просвещают, где проводились исследования: область, лесничество, кварталы. Дается описание насаждений – классы возраста или возраст, типы леса, другие таксационные показатели. Здесь же, чаще всего в виде таблицы, приводится объем исходного материала – число обмеренных деревьев или их частей, заложенных пробных площадей или учетных площадок.

Ниже отдельным абзацем указывается методика работ. Для полевых измерений важно указать использованные инструменты и приборы, точность измерения тех или иных показателей.

Основная часть содержит анализ полевых измерений. Если были выполнены массовые измерения показателей, обычно выводятся средние значения, основное отклонение, коэффициенты варьирования, точность опыта. В исследованиях по лесному хозяйству широкое применение находят регрессионный, корреляционный и дисперсионный анализы.

Полученные результаты обязательно анализируются. Делается сравнение по типам леса, происхождению (естественные насаждения или лесные культуры), вариантам опыта, проведению рубок ухода и без таковых и др. Кроме того, они сравниваются с подобными исследованиями других авторов в этом, соседних или отдаленных регионах.

При анализе материала часто возникает необходимость в представлении его в виде таблиц и рисунков.

У **таблицы** в правой части пишется слово «Таблица». Когда таблиц две и более, то указывается ее порядковый номер. Например: Таблица 4. В научных работах с главами перед номером таблицы указывается номер главы, а сама нумерация таблиц делается в пределах глав. Например: Таблица 3.2 обозначает ее нахождение в третьей главе под номером 2.

В следующей строке посередине приводится наименование таблицы без точки в конце и без переноса слов.

Заголовочная часть таблицы, называемая головкой, содержит заголовки граф, которые пишутся с прописной буквы и чаще всего в

именительном падеже. При наличии в таблице подзаголовков их набирают со строчной буквы, если подзаголовок образует одно предложение с заголовком графы, или с прописной, если он имеет самостоятельное значение. Диагональные (косые) линии в головке таблиц с надписями по обе стороны черты не рекомендуются, хотя иногда бывают и оправданы. В заголовке следует писать слово «проценты», не заменяя его на «%%». Употребление знака % уместно, если в заголовке указана, например, площадь, а в подзаголовках к нему «га» и «%». В заголовках и подзаголовках точка в конце также не ставится.

При переносе таблицы на другую страницу ее заголовок можно не повторять. При этом в заголовке производят нумерацию граф, которую повторяют на следующей странице. Над перенесенной частью таблицы справа набирается «Продолжение табл.» с указанием номера, например: Продолжение табл. 4.

Крайняя левая графа таблицы называется боковиком. Строки боковика начинаются с прописной буквы, а если в них имеются подчиненные названия, то со строчной.

Графа «№ п/п» допускается для лучшего разграничения рубрик разных ступеней в боковике. Она обязательна, если в тексте есть ссылки на строки таблицы.

Заголовки в таблице «Итого» и «Всего» ставят с учетом следующих требований: «Итого» – к частным, промежуточным итогам, «Всего» – к суммам частных итогов (в боковике выравниваются те и другие по левому краю).

Не рекомендуется в таблицу включать отдельную графу «Единицы измерения». Их приводят в боковике или в заголовках граф. Если все данные таблицы выражены одной и той же единицей измерения, то она указывается после заголовка таблицы. При этом от заголовка ее отделяют запятой. Допускается также единицы измерения указывать в заголовке таблицы, если они занимают преобладающее положение. Остальные единицы в этом случае указывают при заголовках соответствующих граф.

Однородные числовые данные в таблице располагаются так, чтобы их классы совпадали. Например, данные измерения высот деревьев, м: 21,1; 17,3; 15,1; 18,0 (а не 18). За кажущейся «мелочью» лежит глубокий смысл: если указано число 18,0, значит измерение проведено с градацией (точностью) до 0,1 м, а если 18 – до 1 м.

При отсутствии в части строк и граф цифр обычно ставят тире. Если в следующей строке текст повторяется, его можно заменить словами «То же» или кавычками. В строках таблицы текст печатается с прописной буквы. Пример оформления таблицы приведен ниже (табл. 5.1).

В тексте обязательно должна быть ссылка на помещенную в статье таблицу. Например: «В табл.5.1 приведен объем исходного полевого материала, взятого для исследования».

Таблица 5.1

Объем полевого материала

Выполненные работы	Выйское лесничество		Ейское лесничество	Итого
	кв.1-77	кв.78-141		
Таксация площадей, га	2100	1870	2710	6680
Промер просек, км	36	25	-	61
Заложено пробных площадей, шт.	4	5	12	21
Обмер деревьев, шт.	88	31	105	224

Наряду с таблицами в научной статье используют графики, диаграммы, схемы, тематические карты, рисунки и фотографии. В заголовках все они именуются рисунками. Рисунки всегда облегчают и ускоряют усвоение и осмысливание материала.

На графиках по осям координат указывают условные обозначения, а на самих осях — числовые значения. Часто их снабжают координатной сеткой или отмечают числовые значения штрихами в масштабе под осью абсцисс и слева от оси ординат. Рабочее поле графика должно быть максимально использовано. Для этого нужно найти минимальные и максимальные значения по оси абсцисс и по оси ординат и выбрать соответствующие масштабы. Начальные значения на осях могут начинаться не с нуля, а близкого к минимальному значению показателя. На графике не следует показывать больше координат, чем этого требует шкала.

Все иллюстрации сопровождаются (рис. 5.1) подписью, включающей порядковый номер. В научной работе с главами, как и в таблице, у рисунка проставляется вначале номер главы.

Элементы графиков, диаграмм, рисунков и фотографий могут обозначаться цифрами или условными знаками, пояснение (расшифровка) которых обычно приводится под заголовком иллюстрации. При этом шрифт пояснения выбирают мельче основного текста.

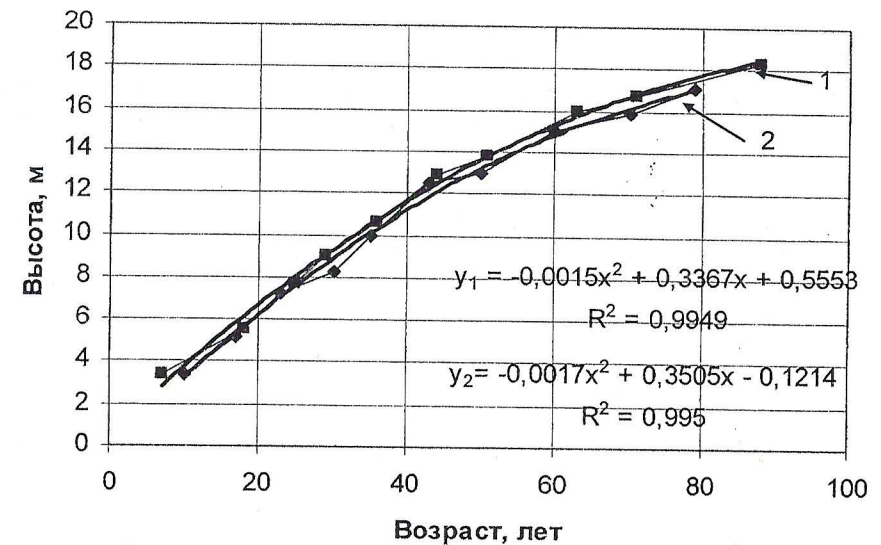


Рис. 5.1. Ход роста по высоте древостоев сосны типов леса С ртр (1) и С яг (2)

В лесохозяйственных публикациях нередко приводятся схематические карты в виде части планшетов, планов лесонасаждений, планов лесных питомников, тематических схем. К ним, как правило, добавляют экспликацию (истолкование) в форме таблицы с условными знаками и их пояснением в соответствии с лесным картографированием.

На приведенный в публикации рисунок обязательно в тексте, так же как и на таблицу, должна быть ссылка. Например: «Схема на рис.3 наглядно показывает...» или «В возрасте 65 лет прирост по объему достигает максимальной величины (рис. 2)».

Формулы в текстах научных публикаций встречаются довольно часто. Их обычно располагают отдельными строками посредине листа. При наличии нескольких формул проставляется их сквозная нумерация (с правой стороны в скобках) с целью облегчения ссылок на них в тексте. Небольшие несложные формулы иногда размещают внутри строк текста.

После анализа полученных результатов делаются необходимые выводы, заключение. Заканчивается статья списком использованной литературы.

К статье прилагается **аннотация** на русском и иностранном (последнее не всегда) языках. Аннотация (от лат. *annotatjo* – замечание) – краткая характеристика публикации. В ней приводятся краткие сведения об объекте исследования, содержании, научном и практическом значении статьи.

Кроме аннотации, а иногда вместо нее, к статье прилагается ее **реферат**. Он выполняет функцию афиши. Реферат к статье содержит не более 80 слов и по объему представляет увеличенную в 1,5-2 раза аннотацию того же содержания. В нем дополнительно указывается объем статьи (число страниц), количество таблиц, рисунков и библиографии.

5.3. Язык и стиль научной работы, сокращение слов

Научные публикации предназначаются для определенного круга специалистов, а не для массового читателя. Поэтому в них часто применяют специальные термины и определения, позволяющие точно формулировать мысль и однозначно понимать написанный текст, который (как и любой другой) должен читаться легко, а смысл слов восприниматься без затруднений.

Язык науки отличается как от разговорного, так и от литературного. В сравнении с литературным он хотя и обладает меньшим словарным запасом, но зато точнее, яснее, исключает неопределенности, двусмысленность. Переходы в научном изложении более логичные, нежели стилистические. В лесохозяйственных исследованиях используют свою терминологию. Поэтому разработаны и применяют термины и определения по лесоводству, лесной таксации и лесоустройству, лесным культурам, лесной пирологии, ландшафтному строительству и др.

Изложение состоит главным образом из рассуждений с целью доказательства истины, полученной в результате исследования. Изложение ведется обычно от третьего лица, авторское «я» стараются не выпячивать. Например, «автор считает...». Иногда применяют выражение «По нашему мнению», стараясь как бы подчеркнуть точку зрения не только свою, а группы ученых, разделяющих ее. Применительно к публикации студента подразумевается, кроме автора, его научный руководитель.

В одной публикации нежелательно использовать смысловые термины-синонимы. Например, сумма площадей сечений и абсолютная полнота, класс бонитета и бонитет.

В тексте научной работы часто делаются ссылки на других ученых. Ссылки применяют в следующих вариантах.

1. Приводятся фамилии ученых и год публикации данной работы. Например: «Данный вопрос изучали многие ученые (Еремеев, 1957; Колесников, 1966а,б; Воропаев, 1979, 1988; Игнатьев, 2007 и др.)». Буквы «а» и «б» у 1966 г. указывают на две работы данного автора. Фамилии ученых приводятся без инициалов. Работы располагают с ранжированием годов от более старых к последним.

2. Приводятся инициалы и фамилии авторов, а также год публикации. Например: «Лесорастительное районирование области выполнено проф. Б.П. Колесниковым (1969)».

3. Ссылка на публикации делается в виде цифр, заключенных в квадратные скобки. Наименование работ и их авторы приводятся в библиографии под соответствующими номерами. Например: «Рубки ухода на Урале изучали ряд ученых [4, 5, 7]».

4. В тексте приводится дословная цитата другого ученого. Она заключается в кавычки, а в круглых скобках указывается год издания публикации и страница, на которой она напечатана. Например: «Выдающийся ученый-лесовод проф. Г.Ф. Морозов утверждал, что «лес – явление географическое» (1913, с. 138).

5. Если автор, приводя цитату, выделяет некоторые слова в ней жирным шрифтом, курсивом, подчеркиванием или разрядкой, то он должен это специально оговорить. Обычно после цитаты в круглых скобках пишется с инициалами имени и фамилии автора: «Подчеркнуто мною. – И. К.», «Выделено мною. – И. К.», «Курсив наш. – И. К.», «Разрядка наша. – И. К.».

В тексте научной публикации часто делаются сокращения слов. Правила сокращения установлены ГОСТ 7.12 – 93 «Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила». В текстах применяют общепринятые сокращения слов:

- после перечисления, например: и др. (и другие), и т. д. (и так далее), и т.п. (и тому подобное), т.е. – то есть, и пр. (и прочее). Но: «Иванов, Перов и другие ученые», «и прочие показатели»;
- при цифрах, например: 2010 г., 2 тыс., 150 млн;
- при внутритекстовых ссылках, например: с. 23 (страница 23), табл. 1 (таблица 1), рис. 2 (рисунок 2), гл. 6 (глава 6), п. 4 (пункт 4), т. 2 (том 2), ч. 2 (часть 2);

- при географических названиях, например: г. Москва, Свердловская обл., с. Елань, д. Истоур.

- в словах: акад. – академик, проф. – профессор, доц. – доцент, ж.д. – железная дорога.

При сокращениях должно оставаться не менее двух букв, например: см. – смотри, им. – имени, оз. – озеро (при названии).

Сокращения до одной начальной буквы допускаются в оговоренных случаях. Например: г. – год (при цифрах), к. – копейка (при цифрах), р. – рубль (при цифрах), с. – страница (при цифрах и в примечании), т. – том (при цифрах и примечании), ч. – часть, р. – река (при названии), о. – остров (при названии).

Не рекомендуется сокращать слова в тексте «так как», «например», «так называемый».

Точка у сокращенной части слова не ставится:

- в буквенных аббревиатурах, например: РСФСР, УГЛТУ, ППП – постоянная пробная площадь, ТДПП – таксационно-дешифровочная пробная площадь, УУОЛ – Уральский учебно-опытный лесхоз;

- в сокращениях, образованных удалением гласных, например: млрд, млн;

- после сокращенных единиц физических величин, например: 10 г, 15 кг, 1 ц, 3 т, 15 мм, 30 см, 25 м, 1 км;

- если сокращение образовано изъятием средней части слова с заменой ее дефисом, например: р-н (район), хоз-во (хозяйство), изд-во (издательство), ин-т (институт);

- при графическом обозначении сокращения косой чертой, например: п/п – по порядку;

- в середине удвоенного однобуквенного графического сокращения, например: вв. (веков), гг. (годов), пп. (пунктов), тт. (томов).

В рубриках перечисления, если они разделяются точкой с запятой, числа или литеры пишутся со строчной буквы. Если после цифры или литеры рубрики ставится точка, то слова набираются с прописной буквы.

Пример 1. Для измерения диаметров стволов применяются:

- а) мерная вилка;
- б) мерная скоба;
- в) штангельциркуль.

Пример 2. Для измерения высот деревьев применяются следующие приборы.

1. Высотомеры.

2. Телереласкоп.

3. Эклиметр.

При перечислении однородных чисел (величин и отношений) единицы измерения (в сокращенном виде) ставятся только после последней цифры, например: 8, 12, 34, 42 мм. Допускается использовать буквенно-цифровую форму, например: 1-,2-,3-секционная проба или 5-км расстояние.

Однозначные количественные числительные, если при них нет единиц измерения, пишутся словами, так же как и однозначные и многозначные порядковые числительные, например: пятый, тридцать первый.

Если порядковые числительные входят в сложные слова, то они пишутся в тексте цифрами, например: 10-литровая емкость, 20-метровый базис измерения высот деревьев, 30-граммовая гиря, 40-процентный раствор (или в 40 % растворе).

В падежном окончании порядковые числительные, приведенные арабскими цифрами, имеют одну букву, если оканчиваются на согласную или две гласных, например: 10-й, а не 10-тый или 10-ый; 25-я, а не 25-ая, 80-х, а не 80-ых. Если они оканчиваются на гласную букву, то в сокращении указываются две буквы. Например: 5-го (а не 5-о или 5-ого).

При перечислении нескольких порядковых числительных падежное окончание ставится только один раз или не ставится совсем, например: «древостои 1 и 2-го классов бонитета» или «древостои 1 и 2 классов бонитета».

Не рекомендуется использовать знак тире при обозначении диапазона величин, когда тире может быть принято за знак минус, например: $-5...+10^{\circ}\text{C}$ (а не $-5 - +10^{\circ}\text{C}$), X равен $5...10$ м или X равен от 5 до 10 м (а не $X = 5-10$ м).

Расположение чисел в диапазоне принято обозначать от меньшего к большему, от нижнего предела к верхнему, например: с 5-го по 20-й, 60-85 %.

5.4. Доклад на научной конференции

Студент, учась в вузе, приобретает навыки устного сообщения на определенную тему. Научный доклад предназначен для прочтения на научном студенческом кружке при кафедре, научной студенческой

или другой конференции, семинарском занятии, при защите выпускных работ бакалавров, дипломных работ и проектов, магистерских диссертаций.

Текст доклада следует тщательно подготовить, написав в стиле устной речи. Он не должен являться неким творением-экспромтом.

На выступлениях докладчику отводится определенное время, которое не принято превышать. Поэтому, готовя текст доклада, необходимо иметь это в виду.

Структура доклада во многом повторяет научную статью: введение (актуальность темы), сведения о месте проведения исследований, методика работ, объем исходного материала, полученные результаты, их обсуждение и выводы. Основную часть времени докладчик должен посвятить обсуждению результатов исследования и выводов из них.

Задача докладчика – доказать и обосновать свои выводы. Речь докладчика должна быть грамотной: с правильным произношением слов, ударением в словах, и не представлять смесь студенческого сленга и молодежного стеба. Не следует свою речь усложнять придаточными предложениями, деепричастными оборотами, различного рода эпитетами. Говорить нужно достаточно громко, ясно и четко, в среднем темпе без скороговорки, как и без медленного произношения и больших пауз. Изложение должно быть логичным. Высказываться следует более короткими, чем в письме, четкими фразами. Думается, что все эти пожелания известны читателю, а их напоминание ставит целью заострить внимание на их важности.

Вступительная часть доклада должна быть максимально короткой. Также без лишней детализации сообщается о месте проведения исследований, объеме полевых работ и методиках сбора и обработки материалов. Основное время в докладе должно быть посвящено полученным результатам, т. е. констатации полученного результата или факта, и четким кратким выводам.

Доклад обычно сопровождается иллюстративным материалом, который заранее должен быть подготовлен (чаще всего на компьютере), так же как и демонстрационная аппаратура. Демонстрируемые таблицы, графики располагаются последовательно с частями доклада и служат как бы путеводителем лектору. Они отражают обычно самые важные места доклада. При этом не следует перегружать иллюстрации цифровой и буквенной информацией. Как цифры, так и

текстовая часть должны без особого труда прочитываться слушателем с удаленного места аудитории. Иногда практикуют дублирование наглядной иллюстрации в виде раздаточного материала (в нескольких экземплярах).

Выступление завершается заключением в виде выводов и предложений. Обычно его начинают словами: «Таким образом...» или «Следовательно ...», «В целом наши исследования доказывают...». Желательно в конце поблагодарить своего научного руководителя, а заключительная фраза доклада носит как бы стандартный характер: «Благодарю за внимание, доклад окончен».

Первые доклады начинающий лектор обычно делает «по бумажке», т. е. читает заранее написанный текст. Это позволяет чувствовать себя увереннее и уложиться в отведенное время. В последующем, накопив опыт публичных выступлений, ученые выступают часично, а потом и полностью «без бумажки».

По докладу у слушателей, как правило, возникают вопросы. При ответах на них нужно стремиться избегать многословия, всегда помнить, что хороший ответ – краткий и конкретный. При этом не следует переходить в дискуссии к спору, при выступлении и ответах на вопросы быть сдержанным, не говорить слишком тихо, но и не кричать. Так как ответ – это экспромт, необходимо строго следить за своей речью, чтобы ответ не засорялся общими фразами и жаргонными словами. Если в ответе на вопрос докладчик употребил многократно одно и то же слово или типа «прикольно», «короче», он всегда будет плохо принят аудиторией.

Должна быть опрятность в одежде и соответствующее поведение докладчика. Не следует отворачиваться от аудитории, глядя в окно, не размахивать руками, не делать резких шагов. При отсутствии указки иллюстративный материал предпочтительно показывать письменной ручкой или карандашом, а не пальцами или рукой.

После написания доклада и его редактирования следует провести хронометраж будущего выступления. При этом желательно попросить товарища или подругу, чтобы они выступили в качестве критически настроенных слушателей. Чтобы они обратили внимание на скорость произношения слов (темп должен быть средним) и громкость. Следует помнить, что показ и анализ иллюстративного материала также занимает время. Довольно часто студенты увлекаются при пояснении иллюстраций, забывая о времени, отведенном для со-

общения. Критический анализ будущего доклада хорошо делать по его магнитофонной записи, так как на ней явственнее проступают все огрехи и недостатки.

Для предварительного ознакомления с основными положениями выступающих издают (не всегда) *тезисы докладов*. В них приводятся в сжатой форме основные результаты исследования и выводы по ним. Объем тезисов доклада – от 0,5 до 3 страниц набранного на компьютере текста.

5.5. Общие рекомендации по написанию рефератов, курсовых и дипломных работ (проектов)

Реферат составляется к научной монографии или дипломной работе, проекту (см. п. 5.1), научной статье (п. 5.2), а также может представлять собой специальную научно-исследовательскую работу студента. Реферат представляет собой анализ содержания научных трудов по выбранной теме: монографий, научных статей, учебных пособий. Начинаящие исследователи чаще всего пишут обзорные и методические рефераты.

В *обзорном* реферате по заданной теме привлекаются возможно полно все научные публикации. Они могут быть сгруппированы по разным вопросам. Автор реферата анализирует их содержание и дает критический анализ. При написании такого реферата повышаются знания студента. Ему становятся известны фамилии ученых, работавших и работающих по данной теме, методики работ, полученные результаты.

В *методическом* реферате обычно анализируют различные методики, приемы и способы при конкретном исследовании. Детальный анализ каждого метода позволяет выявить его достоинства и недостатки. Так, например, при определении запаса древостоя на 1 га применяют метод пробных площадей с обмером модельных или учетных деревьев, с использованием таблиц объемов стволов, стандартной сумм площадей сечений и запасов и др. Методы отличаются как по точности, так и по трудоемкости работ.

Для написания реферата студенту требуется отыскать необходимую литературу, а затем ее изучить. Первые работы обычно реко-

мендует преподаватель, но последующий их поиск и анализ лежат на студенте.

Студенты иногда пишут рефераты по отдельным темам изучаемых дисциплин из числа отводимых учебным планом для самостоятельной проработки. Содержание таких рефератов – усвоение материала, правильная интерпретация рассматриваемых вопросов. Форма представления такого реферата оговаривается с преподавателем. Он может быть набран на компьютере или представлен в рукописи. Объем его должен быть не менее 5 страниц, а при обзорных и методических рефератов – до 15.

Реферат состоит из титульного листа, оглавления, введения, основной части, заключения и списка использованной литературы. Он сдается на проверку преподавателю. Зачету реферата обычно предшествует его защита.

Курсовая работа – это письменная работа студента на определенную тему, предусмотренная учебным планом. Она не является научной работой, но служит промежуточным звеном к ней. Действительно, целью курсовой работы является усвоение материала по учебной дисциплине, углубление знаний. Навыки работы с литературой, самостоятельное изложение мыслей, умение правильно делать ссылки на источники и формулировать выводы, а также оформление курсовой работы, – все это пригодится студенту при написании настоящей научной публикации. В курсовой работе студент овладевает навыками научного мышления.

Объем курсовых работ может достигать 20-30 страниц. В работе должен быть титульный лист, оглавление, введение, основная часть, заключение, список использованной литературы и приложения.

Курсовой проект отличается от работы большим объемом, самостоятельным расчетом необходимых данных по выданному заданию. Написание проекта, как правило, аналогично написанию курсовой работы.

Дипломная работа. На лесохозяйственном факультете студенты защищают *дипломные проекты* и *дипломные работы*. Дипломный проект предполагается внедрять в производство. Он обязательно содержит экономические расчеты по эффективности предлагаемых новшеств на предприятии, для которого проект разрабатывается. Дипломная работа в отличие от проекта может не иметь экономического обоснования. Она является научным исследованием, результаты ко-

торого могут иметь научное и практическое значение. Ее выполнение, как правило, является частью работ по научной теме кафедры или факультета. Многие студенты для написания дипломных работ начинают «собирать» полевой материал в период летних каникул в экспедициях уже после 2-го и даже 1-го курса. Отдельные студенты к защите дипломных работ уже имеют по несколько публикаций. Как правило, именно они потом поступают на учебу в аспирантуру и становятся молодыми учеными.

Объем дипломной работы – примерно до 100 страниц. Тема должна быть актуальной, соответствовать перспективам развития науки, техники и производства. Структура дипломной работы включает титульный лист, задание, реферат, содержание, введение, главы основной части, заключение (выводы), список использованной литературы и приложения.

В основной части обычно дается подробный анализ литературных источников по теме, методика полевого сбора материала и его камеральной обработки. Обработка материала выполняется с использованием прикладных программ, математических методов на персональных компьютерах. Собранный полевой материал оценивается с точки зрения его полноты, надежности выводов. Он представляется в виде таблиц, графиков и т.п. с подробным научным анализом.

Заключение содержит общие выводы по дипломной работе. Их чаще всего излагают по пунктам с краткой, но четкой формулировкой.

5.6. Особенности научного мышления и научного труда

Главными особенностями научного мышления являются объективность и доказательность. Кроме того, имеют место толерантность, готовность обновлять методики исследований, системность, логичность.

Для доказательства научного утверждения необходимо иметь объективный исходный материал в достаточном количестве, обработанный современными математическими методами с вычислением ошибок средних значений, коэффициентов сходства или различия с использованием апробированных компьютерных программ.

Толерантность – способность учитывать критику, чужое мнение, которое лучше согласуется с фактами. Ученый свои научные результаты обсуждает с коллегами, выступая с докладами на научных конференциях, семинарах, отвечает на вопросы, получает одобрение и слышит критику в свой адрес. Он должен уметь отстаивать свою позицию, порой идущую вразрез с мнением известных и авторитетных ученых. «Всякое открытие проходит три стадии: этого не может быть – в этом что-то есть – это бесспорно», – поговорка, указывающая, что признание большого или малого открытия приходит далеко не сразу.

Стремление и постоянная готовность познать новое является также важной чертой ученого. Всю свою творческую жизнь он накапливает знания, прочитывая большое количество статей и книг по своей специальности. Методики исследования совершенствуются, предлагаются новые с использованием передовой техники. С годами нарабатывается навык к научному труду, а с накоплением научного потенциала изменяются, совершенствуются взгляды ученого. Меняется даже его характер. В ученом вырабатывается творческий стиль мышления, включающий интуицию, системность (стремление расположить факты в систему), логичность (последовательность в изучении и изложении материала), нешаблонность подходов в решении проблем.

Научный труд представляет собой творческую работу, основной задачей которой является установление научного факта, открытия, стремление показать их теоретическое и практическое значение. Жизнь в творческом режиме – это постоянное движение вперед, к новым личным «вершинам», которые покоряет всю свою жизнь каждый научный работник.

Честность – важная черта характера ученого. Проверить правильность полевых измерений, всех других используемых материалов не только затруднительно, а в некоторых случаях даже невозможно. На нем лежит ответственность за приводимый в публикации материал. От этого зависит его научная и человеческая репутация. Не допустим сознательный (умышленный) обман или подтасовка фактов. Цель ученого и его долг – поиск истины. «Понятие долга – общее и у солдата в армии, присягнувшего защите Отечества, и у ученого, присягнувшего поиску Истины» (Усольцев, 2008, с. 99).

Будущим ученым полезно знать, что научные работники трудятся, как правило, в небольших коллективах лабораторий. Порой

«ужиться» в них бывает нелегко, принимая во внимание, что творческие люди по характеру, как правило, индивидуалисты, с немалыми научными амбициями.

Контрольные вопросы

1. Как структурно оформляется научная статья?
2. Правильное оформление таблиц, рисунков.
3. Оформление списка использованной литературы.
4. Сокращение слов в научной работе.
5. Как строится доклад на научную тему?
6. Какие общие требования к написанию реферата и аннотации к статье?
7. Каковы особенности научного мышления и научного труда?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научные исследования в лесном хозяйстве затрагивают весьма обширный круг проблем (от аэрокосмических до наземных) по ботанике, дендрологии, физиологии растений, биологии зверей и птиц, почвоведению, лесоводству, лесной селекции, таксации и пирологии, лесоустройству, зеленому строительству, лесным культурам и экономике. Каждая из них требует своих методических разработок при изучении конкретных вопросов. Поэтому автор при изложении материала ограничился лишь общими сведениями о научном труде и некоторыми методическими советами, касающимися преимущественно одного (главного) компонента леса — древостоя. Они могут быть полезны студенту, делающему первые шаги в научном исследовании, а также аспиранту, который науке, возможно, посвятит всю свою жизнь.

Студенты по-разному относятся к данной дисциплине. У одних цель — как можно быстрее получить положительную оценку своей работы (зачет). Они готовы взять любую тему, лучше самую легкую, быстрее ее выполнить, нередко списывая из Интернета и других источников без самостоятельного анализа.

Другие студенты, пусть их и меньшинство, по складу своего характера наиболее соответствуют научным занятиям. Они чаще всего вдумчиво подходят к изучению любого вопроса, начиная с выбора темы научной работы, ее новизны, актуальности, методики полевых и камеральных работ и заканчивая оформлением результатов исследования. Эти студенты, как правило, прорабатывают много литературных источников, знают предмет исследования глубже, основательнее. Слушая их доклады на научных конференциях, при защите дипломных работ, преподаватель ощущает полезность своего труда и радость за подготовку хорошего специалиста. Именно этим студентам в первую очередь и адресовано данное пособие.

Научная работа — это поиск нового, истины. Она отнимает у человека много времени. Поэтому молодой человек, связывающий свое будущее с наукой, уже в студенческие годы столкнется с самоограничением, жертвенностью, отказом от чего-то другого и даже аскетизмом. Не случайно в ходу поговорка: «Наука требует жертв». Даже при таланте только систематический самоотверженный труд выводит человека на самые передовые рубежи в науке и жизни. Все великие ученые были большими тружениками, «трудоголиками», посвящали научной работе большую часть своего времени, которое очень ценили, а потому строго учитывали. Великому русскому ученому-физиологу И.П. Павлову (1849-1936) принадлежат следующие слова: «Наука требует от человека всей его жизни. И если бы у вас было бы две жизни, то и их бы не хватило вам. Большого напряжения и великой страсти требует наука от человека». Не только карьера, а стремление победить себя, поднявшись выше в своих знаниях, являются мощным движущим стимулом и фактором развития человека, который по своей природе — существо всегда ищущее, познающее окружающую действительность.

Овладев навыками научного исследования и написания исследовательской работы, инженер лесного хозяйства будет более успешным в своей работе по специальности. У него появится дополнительное желание к чтению научной литературы, повышению уровня своих знаний.

Сейчас везде — науке слово,
Ее сегодня звездный час.
В наш век она всему основа,
Ведет она к высотам нас.
К ученью должен ты стремиться,

Не отвергай совет простой –
Листай же книжные страницы,
Как борозду за бороздой.

Ведь в книгах опыт поколений
И знаний чистое зерно.
В твоих делах и устремленьях
Пусть колос выбросит оно.

Так черпай мудрость полной мерой,
Упорно знания умножай.
И можешь быть вполне уверен –
Богатый снимешь урожай.

П. Бровка

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Большая Российская энциклопедия: в 30 т. / науч. ред. Ю.С. Осипов и др. 2004-2010. Т. 1-16.

Букштынов А.Д. и др. Леса (Природа мира). М.: Мысль, 1981. 315 с.

Бурова Н.В., Феклистов П.А. Антропогенная трансформация пригородных лесов. Архангельск: АГТУ, 2007. 264 с.

Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 178 с.

ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М.: Изд-во стандартов, 2008. С. 41-47.

Дворецкий М. Л. Практическое пособие по вариационной статистике. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 102 с.

Двухсотлетие учреждения Лесного департамента. М.: ВНИИЦ-лесресурс, 1998. 243 с.

Деревья и кустарники СССР: в 6 т. М.;Л.: АН СССР, 1949-1962.

Доспехов В.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М.: Колос, 1972. 207 с.

Древесные породы мира: справочник: в 3 т. / под ред. Г.И. Воробьева. М.: Лесн. пром-сть, 1982.

Краткая Российская энциклопедия. М.: БРЭ ОНИКС XXI век, 2003. Т. 2. 1135 с.

Кузнецова Л.Н. Основы научных исследований: учеб. – практ. пособие. Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2004. 132 с.

Леса СССР: в 5 т. / гл. ред. А.Б. Жуков. М.: Наука, 1966-1970.

Лес России: энциклопедия. М.: Больш. Рос. энцикл., 1995. 447 с.

Лесная энциклопедия: в 2 т. / гл. ред. Г.И. Воробьев. М.: Сов. энцикл. 1985. Т. 1. 563 с.; 1986. Т. 2. 631 с.

Нагимов З.Я., Шевелина И.В., Коростелев И.Ф. Лесотаксационные приборы и инструменты. Устройство и применение: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2003. 142 с.

Нагимов З.Я., Коростелев И.Ф., Шевелина И.В. Таксация леса: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2006. 300 с.

Назаров И.В. История и философия науки: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. 170 с.

Павлов И.П. Лекции по физиологии. 1912-1913. М.: Изд-во АМН СССР, 1952. 332 с.

Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Минск: Высш. шк., 1964. 327 с.

Рузавин Г.И. Методология научного исследования: учеб. пособие. М., 1999. 276 с.

Сабитов Р.А. Основы научных исследований: учеб. пособие. Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2002. 138 с.

Смолоногов Е.П. Использование скользящего диаметра при морфоструктурном анализе древостоев // Леса Урала и хоз-во в них: сб. науч. тр. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2001. Вып. 21. С. 201-209.

Столетие учреждения Лесного департамента. СПб: Типолитграфия Ю.Я. Римана, 1898. 252 с.

Терентьев П. В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии: учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1977. 152 с.

Усольцев В.А., Залесов С.В. Методы определения биологической продуктивности насаждений: моногр. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. 147 с.

Усольцев В.А. Русский космизм и современность: учеб. пособие для аспирантов. Екатеринбург: Банк культурной информации. 2008. 128 с.

Чмыр А.Ф., Маркова И.А., Сеннов С.Н. Методология лесоводственных исследований: учеб. пособие для вузов. СПб: СПбЛТА, 2001. 96 с.

Шкляр М.Ф. Основы научных исследований: учеб. пособие. Изд. 2-е. М.: ИТК «Дашков и К⁰», 2008. 244 с.

Энциклопедия лесного хозяйства: в 2 т. / гл. ред. С.А. Родин. М.: ВНИИЛМ, 2006. Т. 1. 424 с.; Т. 2. 416 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Рекомендуемая литература

А. ГОСТы, ОСТы

ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин. Взамен ГОСТ 8.417-81; введ. 2003-09-01. М.: Изд-во стандартов, 2003. 46 с.

ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. Взамен ГОСТ 7.32-91; введ. 2002.07.01. М.: Изд-во стандартов, 2001. 27 с.

ГОСТ 7.12 – 93. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Взамен ГОСТ 7.12-77; введ. 1995-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1995. 24 с.

ГОСТ 15.011-96. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. Введен (впервые) 1996.01.01. М.: Изд-во стандартов, 1996. 25 с.

ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М.: Изд-во стандартов, 2008. С. 41-47.

ОСТ 56-69-83. Площади пробные, лесоустроительные. Методы закладки. Введ. впервые 1984.01.01. М. Изд-во стандартов, 1984. 61 с.

ОСТ 56-81-84. Полевые исследования почв. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам. Введ. (впервые) 1985.01.01. М.: Изд-во стандартов, 1985. 48 с.

Б. Монографии, методические пособия

Гусев И.И. Моделирование экосистем: учеб. пособие. Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2004. 112 с.

Двухсотлетие учреждения Лесного департамента. М.: ВНИИЦ-лесресурс, 1998. 243 с.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). 5-е изд. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Загребев В.В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 240 с.

Кобранов Н.П. Обследование и исследование лесных культур. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 214 с.

Кузин Ф.А. Магистерская диссертация. Методика написания, правила оформления и процедура защиты. М.: Ось-89, 1998. 302 с.

Кузин Ф.А. Диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты: практ. пособие для докторантов, аспирантов и магистрантов. 2-е изд. М.: Ось-89, 2001. 320 с.

Кузин Ф.А. Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты. 6-е изд. М.: Ось-89, 2003. 224 с.

Леса СССР: в 5 т. / гл. ред. А.Б. Жуков. М.: Наука, 1966-1970.

Леса Урала / ред. М.Е. Ткаченко. Свердловск: Урал. фил. АН СССР, 1948. 232 с.

Свалов С.Н. Применение статистических методов в лесоводстве. М.: Лесн. пром-сть, 1985. 164 с.

Терентьев П. В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии: учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1977. 152 с.

Усольцев В.А., Нагимов З.Я. Методы таксации фитомассы деревьев. Свердловск: Урал. лесотехн. ин-т, 1988. 44 с.

Усольцев В.А., Нагимов З.Я. Методы таксации фитомассы древостоев. Свердловск: Урал. лесотехн. ин-т, 1988. 46 с.

Усольцев В.А., Залесов С.В. Методы определения биологической продуктивности насаждений: моногр. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. 147 с.

Чмыр А.Ф., Маркова И.А., Сеннов С.Н. Методология лесоводственных исследований: учеб. пособие для вузов. СПб.: СПбЛТА, 2001. 96 с.

Энциклопедия лесного хозяйства: в 2 т. / гл. ред. С.А. Родин. М.: ВНИИЛМ, 2006. Т. 1. 424 с.; Т. 2. 416 с.

В. Реферативные журналы

Ботаника

Геодезия и аэросъемка

Лесоводство и лесоведение (электронная версия)

Картография (электронная версия)

Охрана и улучшение городской среды

Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов

Почвоведение и агрохимия

Проблемы окружающей среды и природных ресурсов

Физиология и биохимия растений

Г. Научные и научно-производственные журналы, сборники

Ботанический журнал

Лесной вестник

Живой лес

Землеустройство, кадастр и мониторинг

Защита и карантин растений

Ландшафтная архитектура. Дизайн

Ландшафтный дизайн

Леса России и хозяйство в них

Лесная таксация и лесоустройство

Лесное хозяйство

Лесоведение

Летопись авторефератов диссертаций

Охота и охотничье хозяйство

Природа

Природа и человек – XXI век

Проблемы окружающей среды и природных ресурсов

Растительность России

Физиология растений

Хвойные бореальные зоны

Экология

Д. Журналы-вестники и «Известия»

Московского университета (серии: «Биология», «Почвоведение»)

Санкт-Петербургского университета (серия «Биология»)

Уральского государственного университета

Уральского отделения РАН (Наука, общество, человек)

Московского государственного университета леса

Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии

Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии

Известия ВУЗ (серия «Биологическая»)

Известия РАН (серия «Биологическая»)

90 15

Электронный архив УГЛТУ

Учебное издание

Иван Федорович Коростелев

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Редактор Е.Л. Михайлова

Подписано в печать 05.05.2011.	Формат 60×84 1/16.
Печать офсетная.	Уч.-изд. л. 4,32.
Усл. печ. л. 5,58.	Тираж 100 экз. Заказ № 85.

ГОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Тел. 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел.

Отпечатано с готового оригинал-макета
Типография «Уральский центр академического обслуживания»
620990, Екатеринбург, ул. Первомайская, 91