



Н.Н. Чернов
Г.Г. Терехов

**Подготовка выпускной
квалификационной работы
(дипломное проектирование)**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра лесных культур и биофизики

ФГБУН Ботанический сад УрО РАН

Отдел лесоведения

Н.Н. Чернов

Г.Г. Терехов

Подготовка выпускной квалификационной работы (дипломное проектирование)

Учебно-методическое пособие для бакалавров и магистров
очной и заочной форм обучения
по направлению подготовки «Лесное дело»,
дисциплина «Лесные культуры»

Екатеринбург
2017

Печатается по решению методической комиссии ИЛП.
Протокол № 2 от 26 октября 2016 г.

Рецензент – Г.А. Годовалов, доцент кафедры лесоводства
канд. с.-х. наук.

Редактор А.Л. Ленская
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упова

Подписано в печать 17.10.2017

Плоская печать

Заказ №

Формат 60x84 1/16

Печ. л. 3,35

Поз. 31

Тираж 10 экз.

Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

1. СТРУКТУРА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРОВ

Выпускная квалификационная работа – это научная или проектная работа, отражающая результаты выполненных автором научных исследований (проектных изысканий) и представленная им на защиту в государственную экзаменационную комиссию.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) в виде рукописи имеет следующую структуру:

- титульный лист;
- реферат;
- содержание (оглавление);
- введение;
- основная часть (вводная часть, пояснительная записка с текстовым и графическим материалом, исследовательская часть, проектная и экономическая части);
- заключение;
- список сокращений и условных обозначений;
- список литературы;
- приложения.

1.1. Оформление структурных элементов ВКР

Титульный лист является первой страницей ВКР, служит источником необходимой информации. На титульном листе приводят следующие сведения: 1) название темы в строгом соответствии с приказом по УГЛТУ (например «Проект культур... в предприятии...»); 2) Министерство образования и науки РФ; 3) Уральский государственный лесотехнический университет; 4) название кафедры (каждая организация в одну строчку); 5) ниже (4 интервала) – название ВКР (заглавными буквами); 6) фамилия, имя, отчество (при наличии) обучающегося, фамилия, имя отчество, учёное звание и учёная степень руководителя и научных консультантов, заведующего кафедрой; 7) место и год написания ВКР. На титульном листе номер страницы не ставят. Нумерацию начинают со 2-й страницы. Все страницы нумеруют подряд, в том числе занятые рисунками, приложением(ями). Порядковый номер печатают в середине верхнего поля.

Реферат содержит сведения о содержании ВКР: её объём, количество иллюстраций и таблиц, приложений, перечень ключевых слов или словосочетаний, а также краткое изложение полученных результатов. Его объём не должен превышать 0,5 страницы.

Содержание (оглавление) включает перечень основных частей ВКР с указанием страниц. Оно располагается на одной странице.

Во введении обосновывают актуальность темы, описывают степень её разработанности, цели и задачи, научную новизну, практическую (теоретическую) значимость работы. Объём введения – до 3 страниц.

Основная часть ВКР (Пояснительная записка) отражает следующее: состояние вопроса, природно-климатические условия района исследования, характеристика объектов изучения, программа, методика сбора и обработки материалов, объём выполненных работ, анализ полученных результатов. Сюда же включают исчерпывающие сведения о выполненной работе – расчеты, схемы, графики, экспериментальные данные и результаты их обработки. Текстовую часть ВКР разделяют на главы с параграфами либо на разделы с подразделами, которые нумеруют арабскими цифрами. Каждую главу (раздел) начинают с новой страницы. Для параграфов и подразделов отдельных страниц не выделяют. Заголовки глав (разделов) помещают в верхней части страниц без переноса слов и точек в конце.

Материал Пояснительной записки должен быть систематизирован, стилистически обработан. Наименование технологических операций указывают в соответствии с принятой научной или технической терминологией (классификацией).

Пояснительная записка ВКР рекомендуется общим объёмом до 100 страниц (лист формата А4) в рукописном исполнении или 50–70 страниц в машинописном либо компьютерном исполнении. При этом введение, программа и методы исследований, характеристика опытных объектов по лесоустроительным и ведомственным материалам вместе не должны превышать 20–25 % общего объёма Пояснительной записки.

Графическая часть – это рисунки, графики, диаграммы, фрагменты квартальной сети и плана лесонасаждений, фото-, видеоматериалы. Если каждый из этих материалов занимает более 2/3 объёма страницы, то, как в тексте, так и в приложении его следует представлять на отдельном листе (листах) в компьютерном или ручном исполнении. Формулы, отдельные условные знаки на графических материалах допускается вписывать от руки чёрной пастой (чернилами). Количество иллюстрационного материала в тексте не ограничено, а выносимого на защиту – до 8 листов (рисунки, графики, схемы, таблицы, картограммы и другое).

Исследовательская часть является основной и представляет результаты натуральных (экспериментальных) исследований с привлечением лесоустроительных и ведомственных материалов, анализ полученных результатов и выводы по ним.

Проектная часть содержит технологический проект мероприятий, лесоводственно-экологическое обоснование проектируемых мероприятий, агротехнику и технологии проектируемых работ, необходимые инженерные расчеты по проектируемым мероприятиям.

В экономическую часть входят расчеты материально-денежных затрат (согласно существующим нормативам) на выполнение проектируемых мероприятий. Дается их экономическое (руб., шт. семян), а также эколого-ресурсосберегающее обоснование (человеко-дни, маш.-смены) по отдельным технологическим операциям. Автор ВКР указывает преимущества рекомендуемых технологий перед существующими, например, если сохранен подрост при рубке древостоя по перспективной технологии, то посадка сплошных культур заменяется на частичную укрупненным или крупномерным посадочным материалом; качественная подготовка технологических полос на вырубках со свежими, устойчиво свежими почвами позволит исключить обработку почвы, выполнить посадку культур и провести уходы за ними с помощью средств механизации и другое.

Вопросы безопасности жизнедеятельности (БЖД) отражают охрану труда, противопожарные и экологические мероприятия при выполнении проектируемых мероприятий.

Заключение – это завершающая часть ВКР, где автор кратко излагает итоги исследований (проектных работ), акцентирует свои выводы на сравнительном анализе основных технико-экономических показателей проекта, отмечает новизну и практическую значимость работы, а также возможность внедрения отдельных решений, указывает перспективы дальнейшей разработки темы.

В список сокращений и условных обозначений помещают перечень сокращенных слов и словосочетаний на русском языке. Например: сосна-С, ель-Е; 2- или 3-летние сеянцы – С(Е) – СН-2 или С(Е) – СН-3; 5-летние саженцы – С(Е) – СЖ-5(3+2); секунда – сек; погонный км – пог. км; температура – $t^{\circ}\text{C}$; ельник разнотравно-зеленомошниковый – Е ртр.-зм. и др.

В списке литературы приводят перечень всех литературных источников, на которые были ссылки при выполнении ВКР. Источники располагают по алфавиту либо в порядке упоминания их в тексте пояснительной записки. Библиографическое описание литературных источников, включенных в список, выполняют в соответствии с установленными требованиями ГОСТ Р7.0.11-2011.

Приложения к ВКР. В них размещают вспомогательный материал, необходимый для разработки проекта: расчетно-технологические карты, акты, справки, фотографии и видеоматериалы объектов исследования, технические характеристики и схемы машин и орудий.

1.2. Вводная часть Пояснительной записки

При разработке проекта автор ВКР приводит необходимые сведения о лесном предприятии, лесничестве, участковом(ых) лесничестве(ах), арендному участку и пр. Эти сведения автор заносит в приведенные ниже формы:

- географическое положение, подчинённость и структура предприятия (по форме 1);
- лесорастительная зона и подзона, климат (по формам 2, 3, 4);
- гидрографическая сеть, наиболее распространённые типы почв, режим их увлажнения.

Форма 1

Структура _____ лесничества

№ п/п	Наименование участковых лесничеств	Площадь, га/%		
		общая	лесных земель	покрытых лесом земель

Форма 2

Основные климатические показатели по _____ лесничеству

Средне-месячные климатические показатели	Месяцы												Год	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Температура воздуха, °С														
Относительная влажность воздуха, %														
Сумма осадков, мм														
Преобладающие направления ветров														
Мощность снегового покрова, см														

Сроки наступления и окончания заморозков, установления
и схода снегового покрова на территории _____ лесничества

Показатели (число, месяц)	Календарные сроки (дата)
Наступление раннеосенних заморозков: в воздухе на почве	
Окончание весенних заморозков в воздухе	
Появление снегового покрова	
Образование устойчивого снегового покрова	
Исчезновение устойчивого снегового покрова	
Полный сход снега Дата окончания поздневесенних заморозков в воздухе Продолжительность беззаморозкового периода, дн.	

Расчет гидротермического коэффициента производят по Г.Т. Селянину для каждого месяца в вегетационный период (май – август) по формуле

$$K = \frac{M}{t \times 3}, \quad (1)$$

где K – условный баланс влаги (коэффициент Селянинова);

M – месячная сумма осадков, мм;

t – средняя месячная температура воздуха (t °С).

Средние сроки и продолжительность климатических
и вегетационных периодов на территории _____ лесничества

Наименование периодов	Дата		Продолжительность периода, дней
	начала	окончания	
Зима (от 0° до +5 °С)			
Весна (от +5° до +15 °С)			
Лето (от +15° до +15 °С)			
Осень (от +15° до +0 °С)			
Большой вегетационный период (от +5° до +5 °С)			
Малый вегетационный период (от +10° до +10 °С)			
Сумма эффективных температур, °С (>10°)			
Весенний вегетационный период (от +5° до +10 °С)			
Осенний вегетационный период (от +10° до +5 °С)			

Сухими считаются месяцы с условным балансом влаги ниже 0,6; засушливыми – 0,6–0,8; с достаточным увлажнением – 1,0–2,0 и чрезмерным увлажнением – 3,0–4,0.

Весь лесной фонд распределяют по категориям лесных земель с учётом категории лесов – защитные и эксплуатационные (форма 5). Лесной фонд: распределение лесов по категориям земель (форма 6), по типам леса и типам лесорастительных условий (форма 7), по преобладающим породам, классам бонитета (форма 8).

Форма 5

Распределение площади лесного фонда по категориям защитности
в _____ лесничестве

Категория защитности	Общая площадь		Лесные земли		Покрытые лесом земли		Не покрытые лесом земли	
	га	%	га	%	га	%	га	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Форма 6

Распределение лесов по категориям земель в _____ лесничестве

Категория земель	Площадь, га	%
1	2	3
Общая площадь, в том числе		100
1. Покрытая лесом, состоящая из насаждений: естественного происхождения искусственного происхождения несомкнувшиеся культуры		
2. Не покрытая лесом площадь, состоящая из необлесившихся вырубок гарей редин открытые водоемы в виде лесных речек, запруды бобров и др.		
3. Нелесная площадь пашни сенокосы водоемы (открытые водные пространства, переходящие в болота, судоходные реки и др.) болота с насаждением Va и Vб классов бонитета		
Итого		100

Форма 7

Распространение типов леса и типов лесорастительных условий по категориям земель в _____ лесничестве

Наименование типа леса или групп типов леса (типа ЛРУ)	Лесные земли		Покрытые лесом земли		Не покрытые лесом земли	
	га	%	га	%	га	%
1	2	3	4	5	6	7

Форма 8

Распределение покрытых лесом земель по преобладающим породам и образовавшимся видам лесокультурных площадей в _____ лесничестве

Тип леса (тип ЛРУ)	Площадь по видам ЛКП, га					
	Вырубки	Гари	Пустыри	Прогалины	Редины	Прочие
1	2	3	4	5	6	7

Необходимо выявить виды и категории площадей, отведённых под искусственное лесовосстановление, установить очередность их освоения с учётом рекомендаций лесоустройства. При установлении общего объёма площадей лесокультурного фонда в лесничестве необходимо учесть изменения, произошедшие с момента последнего лесоустройства. Текущее пополнение площадей происходит за счёт новых вырубок, гарей, погибших лесных культур и естественных насаждений, появившихся после последнего лесоустройства, и, наоборот, уменьшение – за счёт посадки лесных культур на части площадей либо формирования естественных молодняков хозяйственно ценных пород на вырубках, гарях и переведённых в земли, покрытые лесной растительностью, после проведённого лесоустройства. Участки лесных культур, не переведённые в покрытые лесом земли, учитывают отдельно. Изменённые данные учета лесокультурного фонда вносятся в текущий учёт лесного фонда лесничества, арендуемого участка.

Выявленный лесокультурный фонд распределяют по типам лесорастительных условий и видам лесокультурных площадей (ЛКП) согласно форме 8. Данные формы 8 используют для составления технологического проекта лесных культур. Сюда включают следующие материалы:

- 1) размер годичной расчетной лесосеки по сплошным рубкам главного пользования с учетом основных лесобразующих пород;
- 2) освоение годичной расчетной лесосеки по породам;
- 3) интенсивность ведения лесного хозяйства, его место в экономике района, пути транспорта и реализация древесины.

Основные положения методики сбора и обработки материалов, а также формы для заполнения указанных показателей приведены в Приложении 1. В каждой из заполненных форм обобщаются итоги, приводятся краткие выводы. Дается общая оценка лесорастительных условий и производительности лесов, характера лесопользования, динамики объёмов лесокультурного фонда и основных его особенностей, доминирующих методов и способов лесовосстановления.

1.2.1. Специальная часть Пояснительной записки

В этой части должны быть отражены:

1) состояние вопроса – обзор литературных источников, касающихся истории и путей совершенствования искусственного лесовосстановления, анализ таксационных материалов последнего лесоустройства, регламента ведения лесного хозяйства и других ведомственных (служебных) материалов лесного предприятия;

2) анализ истории лесокультурного дела и путей совершенствования его в предприятии – приводятся сведения о начале лесокультурной деятельности с указанием преобладающих технологий создания лесных культур и совершенствования их в разные периоды (использование дражированных семян на посевах, выращивание укрупнённого, крупномерного и брикетированного посадочного материала, внедрение средств механизации на посадке лесных культур и уходах за ними);

3) характеристика площадей лесокультурного фонда, постановки лесопитомнического дела (открытый и закрытый грунт), производства лесных культур с использованием сведений, содержащихся в материалах лесоустройства и ведомственной документации предприятия, а также материалов, полученных автором проекта при проведении полевых исследований.

Все материалы помещают в формы 9, 10, 11, 12.

Форма 9

Распределение площадей лесокультурного фонда по типам (группам типов) леса и лесорастительным условиям в ____лесничестве

Группа типов леса (тип лесорастительных условий)	Лесокультурные площади (га/%), представленные					
	вырубками	гарями	пустырями	прогалинами	рединами	прочими
1	2	3	4	5	6	7

Форма 10

Распределение площади лесных культур по состоянию в _____ лесничестве

Древесная порода	Распределение площади лесных культур по состоянию								Погибшие культуры, га	
	Хорошее		Удовлетворит.		Неудовлетворит.		Итого			
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	
			Культуры ревизионного периода							
			Культуры старших возрастов							
Всего			Кроме того, под пологом леса							

Приведенные в форме 12 характеристики уточняют при рекогносцировочном обследовании и проведении исследовательской работы на участках лесных культур. Все полученные данные помещают в форму 13. Для удобства работы формы 12, 13 делят на 2 самостоятельные части, также поступают и с другими сложными формами (таблицами).

Форма 11

Причины неудовлетворительного состояния и гибели культур
в _____ лесничестве, га/%

Причина	Культуры ревизионного периода		Культуры старших возрастов	
	неудовлетворительного состояния	погибшие	неудовлетворительного состояния	погибшие
1	2	3	4	5

Форма 12

Характеристика лесных культур (выписка из книги лесных культур и таксационного описания) в _____ лесничестве

Участковое лесничество	Квартал	Выдел	Год создания	Площадь	Тип леса	Тип ЛРУ	Вид культур	Порода	Размещение посад. мест, м	Способ обработки почвы	Возраст культур, лет		Первичная густота, тыс. шт./Га	Год перевода в земли, покрытые лесной растительностью	Другие сведения
											технологич.	биологич.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Характеристика участков лесных культур по результатам исследования в _____ лесничестве

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Технология создания лесных культур		Характеристика культур при обследовании													
														15	16	17	18	19	Густота, шт./га		Средние		24	25	26	27	28	29	30
Способ, оруд.	Ширина междуряд, м	Метод создания	Размещение в ряду, м	Первонач. густота, шт./га	Без учета ест. возобновлен.	С учетом ест. возобновлен.	высота, см	диаметр, см	Бессучковая часть ствола, м	Протяжен. жив. кроны, м	Проекция кроны вдоль – поперёк ряда, м	Сохранность растений, %	Лесопатологическое состояние						Общая оценка культур	Другие сведения									
Участковое лесничество, квартал, выдел	Год создания / возраст, лет	Площадь	Тип леса (ЛРУ)	Вид ЛКП до посадки (посева)	Тип, механический состав	Режим увлажнения	Состав по доминирующим видам	Степень задернения, %	Породный состав	Средняя высота, м	Густота, тыс. шт. /га	Характер размещения	Порода	Способ, оруд.	Ширина междуряд, м	Метод создания	Размещение в ряду, м	Первонач. густота, шт./га	Без учета ест. возобновлен.	С учетом ест. возобновлен.	высота, см	диаметр, см	Бессучковая часть ствола, м	Протяжен. жив. кроны, м	Проекция кроны вдоль – поперёк ряда, м	Сохранность растений, %	Лесопатологическое состояние	Общая оценка культур	Другие сведения

1.2.2. Исследовательская часть

Она включает программу сбора и обработки материалов:

1) планирование программы исследований: определение необходимого количества и размеров (площадь) лесокультурных участков, их размещение по типам леса, типам лесорастительных условий, преобладающим породам, группам возраста и др.);

2) определение основных требований при подборе опытных объектов и закладке пробных площадей на них, сборе научного материала и его камеральной обработке.

Для оценки качества лесных культур автор ВКР обязан выполнить комплекс исследований не менее чем на семи производственных участках культур разного возраста, созданных на различных площадях лесокультурного фонда (свежие и старые вырубки, гари). Кроме того, необходимо изучить не менее пяти лесных участков, переведённых в лесокультурный фонд. Для установления доступности на них лесокультурной техники необходима закладка ВПП с определением количества пней (их высота, диаметр), породного состава, порубочных остатков, включая ветровал (измеряется длина, диаметр в средней части), и степени деструкции древесных остатков по породам. Также на ВПП выявляют наличие камней, ям, направление пасечных и магистральных волоков относительно горных склонов, глубину минерализации поверхности почвы на них, уточняют объём работы по рекультивации на технологических элементах вырубок (засыпка глубоких колеи по волокам, удаление древесных хлыстов, вдавленных гусеничной техникой в почву на разделочно-погрузочных площадках и завоз необходимого количества плодородного слоя почвы на них и др.).

Необходимо четко сформулировать цель натуральных исследований, определить задачи исследований, наметить достаточный (выполнимый исследователем) объём работ по сбору в полевых условиях научного материала для обоснования проектных решений.

Программа натуральных исследований определяет перечень вопросов, подлежащих разработке. Сформулированные в программе вопросы должны быть исследованы с достаточной глубиной. В процессе работы над проектом возможно появление новых программных вопросов, решение которых следует продолжить либо исключить (по согласованию с руководителем). Количество программных вопросов, подлежащих изучению, должно быть не менее трех, но не более пяти.

Методика исследований выбирается в зависимости от конкретных вопросов, касающихся подбора опытных объектов, планирования и размещения опыта, методов его изучения, порядка сбора и обработки материалов. Основные положения методики изложены в Приложении 1. Там же даётся характеристика основных подходов, используемых при статистическом анализе результатов, указывается точная и полная лесоводственно-типологическая и таксационная характеристика объектов исследований (участки культур по возрастам, лесокультурных площадей). Методы проведения натурных исследований приведены в Приложении 2, а обработка полученных результатов – в Приложении 3. Для убедительности суждения в тексте обязательно используются табличный и графический материалы, фото- и видеоматериалы.

Обсуждению и анализу результатов исследований предшествуют группировка и обработка материалов в полном соответствии с требованиями вопросов, сформулированных в программе исследований. Выводы излагают в конце глав (разделов).

После изучения состояния лесокультурного дела в лесничестве (лесном предприятии), выявления положительных или отрицательных результатов автор ВКР на основании достаточного количества изученных литературных источников, а также передового опыта предлагает пути (методы, способы) совершенствования технологий создания и выращивания лесных культур в исследуемом предприятии, а внутри него – для конкретных условий. Количество изученных литературных источников не ограничивается, но – не менее пяти. Перечень литературных источников автор проекта формирует самостоятельно и приводит его в конце специальной части. Помимо учебной и справочной литературы, в качестве литературных источников привлекаются монографии, сборники научных трудов, статьи из научных и научно-технических журналов и другие публикации. Первоисточники в тексте обозначают в скобках (Иванов и др., 2012) или «по данным А.А. Иванова с коллегами (2012), создание лесных культур является...». Допускается ссылка на собственные опубликованные статьи с последующим включением их в список литературы.

Ссылки на приведённый перечень авторов в тексте целесообразно представлять в виде таблиц, диаграмм и графиков с обязательным пояснением (надписи под рисунками и на осях) и выводами. Последние должны быть логически, математически и лесоводственно обоснованы, так как они ложатся в основу принимаемых проектных решений.

Анализ полученных результатов – сравнение всех собранных автором материалов с выводами и рекомендациями, которые должны быть учтены при разработке проектной части ВКР. Особое внимание следует уделить оценке динамики (многолетний опыт) лесокультурного производства в предприятии, учесть положительные стороны и недостатки применяемых лесокультурных технологий. На основе анализа полученных результатов и литературных данных автор проекта предлагает возможные методы совершенствования применяемой в предприятии технологии создания и выращивания лесных культур и обосновывает пути по уменьшению затрат (материальных, трудовых, денежных и др.) на искусственное лесовосстановление.

1.2.3. Проектная часть

Проектная часть включает выбор основных проектных решений с учётом накопленного передового опыта и научных разработок, составление проекта на создание лесных культур (по форме 14) и расчетно-технологических карт (в количестве 3–7) на создание и выращивание лесных культур до перевода участков в земли, покрытые растительностью, с необходимыми техническими и экономическими расчётами по каждой технологической операции.

Составление проекта лесных культур заключается в определении размера лесокультурного фонда, группировке лесокультурных площадей по их видам и типам лесорастительных условий, в выборе и обосновании технологических схем создания и выращивания культур до момента перевода земель (участков) в покрытые лесной растительностью. При этом проводится расчёт материально-денежных и трудовых затрат на создание и выращивание лесных культур.

Проект создания и выращивания лесных культур

№№ технологической схемы	Вид культур	Древесные породы, схемы смешения	Способ обработки почвы (тип посадочного места), состав агрегата	Способ создания лесных культур, состав агрегата	Проектная густота культур, тыс.шт./га	Схема размещения посадочных мест, м	Вид и возраст посадочного материала	Потребность посадочного материала с учетом дополнения, шт./га	Вид ухода	Состав агрегата	Агротехнический уход				
											Кратность уходов в возрасте культур, лет				
											1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

В качестве нормативных документов для выполнения этой работы используют региональные и федеральные документы: «Руководство по проведению лесовосстановительных работ в государственном лесном фонде Урала» (Свердловск, 1968), «Рекомендации по проектированию лесокультурных комплексов в лесной зоне Свердловской области» (Свердловск, 1988), «Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на Урале» (Екатеринбург: УГЛТА, 2001), «Краткие указания по техническому проектированию и приёмке работ по лесовосстановлению и выращиванию посадочного материала» (Гослесхоз СССР, 1976), «Технические указания по проведению инвентаризации лесных культур, защитных лесных насаждений, питомников, площадей с проведёнными мерами содействия естественному возобновлению и ввод молодняков в категорию ценных древесных насаждений» (Государственный комитет СССР по лесу. М., 1990), «Указания по проектированию и технической приёмке работ по лесовосстановлению и выращиванию посадочного материала» (Федеральная служба лесного хозяйства России, 1997), «Технологии лесокультурных работ на вырубках» (Москва, 2004), «Правила лесовосстановления» (Министерство природных ресурсов РФ. Приказ от 16 июля 2007 г. № 183), «Инновационные технологии лесокультурного производства» (Н.Н.Чернов, 2013, УГЛТУ).

Техническое проектирование лесных культур заключается в установлении очерёдности закультивирования площадей лесокультурного фонда и составлении технологических схем создания лесных культур с учётом групп типов леса и условий местопроизрастания (см. форму 14).

Для определения размера лесокультурного фонда необходимо установить объём не покрытых лесом земель в лесном предприятии и разделить его с учетом возобновительной способности типов леса на три фонда: фонд естественного зарастивания, фонд содействия естественному возобновлению леса и лесокультурный фонд, включая фонд реконструкции малоценных молодняков.

Весь объём лесокультурного фонда группируют по видам лесокультурных площадей и категориям защитности, видам лесокультурных площадей с учётом групп типов леса (типов лесорастительных условий). Перечень распространенных на Урале типов леса, типов лесорастительных условий приведён в Приложении 4.

Необходимо правильно выбрать прежде всего типы лесных культур, наиболее полно отвечающие лесорастительным условиям по производительности и устойчивости.

Понятие «тип лесных культур» включает в себя породный состав, метод создания (посадка, посев, аэросев), порядок смешения (чистые либо смешанные), размещение на площади (сплошные и частичные), вид культур (подпологовые, предварительные и последующие).

После выбора типа культур необходимо установить оптимальную густоту и размещение культивируемых растений на лесокультурной площади (ширина междурядий и шаг посадки в ряду) в соответствии с ОСТ 56-99-93 «Культуры лесные. Оценка качества», рассчитать потребность в посадочном материале. Для установления первоначальной густоты лесных культур необходимо учитывать текущий неизбежный отпад саженцев, размер которого определяется лесорастительными и технологическими факторами. Для лесной зоны дополнение культур составит не менее 20 %, лесостепной – 30 и степной – 50 % от исходной густоты.

Общая потребность в посадочном материале определяется с учётом существующего естественного возобновления ценных пород. При равномерном размещении подроста по всей лесокультурной площади его количество вычитается из проектной густоты культур, но в уменьшенной величине, так как после частичной подготовки площади и обработки почвы часть его (до 50 %) погибает.

Пример. В лесной зоне на лесокультурной площади имеется возобновление хвойных пород в количестве 1 тыс. шт./га, равномерно размещенных по площади. В результате подготовки площади и обработки почвы половина этого возобновления может быть уничтожена, поэтому количество сохранившегося подроста уменьшится в два раза (1000 : 2). При проектной густоте культур 5 тыс. шт./га потребность в посадочном материале будет: $5000 - 500 (1000 : 2) = 4500$ шт./га, а с учётом дополнения культур в лесной зоне 20 % (900 шт.) общее количество составит 5400 шт./га.

В случае неравномерного размещения естественного возобновления ценных пород такая поправка не вводится, так как в этом случае создаются не сплошные, а частичные культуры, когда куртины естественного возобновления ценных пород исключаются из лесокультурной площади и производства лесных культур.

Выбор технологических приемов производства лесных культур на лесокультурной площади осуществляется с учетом изложенных ниже основных положений, куда входят подготовительные работы, обработка почвы, посадка (посев) лесных культур, агротехнический и лесоводственный уход за ними до перевода участков культур в земли, покрытые лесной растительностью.

Подготовительные работы на ЛКП. Обработке почвы предшествуют подготовительные работы, обеспечивающие качественные условия для выполнения всех последующих технологических операций. К ним относится ряд мероприятий:

1) рекогносцировочное обследование лесного участка;

2) закладка временных пробных площадей с целью определения степени минерализации поверхности почвы (указывается общая площадь, в том числе глубина колеи и направление их относительно склона), количества (на 1 га) сохранившегося подроста лесобразующих пород и характера его распределения, древесных остатков (их размеры – диаметр в срединной части, длина, вид – свежий или старый ветровал, невывезенная древесина диаметром более 8 см), пней (порода, высота, диаметр в верхней части), камней;

3) провешивание линий будущих направлений технологических полос и обозначение в натуре мест, опасных для работы техники (глубокие ямы, карстовые провалы и другое);

4) понижение пней (путем срезания либо фрезерования) до уровня поверхности почвы, а также распиливание крупных древесных остатков (на отрезки до 3 м) вдоль линий провешивания;

5) планирование поверхности почвы на технологических элементах лесосеки – сплошная либо дискретная засыпка почвой глубоких колеи на волоках, погрузочных площадках, пунктах стоянки и ремонта техники в период разработки лесосеки;

б) подготовка технологических полос шириной 2–10 м путём расчистки площади от валежных, ветровальных, буреломных, оставленных деревьев и крупного подроста, тонкомера, порубочных остатков (сломанные части стволов), возобновившейся вегетативным путём нежелательной малоценной древесной растительности лиственных пород и корчёвки пней диаметром до 30 см.

Обследование лесного участка, предназначенного под лесокультурную площадь, проводят на всей его территории с целью определения технологических требований:

– наличие дорог, мостов, доступность техники с лесокультурными орудиями;

– уточнение типа лесорастительных условий и установление вида(ов) посадочного (посевного) места на всём участке либо на его части;

– выбор направления технологических полос относительно рельефа и необходимого расстояния (путём провешивания) между их осью.

Также при обследовании оценивается заселённость почвы вредными организмами.

Механическая обработка почвы. Здесь следует обратить внимание на правильный выбор агрегата, принимая во внимание технические характеристики тракторов и почвообрабатывающих орудий (Приложение 5). Качество механической обработки почвы зависит от типа почв и влажности, состояния и категории лесокультурной площади. Тракторы ТДТ-55, ТДТ-55А агрегируют лесокультурные орудия через навеску СНЛ-3, остальные – через переднюю либо заднюю гидравлическую систему.

Широкое распространение в лесокультурном производстве на свежих, устойчиво свежих (хорошо дренированных) почвах нашли следующие способы обработки минеральных почв:

1) на прогалинах и пустолях (бывшие покосы) – нулевая полосная или сплошная обработка. Сплошная механическая обработка почвы допускается при крутизне склонов не более 5° и отсутствии водной или ветровой эрозии;

2) на вырубках и гарях с количеством пней до 600 шт./га и порубочных остатков не более $5 \text{ м}^3/\text{га}$ (без предварительной расчистки и корчевки пней) – бороздная, полосная;

3) на вырубках и гарях с количеством пней более 600 шт./га либо с большим количеством древесных остатков (более $5 \text{ м}^3/\text{га}$) – полосная или бороздная по технологическим полосам;

4) на свежих, периодически влажных почвах обработку почвы проводят микроповышениями – пластами, нарезанными лесными плугами ПЛП-135, ПЛ-1, а также грядами, напаханными двойным встречным проходом плуга ПЛМ-1,3.

На лесокультурных площадях с количеством пней более 600 шт./га или древесных остатков более $5 \text{ м}^3/\text{га}$ высококачественные пласты и гряды формируются лишь по предварительно подготовленным технологическим полосам. Ширина междурядий не должна превышать величину, указанную в ОСТ 56-99-93 для культур 1-го класса качества. Обработка почвы на избыточно сырых почвах может совмещаться с осушением, если использовать плуги-канавокопатели ПКЛН-500А, ЛКН-600, ПЛО-400. В условиях избыточного увлажнения, на каменистых почвах, под пологом леса, в междурядных пространствах, на горных склонах получил распространение способ обработки почвы под лесные культуры площадками с формированием как микроповышений (образование валика за счёт выемки и сдвига верхнего слоя почвы), так и микропонижений за счёт выемки

верхнего слоя почвы. В отдельных случаях обработка почвы может быть в виде безотвального рыхления на глубину до 35 см.

Методы создания культур. Посадка леса. Различают ручной, механизированный, полумеханизированный и комбинированный (ручной + механизированный) способы.

Ручную посадку леса выполняют с помощью ручных инструментов: меч Колесова, лопата, посадочный кол и другие приспособления по предварительно обработанной почве или по целине (без обработки почвы).

На механизированной посадке леса используют лесопосадочные машины. Применение той или иной марки их зависит от лесорастительной зоны, мощности и влажности почвы, способа обработки почвы, размера посадочного материала, наличия или отсутствия препятствий – порубочных остатков, пней, камней и др. В лесной зоне на устойчиво свежих и сухих почвах глубиной не менее 35 см механизированную посадку растений по дну борозд или по технологическим полосам проводят с помощью лесопосадочных машин МЛУ-1, ЛМД-81; на увлажненных почвах по пластам – двухрядной сажалкой СЛ-2, а по грядкам – однорядной СЛГ-1. Посадку саженцев с высотой наземной части до 30 см выполняют с помощью лесопосадочных машин МЛУ-1, ЛМД-81, СЛ-2 и СЛГ-1, более крупных – ЛМД-81К. Производительность и лесоводственные параметры лесопосадочных машин приведены в Приложении 6.

Полумеханизированные способы включают посадку под плуг, когда корневые системы выложенных на пласт семян или саженцев заделываются при следующем проходе плуга, и ручную посадку в ямы, приготовленные ямобуром, или в посадочную щель, образованную щелеприготовителем.

Комбинированная посадка часто применяется на участках с разным режимом увлажнения. Например, в верхней части лесокультурной площади с дренированными почвенными условиями посадку растений выполняют по дну борозд с помощью лесопосадочной машины, а в нижней части одного и того же участка, где из-за верховодки имеет место периодическое увлажнение дна борозд, посадку проводят по пластам с помощью ручных инструментов. Возможно и другое, когда из-за низкого качества механизированной посадки по разным причинам (плохое качество сформированных посадочных мест, обычно при обработке почвы на свежих вырубках без предварительной расчистки, посадка в сырую почву либо в дождливую погоду на суглинистых почвах и др.) заново высаживают не менее 50 % растений с помощью ручных инструментов на одном и том же участке.

Первоначальную густоту посадки или посева выбирают в соответствии с требованиями региональных рекомендаций либо Правил лесовосстановления.

Посев леса. Создание лесных культур посевом семян возможно на лесокультурных площадях со слабым развитием травянистой растительности (вырубки, гари 1- и 2-летней давности) с сухими песчаными и каменистыми почвами, если будут обеспечены надёжные многократные агротехнические уходы за всходами и сеянцами до 6 лет. Посев проводят рядовым строчно-луночным, ленточным (полосным), биогруппным, вроссыпь (аэросев) способами.

Размещение культур. При любом способе посадки (посева) лесных культур (рядовом, ленточном, биогруппном и др.) в зависимости от вида, возраста и размера посадочного материала растения размещают в ряду через 0,5–1,5 м.

Агротехнический уход за лесными культурами. К агротехническому уходу относят opravку саженцев и дополнение их после механизированной посадки, рыхление почвы с помощью ручных инструментов либо лесокультурными орудиями в пределах первоначальной минерализации поверхности почвы с целью уничтожения или предупреждения появления сорной травянистой и нежелательной древесной растительности. При этом используют различные марки лесных культиваторов (дисковые, лапчатые), а также почвенные фрезы. Производительность и лесоводственно-техническая характеристика культиваторов, приведены в Приложении 7. Более подробные сведения по агротехнике содержатся в учебной, технической и справочной литературе. Нормы выработки на основные лесокультурные работы указаны в Приложениях 8–12.

При составлении технологических схем создания и выращивания культур следует объединять типы лесорастительных условий и виды лесокультурных площадей в более или менее однородные группы, для каждой из которых и разработать технологические схемы. Ориентировочное число технологических схем создания лесных культур для одного лесничества рекомендуется в пределах 3–5.

Проектная часть ВКР должна включать не только текст, но и иллюстрационный материал в небольшом количестве. Остальное можно поместить в приложения (фотографии машин и орудий, копии ведомственных и лесоустроительных документов и др.), делая на них ссылки в тексте. Заключение технического проекта должно предусматривать распределение, хотя бы приблизительно, площадей лесокультурного фонда на категории. Для наиболее распространённых категорий

составляют расчётно-технологические карты (РТК) создания и выращивания культур по существующим и рекомендуемым схемам с учётом разных лесорастительных условий (свежие, устойчиво свежие и свежие периодически влажные почвы) как на свежих, так и на старых вырубках. Расчётно-технологические карты должны содержать необходимый перечень технологических операций, состав агрегатов, нормы выработки, затраты материально-денежных, людских ресурсов и себестоимость при производстве культур.

1.2.4. Экономическая часть ВКР

Она включает анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятия и экономические расчеты по проектируемым мероприятиям, в том числе расчет материально-денежных затрат и экономической эффективности реализации проектируемых мероприятий.

1.2.5. Безопасность жизнедеятельности

В этой части описываются охрана труда, противопожарные и экологические мероприятия. Здесь необходимо обратить внимание на работы, связанные с повышенной опасностью, к которым в условиях лесокультурного производства относятся механизированные работы, работа в горных условиях, в период неблагоприятных климатических условий и др. Автор ВКР составляет план мероприятий, направленных на улучшение условий труда, снижение травматизма и профессиональных заболеваний, который согласовывается с кафедрой охраны труда УГЛТУ.

2. УКАЗАНИЯ ДЛЯ МАГИСТРОВ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВКР

2.1. Структура Пояснительной записки ВКР

По структуре ВКР (магистерская диссертация) представляет собой законченное научное исследование какого-либо этапа самостоятельной работы. Структура пояснительной записки ВКР магистров аналогична структуре ВКР бакалавров. Отличительной особенностью специальной части являются:

– более развёрнутая программа и подробная методика исследований и обработки экспериментального материала;

- анализ состояния изучаемого вопроса с подробным литературным обзором;
- подробная характеристика объектов исследований (материалы исследований приводят по форме 14);
- получение более глубоких результатов исследований, их обработка с применением современных программ для персональных ЭВМ, всесторонний анализ полученных результатов исследований;
- обоснованные выводы и рекомендации науке и производству;
- подготовка полученных материалов к научной публикации.

Рекомендуемый объем пояснительной записки ВКР – не более 80 страниц рукописного или 60 страниц компьютерного текста на листах формата А4.

Объем графической части не должен превышать 6–7 листов формата А4. Количество листов, перечень иллюстраций, выносимых на защиту, автор ВКР определяет совместно со своим руководителем.

2.2. Требования к выполнению Пояснительной записки ВКР

Пояснительная записка включает в указанной последовательности обложку, титульный лист, задание на выполнение работы, реферат, содержание, введение, основную часть, заключение, список сокращений и условных обозначений, список литературы, приложения.

В *реферате* указывается следующее:

- объект исследования или разработки;
- цель работы;
- методы исследования;
- полученные результаты и их новизна;
- основные лесоводственные, технологические или другие характеристики;
- рекомендации по внедрению или итоги внедрения результатов работы, степень (возможность) внедрения;
- экономическая эффективность или лесоводственно-экологическая значимость работы;
- прогнозные предположения о развитии объекта исследования.

Объем реферата не должен превышать одной страницы формата А4.

Во *введении* ВКР кратко характеризуется современное состояние научной или народно-хозяйственной проблемы, которой посвящена работа. Указываются цель и задачи исследований, четко обосновываются актуальность проведения работы и ее новизна.

Основная часть дипломной работы состоит из трех разделов:

1. Аналитический обзор. Здесь наиболее полно, систематизированно излагают и анализируют сведения, касающиеся рассматриваемого вопроса. Предметом тщательного анализа должны быть лесные культуры и лесокультурные площади (см. формы 13 и 14). На основании материала, представленного в аналитическом обзоре, выбирают направление будущих исследований, осуществляют его обоснование.

2. Экспериментальные или теоретические исследования. В этом разделе определяют программу всех исследований. Выбирают наиболее известные, широко апробированные или разрабатывают новые методики проведения экспериментов с подробным их описанием. Если в работе применялись общепринятые методы, их описание можно подробно не излагать, достаточно сделать на них ссылку (например, процесс естественного возобновления под пологом культур ели изучали по методике А.В. Побединского, 1966; обследование и изучение производственных культур с оценкой приживаемости и состояния деревьев – по В.В. Огиевскому, А.А. Хирову, 1967).

Объём работ планируют в таком количестве, чтобы была возможность провести исследования на достаточно глубоком уровне с использованием статистической обработки полученного материала. Одновременно с опытным(и) вариантом(ами) рассматривается контрольный (существующий на производстве, секция или участок без ухода) вариант.

В Пояснительной записке последовательно и подробно излагают содержание выполненной работы. Все полученные экспериментальные данные систематизируют и обрабатывают статистическими методами на персональном компьютере с использованием современных программ. Для убедительности выводов по экспериментальным данным должны быть установлены с помощью статистических методов их точность и достоверность (см. Приложения 1 и 3). Полученные результаты целесообразно представлять в виде графика, диаграммы, схемы, фотографии, которые называют рисунком, а также в виде таблиц.

Каждый раздел (главу) завершают трактовкой полученных результатов, по которым делают выводы и определяют возможность применения (внедрения) полученных результатов в лесохозяйственном производстве.

3. Безопасность и экологичность работы. Материалы этого раздела описываются так же, как и в ВКР бакалавров.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Данилик В.Н. Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на Урале / В.Н. Данилик, Р.П. Исаева, Г.Г. Терехов, И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, В.Н. Луганский, Н.А. Луганский. – Екатеринбург: УГЛТА. 2001. – 116 с.

2. Красильников П.К. Методика полевого опыта изучения подземной части растений / П.К.Красильников. – Л.: Наука, 1983. – 207 с.

3. Кобранов Н.П. Обследование и исследование лесных культур: учебное пособие для студентов лесохозяйственного факультета (специальность 1512) / Н.П. Кобранов. – Л.: ЛТА, 1973. – 77 с.

4. Макаров В.А. Рекомендации по нормативам густоты посадки, дополнения лесных культур на вырубках, срокам и интенсивности лесоводственных уходов за ними в таежной зоне Среднего Урала / В.А. Макаров. – М.: Гослесхоз СССР. 1981. – 26 с.

5. Межотраслевые типовые нормы выработки на лесокультурные работы, выполняемые в равнинных условиях. М.: Министерство здравоохранения и соцразвития РФ. 2007. – 123 с.

6. Мерзленко М.Д. Теория и практика выращивания сосны и ели в культурах / М.Д. Мерзленко, Н.А. Бабич. – Архангельск: АГТУ. 2002. – 220 с.

7. Основные положения по лесовосстановлению и лесовозобновлению в лесном фонде СССР. – М.: Гослесхоз СССР. 1991.

8. ОСТ 56-99-93. Культуры лесные. Оценка качества. М.: ЦБНТИлесхоз, 1993. – 38 с.

9. Редько Г.И. Лесные культуры / Г.И. Редько, А.Р. Родин, И.В. Трещевский. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 368 с.

10. Родин А.Р. Лесные культуры / А.Р. Родин. – М.: МГУЛ, 2005. – 318 с.

11. Руководство по проведению лесовосстановительных работ в государственном лесном фонде Урала. – М.: Лесная промышленность, 1968. – 103 с.

12. Руководство по лесовосстановлению и лесоразведению в лесостепной, степной, сухостепной и полупустынной зонах европейской части РФ. М., 1994. – 149 с.

13. Терехов Г.Г. Рекомендации по проектированию лесокультурных комплексов в лесной зоне Свердловской области / Г.Г. Терехов. – Свердловск: Институт леса УрО АН СССР, 1988. – 28 с.

14. Технические указания по проведению инвентаризации лесных культур, защитных лесных насаждений, питомников... – М.: Госкомитет СССР по лесу. – 1990 г. – 80 с.

15. Чернов Н.Н. Дипломное проектирование: методические указания / Н.Н. Чернов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. – 45 с.

16. Чернов Н.Н. Лесокультурное производство. Термины и определения: учебное пособие / Н.Н. Чернов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2003. – 108 с.

17. Чернов Н.Н. Лесные культуры: учебное пособие / Н.Н. Чернов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. – 152 с.

18. Чернов Н.Н. Учебные практики по лесным культурам: учебное пособие / Н.Н. Чернов. – Екатеринбург: УГЛТУ. 2015. – 60 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Основные положения, методики сбора и обработки материалов для ВКР (дипломное проектирование)

Характеристика экономических условий и лесного фонда предприятия

Сведения по этому разделу можно получить в «Пояснительной записке» лесоустроительных материалов (на предприятии) в главе 1 «Характеристика территории и лесорастительных условий лесничества» и главе 2 «Характеристика лесного фонда» лесного предприятия.

Устанавливают территориальное расположение главной конторы лесного предприятия, её удалённость от регионального центра, указывают вышестоящие организации (департамент, министерство и др.). В виде таблицы приводят структуру лесничества (с разделением его на участковые лесничества и другие производственные единицы), общую лесную и лесопокрытую площадь лесничества (данные сводят в форму 1). Вычисляют долю (процент) покрытых лесом земель по лесному предприятию.

Из справочной литературы либо из журнала на ближайшей метеостанции выписывают основные климатические (метеорологические показатели) характеристики для района проведения работ:

- ход среднесуточных температур воздуха, минимальные и максимальные температуры воздуха по месяцам (форма 2);
- дата поздневесенних и начало раннеосенних заморозков (форма 3);
- продолжительность зимы (от 0° до +5 °С), весны (от +5° до +15 °С), лета (от +15° до 15 °С), осени (от +15° до 0 °С), малого вегетационного периода (от +10° до +10 °С), большого вегетационного периода (от +5° до +5 °С), сроки и продолжительность весеннего (от +5° до +10 °С) и осеннего (от +10° до +5 °С) вегетационного периодов и др. (форма 4).

Указывают лесорастительную зону, лесорастительный район, лесокультурный район (район по условиям лесовосстановления). Приводят характеристику гидрологической сети территории лесничества, материнских почвообразующих пород и гидрологических условий как основных факторов почвообразования. При этом описывают основные типы и подтипы почв, дают оценку их лесорастительных свойств и указывают наиболее выраженные особенности почвообразовательного процесса под пологом леса.

Используют принятые лесоустройством классификации коренных и производных типов леса, типов лесорастительных условий и типов вырубок, смены типов леса, особенности естественного возобновления и производительности наиболее распространённых типов леса, данные приводят в формах 5–9.

В случае отсутствия в служебных материалах лесного предприятия площадей лесокультурного фонда по типам лесорастительных условий автор ВКР распределяет их самостоятельно, используя соотношение покрытых лесом земель по типам леса, в которых проводят сплошнолесосечные рубки главного пользования.

Исходя из структуры лесокультурного фонда лесного предприятия, следует установить очерёдность его закультивирования. В расчёт ежегодного объёма создания лесных культур, помимо существующего лесокультурного фонда, входит часть годичной расчётной лесосеки по сплошнолесосечным рубкам текущего ревизионного периода, предназначенная для проведения искусственного лесовосстановления. Рекомендуемое соотношение объёмов естественного и искусственного возобновления леса автор проекта берет из материалов лесоустройства или рассчитывает самостоятельно. Обобщенные по лесорастительным зонам показатели соотношения естественного и искусственного лесовосстановления примерно следующие: северная тайга 90 и 10 %, средняя тайга 70 и 30, южная тайга 60 и 40, лесостепная зона 30 и 70 и степная зона 10 и 90 %.

В случае отсутствия в материалах лесоустройства подразделения годичной расчётной лесосеки по способам лесовосстановления (естественное заращивание, содействие естественному возобновлению, создание лесных культур) автору ВКР необходимо разобраться в особенностях естественного возобновления на вырубках, гарях в различных типах леса (типах лесорастительных условий). С учётом их представленности в лесном фонде предприятия распределение площади годичной расчётной лесосеки по способам лесовосстановления выполняется самостоятельно, но перед этим необходимо проконсультироваться со специалистами или изучить специальную научную литературу.

Анализ хозяйственной деятельности и обоснование потребности в составлении проекта лесных культур

Для сбора экспериментального материала по настоящему разделу необходимо шире использовать, наряду с данными лесоустройства, материалы текущего планирования и отчётности, техническую ведомственную документацию по лесным культурам.

Необходимо выяснить историю лесокультурного дела в лесном предприятии, в первую очередь в части развития и совершенствования приемов агротехники создания и выращивания культур по типам культур: породный состав, схема смешения, метод создания, размещение посадочных (посевных) мест.

Следует привести динамику объёмов создания лесных культур по пяти-, десятилетним периодам и приживаемость их в эти периоды. Распределить лесные культуры ревизионного периода старших возрастов, переведённых на момент лесоустройства в покрытые лесом земли, по породам, классам возраста и состоянию, заполнив формы 10, 11, 12. Дать оценку состоянию лесных культур и лесокультурного производства в лесном предприятии.

Из книги лесных культур надо установить показатели качественного состояния лесных культур: 1) приживаемость за последние 3 года и дополнение их (общее количество, шт./га); 2) кратность проведённых агротехнических уходов за конкретным участком лесных культур; 3) рекомендуемая, исходная и фактическая густота; 4) нормативные и фактические сроки перевода участков лесных культур в земли, покрытые лесной растительностью.

Следует выяснить долю лесных культур, не переведённых в земли, покрытые лесной растительностью, неудовлетворительного состояния и погибших; указать причины снижения качества лесных культур и гибели их за ревизионный период, а также культур старших возрастов: несоответствие породного состава и типа лесных культур лесорастительным условиям, несовершенство агротехники, несвоевременные уходы, пожары, потрава дикими и домашними животными и другое.

Необходимо сравнить показатели производительности (высота, диаметр, класс бонитета, полнота, запас на 1 га,) насаждений естественного происхождения и лесных культур соответствующего породного состава и одинакового возраста. Для этого следует провести выборку из таксационных описаний 20–30 участков естественных молодняков (1-го и 2-го классов возраста) и заложить такое же количество пробных площадей в лесных культурах 10–40-летнего возраста (форма 12).

На основании изучения экономических условий, лесного фонда, истории лесокультурного дела, хозяйственной деятельности лесничества и с учётом современных требований, новых научных разработок и передового опыта надо дать обоснование целесообразности составления проекта более совершенных типов культур и эффективных способов их создания.

Проведение натуральных исследований

Сбор материала для ВКР не ограничивается накоплением сведений, полученных камеральным путём. Многие основополагающие вопросы требуют проведения дополнительной исследовательской работы непосредственно на лесных объектах. К ним относятся в первую очередь рекогносцировочное обследование и исследование участков лесокультурного фонда, включенных в проект, а также исследование участков лесных культур разных типов и возрастов.

Рекогносцировочное обследование участков лесных культур заключается в визуальном обследовании всей территории участка(ов) лесных культур. Оно может являться как самостоятельным способом исследования, так и вспомогательным, предшествующим детальному исследованию лесных культур. Рекогносцировочное обследование начинается с осмотра всей территории участка и выбора наиболее характерного участка по густоте, составу и другим характеристикам (ряды с высокой сохранностью деревьев).

После подбора участков лесных культур, наиболее полно отвечающих поставленной цели, и проведённого натурального обследования проводятся выкопировка каждого участка из планшета и выписка дополнительных сведений из книги лесных культур и таксационного описания (форма 12). Намечается для каждого участка оптимальный вариант исследований путем закладки серии временных либо постоянных пробных площадей (ВПП, ППП). Программные вопросы ставятся в зависимости от возраста культур.

При исследовании лесных культур в натуре все записи ведутся по заранее заготовленной форме 14, при этом уточняются порода, схема размещения, тип смещения, тип посадочного места, выписанные из книги лесных культур и таксационного описания материалы, а также остальные характеристики культур, которые не указаны были предварительно, а в натуре имеют место (направление рядов культур относительно склона либо сторон света, ширина технологических полос, складирование порубочных остатков и их величина, естественное возобновление хвойно-лиственных пород, повреждение культур огнём, зоофауной, заморозками, солнечными лучами и др.).

Описание типов леса и типов лесорастительных условий проводят по лесотипологической классификации, используемой в лесоустройстве, но возможно использование другой классификации, приемлемой

для выполнения ВКР. Соотношение типов леса (по Н.А. Коновалову) и типов лесорастительных условий (по П.С. Погребняку) приведено в Приложении 4.

Для характеристики почв при рекогносцировочном обследовании рекомендуется делать почвенные прикопки, что позволяет более точно определять тип почвы. Кроме влажности и механического состава, оказывающих наибольшее влияние на выбор древесной породы, способа обработки почв и метода создания культур, важно указать материнскую породу, мощность почвы и гумусового горизонта, степень гумусированности (высокая, средняя, низкая).

Описание живого напочвенного покрова проводят в пределах ВПП или ППП, при этом можно ограничиться указанием групп травяного и мохового покрова (разнотравье, крупнотравье, злаки, осоки, сфагновые мхи, зелёные мхи, гипновые мхи и т.д.).

При сравнении роста лесных культур необходимо установить вид и возраст посадочного материала (сеянцы, укрупнённые сеянцы, саженцы), а также высоту и биологический возраст на момент посадки. Эти данные содержатся в технической документации.

Состав молодых культур и естественного возобновления определяется по соотношению количества экземпляров древесных пород, а в средневозрастных, приспевающих и спелых насаждениях – по соотношению запаса древесных пород.

Общая оценка культур производится по трехбалльной шкале. В графе «Другие сведения» могут быть указаны хозяйственные распоряжения и иные сведения, не предусмотренные настоящей формой.

Исследование лесных культур

Сбор экспериментального материала в натуре начинают с изучения истории лесных культур, созданных в лесничестве. Такое изучение может преследовать различные цели.

Автору ВКР, при консультации руководителя дипломного проекта, следует выбрать одну или несколько исследовательских целей, в соответствии с которыми составить программу исследований (перечень вопросов, подлежащих изучению). Для разработки каждого вопроса составляется или подбирается методика исследований с учётом требований к постановке полевого опыта и обработке полученных материалов методами вариационной статистики. При этом в первую очередь необходимо решить вопрос о выборе способа исследования

лесных культур (закладка постоянных или временных пробных площадей) и числа повторностей (пробных площадей) в каждом из вариантов опыта. Необходимо стремиться к большему (не менее 3) числу повторностей в вариантах опыта, что позволит шире применять методы вариационной статистики при обработке материала.

Объекты исследований подбираются по материалам лесоустройства, книге лесных культур и другим ведомственным документам с последующим обследованием объектов в натуре.

При подборе участков лесных культур для закладки пробных площадей должны приниматься во внимание (в зависимости от цели исследования) основные лесоводственно-таксационные характеристики культур, а также вид лесокультурной площади, тип леса и тип лесорастительных условий, вид лесных культур (предварительные и последующие, сплошные и частичные, чистые и смешанные), культивируемая(ые) порода(ы), способ обработки почвы и тип посадочного места, метод и способ создания, размещения растений, первоначальная и текущая густота (сохранность) деревьев, возраст культур. Отдельно оценивается развитие живого напочвенного покрова в посадочных местах и по междурядьям (за пределами проекции крон деревьев) и естественного возобновления древесно-кустарниковой растительности. Составляется ведомость культур по форме 12 с последующим предварительным их обследованием, предшествующим окончательному выбору объекта исследования.

Цели и задачи исследования. Закладка временных пробных площадей (ВПП) решает задачу одноразового детального исследования культур, а закладка постоянных пробных площадей (ППП) – долгосрочного (стационарного) изучения. Исследование лесных культур методом ВПП – наиболее распространённый способ, который может преследовать самые различные цели и проводиться в культурах различного возраста.

Закладку ВПП проводят так же, как и закладку лесоустроительных пробных площадей (ОСТ 56-69-83), но с учетом требований нормативной документации, используемой в лесокультурном производстве при технической приёмке, инвентаризации, обследовании и переводе участков культур в земли, покрытые лесной растительностью (ОСТ 56-99-93).

Лесные культуры исследуют в разных фазах: приживания, индивидуального роста и развития, жердняка, формирования стволов, приспевания и спелости древостоя.

Исследование культур в фазе приживаемости. При проведении исследования лесных культур в этой фазе (1–3 годы после посадки, посева) целесообразно принять во внимание методические придержки, изложенные в «Технических указаниях по проведению инвентаризации лесных культур...» [14]. Исследование культур в этой фазе преследует цель установления благоприятных условий, факторов, приёмов технологического плана, обеспечивающих лучшие показатели приживаемости культур и, наоборот, вскрытие причин низкой приживаемости, повлекшие их гибель. Одновременно учитывают их качество и состояние.

Если участки неоднородны по состоянию лесных культур, то производят исследование каждой его части, например, верхняя часть участка посажена в дно борозды, а нижняя часть – в пласты. В каждой части такого участка закладывают серию ВПП. Частичные лесные культуры изучают в пределах их физической площади.

Для оценки приживаемости и качественного состояния культур закладывают ВПП, количество и размеры их на каждом конкретном участке лесных культур определяются требованиями точности исследования. На каждом участке культур закладывают не менее 3 ВПП, располагаемых равномерно вдоль длины или по диагонали участка. Суммарная площадь ВПП составляет не менее 5 % при площади участка до 3 га, 4 % – от 3 до 5 га, 3 % – от 5 до 10 га, 1 % – более 50 га. Каждая ВПП должна иметь квадратную или прямоугольную форму и заключать в себя не менее трёх рядов в чистых культурах (500 и более живых растений) или не менее одного цикла смещения в смешанных культурах с охватом не менее 300 живых растений каждой породы (600 и более посадочных мест).

По числу посадочных мест и числу сохранившихся растений на всех ВПП устанавливается единый (средний) процент приживаемости для данного участка культур. К пустым посадочным местам относят пропуски в рядах более одного метра. Погибшие растения учитывают отдельно, устанавливая причины их отпада (усыхание, выжимание, вымокание, выпревание под завалом травянистой растительности и т.д.). Учёт состояния лесных культур на каждом участке ведётся по форме 15. Причины гибели не ограничиваются приведённым в таблице перечнем, возможны иные причины, которые устанавливают в натуре. Самосев лесообразующих пород в рядах и между рядами культур учитывают отдельно.

Ведомость учёта лесных культур в фазе приживания в _____ уч. л-ве.
 Кв. _____, выд. _____. Площ. _____ га. Год создания культур _____.
 Древесная порода _____. Тип посадочного места _____.

№ ВПП	Площадь, га	Пустые посадочные места	Учет по состоянию			Средняя высота, см	Доля погибших растений по причинам (%)										
			здоровые	сомнительные	погибшие		Некачествен. посад. материал	Глубокая посадка	Некачест. уход	Выжимание	Вымокание	Выпревание	Усыхание	Фитоболезни	Энтомофредители	Повреждение грызунами	Прочие
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Исследование лесных культур в фазе индивидуального роста.

Продолжительность фазы (с четвёртого года после посадки культур до момента их смыкания) зависит от многих факторов, главными из которых являются биологические особенности древесных пород, лесорастительные условия и соблюдение технологии создания культур. Ориентировочный срок смыкания лесных культур в различных лесорастительных условиях соответствует сроку перевода участков лесных культур в земли, покрытые растительностью (ОСТ 59-99-93 «Культуры лесные. Оценка качества»). Целью исследований лесных культур в фазе индивидуального роста является изучение процесса приживания, визуально видимых причин гибели, оценка состояния и особенностей роста культивируемых растений, их дифференциации при свободном росте и развитии. Количество и размеры ВПП приведены выше, в разделе «Исследование культур в стадии приживаемости». Для получения статистически достоверных результатов необходимо иметь на каждой пробной площади не менее 200 растений главной древесной породы, а количество пробных площадей – не менее 3. При более точных исследованиях каждая ВПП должна охватывать не менее 500 посадочных мест. Записи следует проводить по форме 16.

Перечётная ведомость лесных культур в фазе _____ .
 _____ лесничество, _____ кв. _____, выд. _____. Пл. _____ га.

№ пробн. площади	№ дерева	Порода	Высота ствола, см	Текущий прирост высоты ствола, см				Д. ствола, см	Характеристика кроны						Сомкнутость крон, %	Другие сведения
				20 __ г.	20 __ г.	20 __ г.	20 __ г.		Д. вдоль ряда, м	Д. поперёк ряда, м	Д. средний, м	Высота до первой живой ветви, см	Форма	Объём, м ³		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

В фазе индивидуального роста культур необходимо обратить внимание на морфологическое состояние ствола, динамику его текущих приростов, на особенности формирования крон и корневых систем, указать сроки их сомкнутости между растениями в ряду. Для первых лет жизни древесных растений при нормальном их состоянии характерно нарастание текущих приростов ствола по высоте, что является важным признаком оценки состояния. Необходимо на каждой ВПП у 50 растений (каждое 5–10-е здоровое растение) измерить ежегодные приросты высоты ствола, начиная с третьего года роста деревьев в культурах.

Изучение развития кроны заключается в снятии количественных (протяжённость живой кроны по стволу, проекция кроны вдоль и поперёк ряда, объём) и качественных характеристик (её форма, густота, охвоенность, текущий прирост побегов первого порядка ветвления, состояние (цвет) хвои и т.д.).

Объём кроны вычисляется по формуле геометрической фигуры, наиболее близкой форме кроны. Площадь проекции кроны вычисляется по форме круга:

$$S = \frac{\pi D^2}{4}, \quad \text{или} \quad S = 0,785 \cdot a \cdot b, \quad (2)$$

где S – площадь проекции кроны;

D – средние значения размеров кроны вдоль и поперёк ряда;

a – размер кроны вдоль ряда и b – поперёк ряда.

Важное значение имеет изучение корневых систем. Формирование их и срок смыкания с соседними растениями в фазе индивидуального роста определяются способом обработки почвы, типом посадочного места, методом создания культур (посев и посадка), возрастом посадочного материала, степенью и характером деформации корневых систем при посадке семян и саженцев, эдафическими условиями и другими факторами. Развитие корневых систем изучается по раскопкам у 3–5 саженцев на каждой пробной площади по методическим указаниям Красильникова П.К. (Методика полевого изучения подземных частей растений. Л.: Наука, 1983. 207 с.). Полученные данные заносят в форму 17. Исследование вертикальной, горизонтальной проекции корневой системы и объёма почвы, занимаемой ею, необходимо для совершенствования технологии обработки почвы.

Форма 17

Ведомость обмера корневых систем при раскопке саженцев.

_____ уч. лесничество, _____ кв. _____, выд. _____. Пл. _____ га.

Год создания культур _____. Древесная порода _____.

№ пробной площади	№ учётного саженца	Размер корневой системы, см			Деформация		Другие сведения
		макс. глубина	протяжённость		характер	степень	
			вдоль ряда	поперёк ряда			
1	2	3	4	5	6	7	8

Исследование культур в фазах чащи, жердняка, формирования стволов, приспевания и спелости древостоя. Фаза чащи лесных культур длится с момента их смыкания и перевода в земли, покрытые лесной растительностью (с 10-летнего возраста культур), до 20 лет, фаза жердняка – с 21 до 40 лет, фаза формирования стволов – с 41 до 60 лет, фаза приспевания – с 61 года до возраста спелости.

Цели исследования каждой из этих фаз многообразны, они связаны главным образом с изучением особенностей состояния и процесса формирования, производительности и биологической устойчивости искусственных насаждений, созданных в различных лесорастительных условиях с использованием тех или иных типов лесных культур и технологических решений. В указанных фазах культур исследования проводят с более широким использованием методов в лесоводстве, лесоведении и лесной таксации, разработанных для изучения естественных насаждений.

Диаметр ствола измеряют на высоте 1,3 м от поверхности почвы по ступеням толщины (1, 2, 4 см). Перечёт живых деревьев проводят сплошь по форме 18. Высоту деревьев измеряют с помощью мерной рейки, а при высоте культур свыше 4–5 м – с помощью высотомера.

Форма 18

Ведомость перечёта деревьев (порода) _____ в лесных культурах.
 _____ уч. лесничество, _____ кв, _____ выд. _____
 Год создания _____. Пробная площадь № _____, её размер _____ м².

Степень толщины, см	Число деревьев									
	сосна			ель			лиственница			
	здоровых	сомнит.	погибших	здоровых	сомнит.	погибших	здоровых	сомнит.	погибших	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Диаметр среднего модельного дерева определяется как средне-взвешенный через сумму площадей сечений: находится площадь сечения среднего дерева, средний диаметр определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4g}{\pi}}, \quad (3)$$

где D – средний диаметр; g – площадь сечения среднего дерева.

Средняя высота определяется по графику высот. Для построения графика высот измеряют диаметр и высоту ствола у 25–30 модельных деревьев, которые распределяют по ступеням толщины пропорционально сумме площадей сечений. При получении в лесничестве разрешения проводят их рубку или спиливание за пределами пробной площади. С целью снижения числа срубленных модельных деревьев отбор их можно проводить через одну ступень, в крайнем случае рубку можно ограничить 5 модельными деревьями, относящимися к срединной ступени, определив их среднюю высоту как среднюю высоту древостоя. Можно использовать способ скользящего диаметра Е.П. Смолоногова, для чего измерить мерной вилкой диаметр на высоте груди, высоту ствола – высотомером. При этом по два нормально развитых модельных дерева отбирают в срединной ступени, в нижней и верхней ступенях толщины. Этот способ не требует составления графика высот и применения таблиц.

Величина ступени толщины при перечёте древостоя должна приниматься в зависимости от среднего диаметра на высоте груди согласно форме 19.

Лесообразующие породы, возобновившиеся естественным путем, также включают в перечень. Их учитывают в той же перечётной ведомости, но ниже учтённых лесных культур.

Форма 19

Величина ступени толщины

Средний диаметр древостоя, см	Величина ступени толщины, см
1	2
До 4 включительно	0,5
4,1–8	1,0
8,1–16	2,0
Свыше 16,1	4,0

В заключение следует подчеркнуть, что приведенные выше методические указания носят обобщённый характер. Для разработки конкретных вопросов автор ВКР вправе корректировать их или составлять методику под конкретные вопросы исследований. При этом важно учитывать методы полевого опыта, разработанные на основе вариационной статистики.

Обследование площадей лесокультурного фонда

Необходимо выявить и изучить не покрытые лесом земли с выделением лесокультурного фонда и обследованием его в натуре. Выявление не покрытых лесом земель проводится по материалам лесоустройства (планам лесонасаждений, планшетам, таксационным описаниям, проектным ведомостям лесных культур, планам проектируемых мероприятий), а также по материалам текущего учета лесного фонда (формы учета лесного фонда, акт освидетельствования мест рубок, акты о лесных пожарах, акт на списание погибших насаждений и лесных культур).

Не покрытые лесом земли в зависимости от лесорастительных условий (типов лесорастительных условий, типов леса) и их лесовосстановительной способности относят к лесокультурному фонду, фонду площадей, оставляемых на естественное зарастивание, либо фонду содействия естественному возобновлению леса. После выявления площадей лесокультурного фонда составляют их перечень (форма 20) и принимают решение о сплошном или выборочном их обследовании.

Перечень площадей лесокультурного фонда по _____
уч. лесничеству на учётный период (год) _____

№ кв.	№ выдела	Вид ЛКП	Категория ЛКП	Год рубки, пожара, гибели	Тип леса	Тип ЛРУ	Площадь, га
1	2	3	4	5	6	7	8

При выборочном обследовании необходимо выдерживать принцип пропорционального представительства видов и категорий лесокультурных площадей, типов лесорастительных условий.

Участки, занятые малоценными мягколиственными молодняками высотой свыше 2 м, находящиеся среди площадей лесокультурного фонда, исключают из него и переводят в фонд реконструкции.

Обследование вырубок с целью установления доступности их для лесокультурной техники проводят в соответствии с «Указаниями по освидетельствованию мест рубок ...» путём закладки ленточных пробных площадей шириной 10 м, длиной на всю ширину вырубки. На вырубках шириной до 200 м закладывают одну диагональную ленточную пробную площадь, на вырубках шириной 200–500 м – две диагональные пробные площади (форма 21) во взаимно пересекающихся направлениях. Обязательным условием при закладке ленточной пробной площади на вырубке должно быть то, что длинной стороной их располагают под углом к пасекам и волокам (пасечным, магистральным).

Размер ленточных пробных площадей на лесокультурных площадях

Площадь вырубки, гари, га	Доля, занимаемая пробными площадями, %, не менее
1	2
До 3	15
3,1–5	8
5,1–15	5
15,1–50	3
51–100	2
101 и более	1

Общий размер пробных площадей приведён в форме 21. На ленточных пробных площадях учитываются степень захламленности (оставленная на месте рубки деловая и неликвидная древесина), количество пней с их морфометрическими показателями, а также площадь, занятая волоками, погрузочными и разделочными площадками,

глубина колея и степень минерализации поверхности почвы на них. Отдельно учитываются завалунённость территории и прочие препятствия (выход на поверхность скальных горных пород, глубокие ямы, карьер, откуда брали грунт для строительства дорог, карстовые провалы и др.), которые вычлняют из продуцирующей площади, занятой лесными культурами.

Иногда в лесокультурный фонд включают вырубki и гари с жизнеспособным подростом. Оценку состояния подростa выявляют путем закладки серии (не менее 3) ВПП, общая площадь которых должна составлять процент, применяемый при инвентаризации лесных культур. Полученные данные помещают в ведомость (форма 22). Если при натурном обследовании на вырубке качественные и количественные показатели подростa соответствуют приведённым в форме, то данную площадь полностью либо частично исключают из лесокультурного фонда.

Форма 22

Критерии удовлетворительной оценки возобновления вырубok на Урале

Высота жизнеспособного подростa	Количество жизнеспособного подростa (тыс. шт. на 1 га), при котором не требуется создание лесных культур			
	сосновые насаждения		еловые и твердолиственные насаждения	
	летняя разработка	зимняя разработка	летняя разработка	зимняя разработка
До 0,5	5	4	4	3
0,6–1,5	4	3	3	2
выше 1,5	3	2,5	3	2

Результаты натурного обследования лесокультурных площадей (по результатам пробных площадей) заносят в форму 23.

Форма 23

Результаты натурного обследования площадей лесокультурного фонда в _____ уч. лесничестве. Дата обследования _____

Квартал	Выдел	Площадь, га	Вид ЛКП	Категория ЛКП	Год рубки, пожара	Тип леса	Тип ЛРУ	Рельеф	Тип почвы	Естественное возобновление					Напочв. покров	Пни		Захламлен. дров. остатками, м ³ /га
										Состав	Возраст	Густота, тыс. шт./га	Ср. высота, м	Характер распредел.		Густота, тыс. шт./га	Д/Н ср., см	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Обработка материалов исследований

Для определения продуктивности лесных культур необходимо вычислить следующие показатели: средний диаметр ($D_{\text{ср}}$, см), среднюю высоту ($H_{\text{ср}}$, м), класс бонитета, запас и полноту.

Средний диаметр определяется как средневзвешенный через сумму площадей сечений. Площадь сечения ствола дерева вычисляют по формуле

$$S = \frac{1}{4} \pi d^2 = 0,785d^2. \quad (4)$$

Далее суммируются площади сечений деревьев на всей пробной площади:

$$\sum S = \sum S_1 + \sum S_2 + \sum S_3 + \dots + \sum S_n. \quad (5)$$

Среднюю площадь сечения ствола дерева определяют по формуле

$$S_{\text{ср}} = \frac{\sum S}{N}. \quad (6)$$

Средний диаметр искусственного древостоя на пробной площади вычисляют по формуле

$$D_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{S}{\pi}}. \quad (7)$$

Среднюю высоту древостоя определяют как среднее арифметическое из измерений высоты деревьев на каждую ступень толщины. Для вычисления запаса древесины в культурах заполняют форму 24.

Форма 24

Расчет запаса древостоя в культурах (порода) _____

$D_{1,3}$	N	D^2	$S, \text{ м}^2$	$\sum S, \text{ м}^2$	$V, \text{ м}^3$	$\sum V, \text{ м}^3$
16	3	256	0,0201	0,0600	0,179	0,537
	$\sum N, \text{ шт./га}$			$\sum S, \text{ м}^2/\text{га}$		$\sum V, \text{ м}^3/\text{га}$

На основании $H_{\text{ср}}$ и $D_{\text{ср}}$, по Приложению 13 определяют разряд высот и вычисляют объем ствола дерева каждой ступени толщины. Рассчитывают общий запас древесины на ВПП или ППП, затем через переводной коэффициент переводят на 1 га. Если древостой смешанный, то вначале определяют запас древесины по каждой породе,

а затем путём сложения получают *общий запас* на пробной площади и через переводной коэффициент (10000 м^2 : размер ВПП или ППП, м^2) – на 1 га. *Полноту* рассчитывают с учетом данных Приложения 14, *класс бонитета* – Приложения 15.

Статистическая обработка материалов

Вариационный анализ. Для вариационного ряда необходимо найти следующие статистические характеристики: среднее значение, стандартное отклонение, коэффициент вариации, мера косости (асимметрия) и мера крутости (эксцесс). Важно не только найти значения статистических характеристик выборочной совокупности, но и дать оценку степени их соответствия статистическим параметрам генеральной совокупности, под которой следует понимать все изученные лесные культуры одного возраста и породного состава в лесничестве, созданные в одинаковых лесорастительных условиях по одной и той же технологии с использованием идентичного посадочного материала. Выборочной совокупностью являются чаще всего результаты перечета древостоя или иных измерений на одной пробной площади. Для получения статистических характеристик выборочной совокупности проводят предварительный расчет на примере, указанном в форме 25.

Форма 25

Расчет статистических характеристик вариационного ряда выборочной совокупности

x	n	xn	x^2n	a	an	a^2n	a^3n	a^4n
16	20	320	5120	-4	-80	320	-1280	5120
Итого				-				

Здесь x – значение признака (диаметр ступени толщины, см);

n – число наблюдений (число деревьев данной ступени толщины, шт.);

$$a = x - A,$$

где A – значение x при наибольшем числе наблюдений n .

Статистические характеристики рассчитывают по следующим формулам.

1. Среднее значение (положение вариационного ряда)

$$M = \frac{\sum xn}{N}, \text{ где } N = \sum n. \quad (8)$$

2. Стандартное отклонение

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 n - \frac{(\sum xn)^2}{N}}{N-1}}. \quad (9)$$

3. Коэффициент вариации, V , %

$$V = \frac{S \cdot 100}{M}. \quad (10)$$

4. Коэффициент асимметрии

$$A = \frac{\mu_3}{S^3}, \text{ где } \mu - \text{ центральный момент}, \quad (11)$$

$\mu_3 = v_3 - 3 \cdot v_1 \cdot v_2 + 2 v_1^3$, где v – условный момент,

$$v_1 = \frac{\sum a \cdot n}{N}; \quad v_2 = \frac{\sum a^2 \cdot n}{N}; \quad v_3 = \frac{\sum a^3 \cdot n}{N}.$$

5. Коэффициент эксцесса

$$E = \frac{\mu_4}{S^4} - 3, \quad (12)$$

$$\mu_4 = v_4 - 4 \cdot v_1 \cdot v_3 + 6 \cdot v_1^2 \cdot v_2 - 3 \cdot v_1^4, \quad v_4 = \frac{\sum a^4 \cdot n}{N}.$$

6. Показатели достоверности статистических характеристик (степень расхождения статистических характеристик выборочной совокупности и соответствующих им статистических параметров генеральной совокупности) определяются через ошибку статистических характеристик и критерий оценки:

а) для среднего значения ошибка выборки

$$m = \pm \frac{S}{\sqrt{N}} = \pm \sqrt{\frac{S^2}{N}}, \quad (13)$$

критерий Стьюдента

$$t = \frac{M}{m}. \quad (14)$$

Для более широко применяемого в лесоводственных исследованиях 5-процентного уровня значимости (95-процентного уровня доверительной вероятности) значение критерия должно быть ± 2 , в этом случае соответствие среднего значения выборочной совокупности среднему значению генеральной совокупности считается доказанным с вероятностью 95 %. Оценка достоверности среднего значения выборочной совокупности более надежно осуществляется через показатель точности опыта (относительную ошибку выборочной средней):

$$P = \frac{m}{M} 100 \%. \quad (15)$$

Показатель « P » должен быть, как правило, меньше 3–5 %, редко 10 %, в случае превышения следует увеличить число наблюдений и повторить опыт;

б) для коэффициента вариации ошибка

$$m_v = \pm \frac{V}{\sqrt{2N}}; \quad (16)$$

в) для коэффициента асимметрии ошибка

$$m_A = \pm \sqrt{\frac{6}{N}}; \quad (17)$$

г) для коэффициента эксцесса ошибка

$$m_E = 2m_A = \pm 2\sqrt{\frac{6}{N}}. \quad (18)$$

Достоверность коэффициентов вариации, асимметрии и эксцесса оценивается по критерию Стьюдента:

$$t_v = \frac{v}{m_v}; \quad (19)$$

$$t_A = \frac{A}{m_A}; \quad (20)$$

$$t_E = \frac{E}{m_E}. \quad (21)$$

Оценка гипотез

Установление достоверности статистических характеристик является важной, но не окончательной задачей вариационного анализа. Часто возникает необходимость решить следующие задачи:

1) найти интервалы, в которых колеблется неизвестное нам среднее значение генеральной совокупности μ , используя среднее значение выборочной совокупности M и ошибку средней m . Значение μ будет находиться в интервале

$$M - tm \leq \mu \leq M + tm, \quad (22)$$

где t – критерий Стьюдента,

M и m – среднее значение и ошибка выборки.

При достаточно большом числе наблюдений (более 50) значение t -критерия на 5 %-ном уровне значимости равно 2, тогда формула примет вид

$$M - 2m \leq \mu \leq M + 2m, \quad (23)$$

то есть среднее значение генеральной совокупности лежит в пределах двойной ошибки выборки (на примере задачи 2);

2) определить достоверность различия средних значений двух самостоятельных выборок. При одинаковом числе наблюдений критерий существенности различия определяется по приведенной формуле

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (24)$$

где M_1 и M_2 – средние значения выборок, а m_1 и m_2 – их ошибки.

Если для 5 %-ного уровня значимости значение t -критерия меньше 2, различие средних значений выборок считается несущественным;

3) оценить соответствие между фактическим распределением и ожидаемым (гипотетическим, теоретическим).

Распределение того или иного признака (показателя) может приближаться к какому-либо известному распределению, описываемому формулой (закон нормального распределения Лапласа – Гаусса, закон обобщенного нормального распределения Грамма – Шарлье, распределение Пирсона, гамма-распределение, лог-нормальное распределение и т. д.).

Чаще всего распределения, не имеющие выраженных асимметрии и эксцесса, сравнивают (аппроксимируют) с кривой нормального распределения Лапласа – Гаусса. Сравнение заключается в степени расхождения фактической и аппроксимируемой кривой и оценке степени расхождения по одному из критериев, чаще по критерию χ^2 (хи-квадрат). В случае установления соответствия фактической и теоретической кривой вычисляются ординаты последней. На этом установление закона изменчивости изучаемого признака считается законченным.

Предварительно рассчитывают теоретические частоты вариационного ряда (форма 26), а затем – критерий χ^2 (форма 27).

Форма 26

Расчет теоретических частот вариационного ряда

x	$x - M$	$t = \frac{x - M}{S}$	$\varphi(t)$	Теоретические частоты		Фактические частоты
				вычисленные	округленные	
16	-5,94	-1,23	0,18049	14,26	14	20
				Итого	Итого	Итого

Расчет критерия χ^2

Значение признака x	Число наблюдений		$n - n_1$	$(n - n_1)^2$	$\chi^2 = \frac{(n - n_1)^2}{n_1}$
	Фактическое n	Теоретическое n			
16	20	14	6	36	2,57
	Итого	Итого			Итого

Значения M и S получают из статистических расчетов. Число степеней свободы находим по формуле $\nu = k - 3$, где k – количество классов (число ступеней толщины). Для каждого значения t (нормированное отклонение) определяем значение функции $\varphi(t)$ по Приложению 16 (промежуточные значения $\varphi(t)$ определяются интерполяцией).

Вычисляем значение выражения

$$\frac{N \cdot c}{S}, \quad (25)$$

где N – объем выборки,

c – классовый интервал (4 см),

S – стандартное отклонение.

Для расчета вычисленных частот полученное частное $\frac{N \cdot c}{S}$ умножаем на каждое значение функции $\varphi(t)$. Округляя вычисленные значения, получаем теоретические частоты. Переносим теоретические частоты n из формы 26 в форму 27 и далее рассчитываем χ^2 . Если вычисленное значение χ^2 меньше табличного, то эмпирическое распределение соответствует закону нормального распределения (Приложение 17). В противном случае эмпирическое распределение соответствует другой кривой.

Приложение 4

Соотношение типов леса и лесорастительных условий на Урале

Тип леса (по Н.А. Коновалову)	Тип ЛРУ (по П.С. Погребняку)
С. нагорный	А ₁ – бор сухой
С. лишайниковый	А ₁ – бор сухой
Островной бор (сосняк)	А ₁ – бор сухой
С. брусничник	А ₂ – бор свежий, В ₂ – суборь свежая
С. ягодниковый	А ₃ – бор влажный, В ₂ – суборь свежая, В ₂ – суборь влажная
С. орляковый	В ₂ – суборь свежая, С ₂ – сурамень свежая, С ₃ – сурамень влажная
С. черничник	А ₂ – бор свежий, А ₃ – бор влажный, А ₄ – бор сырой, В ₂ – суборь свежая
С. долгомошниковый	А ₄ – бор сырой
С. сфагновый	А ₄ – бор сырой
С. сфагново-хвощёвый	А ₄ – бор сырой
С. осоково-сфагновый	А ₄ – бор сырой
С. липняковый	В ₂ – суборь свежая, С ₂ – суборь сложная
Е. нагорный, Е. хребтовый	С ₂ – сурамень свежая
Е. брусничный, Е. кисличный	С ₂ – сурамень свежая, С ₃ – сурамень влажная
Е. черничный	С ₃ – сурамень влажная, С ₄ – сурамень сырая
Е. зеленомошниковый	С ₂ – сурамень свежая, С ₃ – сурамень влажная
Е. разнотравный	С ₃ – сурамень влажная
Е. аконитовый	С ₃ – сурамень влажная, С ₄ – сурамень сырая
Е. поручейный	С ₄ – сурамень сырая
Е. хвощёвый, Е. тр.-сфагновый	С ₄ – сурамень сырая

Приложение 5

**Агрегатирование и лесоводственно-технологическая характеристика
лесных плугов**

Марка плуга	Агрегатирование плуга с трактором	Количество корпусов	Ширина захвата, м	Производительность		Глубина обработки, см	Примечание
				за 8 часов, км	за 1 час основного времени, га		
1	2	3	4	5	6	7	8
ПЛ-1	ЛХТ-100, ЛХТ-55, ТДТ-55А	1	1,0	10–12	–	10–15	2-отвальный
ПКЛ-70	ТДТ-55А, ЛХТ-55, ЛХТ-100, ДТ-75М	1	0,7 0,5	10–12	–	10–15 25	2-отвальный 1-отвальный
ПЛП-135	Т-130, ТТ-4	1	1,35	10–12	–	15–30	2-отвальный
ПЛД-1,2	ЛХТ-55, ТДТ-55А	4	1,2	10–12	–	до 25	дисковый
ПЛМ-1,3	ЛХТ-55, ТДТ-55А	2	1,3	10–15	–	до 30	двух-корпусный
ПКЛН-500А ЛКН-600	Т-130, ЛХТ-100	1	-	10–12	–	до 50	канавокопатель
ПЛО-400	Т-130, ЛХТ-100	1	-	10–12	–	до 40	канавокопатель
ПЛ-2-50	ТДТ-55А, ЛХТ-55	2	2*1,0	10–15	–	до 25	двух-корпусный
ПНД-4-30	ДТ-75М, ТТ-4	4	1,2	10–12	–	до 30	дисковый
ПКБ-75	ДТ-75М	1	0,75	–	0,35	до 35	прицепной болотный
ПБН-3-45	ДТ-75М	3	1,35	–	0,6	до 35	болотный
ПБН-100А	Т-130	1	1,0	–	0,4	до 45	болотный
ПБН-75	ДТ-75М	1	0,75	–	0,35	до 35	болотный

Приложение 6

**Производительность и лесоводственные параметры
лесопосадочных машин**

Марка машины	Агрегатирование машины с трактором	Высота надземной части посадочного материала, см		Число рядов	Ширина междурядий, м	Шаг посадки, м	Обслуживающий персонал			Производительность, км/час
		сеянцев	саженцев				тракторист	сажальщик	оправщик	
МЛУ-1	ЛХТ-55, ДТ-75М	10–40	20–50	1	–	0,5–1,5	1	2	1,2	1,5–2,0
ПЛА-1	ЛХТ-55, ДТ-75М	10–30	–	1	–	0,5–1,0	1	2	1	3,5
ЛМД-81К	ЛХТ-55, ТДТ-55А	–	50–100	1	–	произвольный	1	1	1	1,5–3,0
СЛ-2	Т-130, ЛХТ-100	10–40	–	2	1,3–3,1	произвольный	1	2	2	1,5–2,0
СЛ-2А	ЛХТ-100, Т-130	10–40	–	2	1,3–3,1	произвольный	1	2	2	1,5–2,0
СЛГ-1	ЛХТ-55, ТДТ-55А	10–40	–	1	–	0,5–1,0	1	2	1	2,0–3,0

Приложение 7

**Производительность и лесоводственные параметры
лесных культиваторов**

Марка культиватора	Агрегатирование культиватора с трактором	Ширина захвата, м	Глубина обработки почвы, см	Производительность	
				га/час	км/час
КЛБ-1,7	ЛХТ-55, МТЗ-82	1,7	6–12	–	2–3
КДС-1,8	ЛХТ-55, ДТ-75	1,8	6–12	–	2–3

Приложение 8

**Дневная норма выработки на обработку почвы бороздами
(ЛКП-вырубка)**

Состав агрегата		Расстояние между центром борозд	Количество пней, шт./га	Длина гона, м			
Марка				101–150	151–250	251–400	Свыше 400
трактора	машин-орудий			Норма выработки, га			
Вырубки свежие (давность рубки – до 5 лет), очищенные от порубочных остатков							
Т-130, ЛХТ-100	ПЛП-135, ПКЛН-500А	3,0	До 300	–	4,3	4,7	5,0
			301–500	–	3,9	4,2	4,4
			501–1000	–	3,5	3,7	3,9
ЛХТ-100 ЛХТ-55 ТДТ-55А	ПЛ-1, ПКЛ-70	3,5	До 300	5,3	5,9	6,5	7,0
			301–500	4,7	5,2	5,5	5,9
			501–1000	4,4	4,9	5,2	6,6

Приложение 9

**Дневная норма выработки на механизированной посадке культур
(ЛКП-вырубка)**

Состав агрегата		Количество пней, шт./га	Длина гона, м				
Марка			101–150	151–250	251–400	Свыше 400	
трактора	сажалки		Норма выработки, га				
Посадка 2–3-летних сеянцев							
ЛХТ-55, ЛХТ-100	МЛУ-1	До 300	3,2	3,6	3,8	4,1	
		301–500	2,5	2,7	2,8	2,9	
		501–800	2,1	2,3	2,4	2,5	
Посадка 4-летних сеянцев или 5-летних саженцев							
ЛХТ-55 ЛХТ-100	ЛУ-1, ЛМД-81К	До 300	1,4	1,5	1,6	1,8	

Приложение 10

**Дневная норма выработки на механизированном уходе
за лесными культурами**

Состав агрегата		Количество пней, шт./га	Ширина междурядий, мм	Длина гона, м			
Марка				101–150	151–250	251–400	Свыше 400
трактора	машин-орудий	Норма выработки, га					
ЛХТ-55 ЛХТ-100 ТДТ-55А	КЛБ-1,7 КДС-1,8	До 350	2,5	3,2	3,3	3,6	3,8
		351–600	2,5	2,8	3,2	3,4	3,6
		До 350	3	3,8	3,9	4,4	4,6
		351–600	3	3,4	3,8	4,0	4,4

Приложение 11

**Дневная норма выработки на посадке лесных культур
с помощью ручных инструментов**

Наименование работы	Единица измер.	Норма выработки	Тарифный разряд
1	2	3	4
Посадка 2-летних сеянцев сосны или 3-летних сеянцев ели в дно плужных борозд или пласт на вырубках на средней по механическому составу почве	Шт.	760	3

Приложение 12

**Дневная нормы выработки на уходе за лесными культурами
с помощью ручных инструментов**

Наименование работы	Единица измерен.	Норма выработки	Тарифный разряд
1	2	3	4
Рыхление почвы ручным инструментом на легкой почве при засоренности:	м ²		
слабой		1100	2
средней		907	2
сильной		745	2
На средней почве при засоренности:			
слабой		972	2
средней	648	2	
сильной	523	2	

Приложение 13

Объём ствола в коре для древостоев сосны

Диаметр, см	Высота, <i>H</i> , м и объём ствола, <i>V</i> , м ³ по разрядам высот									
	III		IV		V		VI		VII	
	<i>H</i>	<i>V</i>	<i>H</i>	<i>V</i>	<i>H</i>	<i>V</i>	<i>H</i>	<i>V</i>	<i>H</i>	<i>V</i>
8	14.0	0.0384	12.5	0.0343	11.5	0.0315	10.5	0.0288	9.5	0.0261
12	17.8	0.101	16.2	0.095	15.0	0.085	13.5	0.076	12.0	0.068
16	20.5	0.196	18.7	0.179	17.3	0.166	15.4	0.147	13.7	0.131
20	23.1	0.335	21.0	0.305	19.2	0.279	17.2	0.250	15.4	0.233
24	24.9	0.510	22.6	0.463	20.4	0.418	18.5	0.379	16.5	0.338
28	26.2	0.720	23.7	0.651	21.3	0.585	19.4	0.533	17.4	0.478
32	27.2	0.961	24.5	0.869	21.9	0.776	20.0	0.709	18.0	0.638
36	27.8	1.237	25.1	1.117	22.4	0.996	20.6	0.916	18.4	0.819
40	28.4	1.549	25.6	1.397	22.8	1.244	21.0	1.146	18.8	1.026
44	28.9	1.898	26.1	1.714	23.2	1.523	21.3	1.399	19.1	1.254
48	29.3	2.276	26.4	2.031	23.5	1.823	21.6	1.681	–	–

Приложение 14

**Стандартная таблица сумм площадей сечений и запаса древесины
в культурах сосны**

Высота, м	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³		Высота, м	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³
5	19,8	64		17	38,1	304
6	21,5	78		18	39,3	329
7	23,2	94		19	40,3	353
8	24,9	111		20	41,6	381
9	26,5	128		21	42,6	407
10	28,3	148		22	43,6	433
11	30,1	169		23	44,4	259
12	31,4	189		24	45,4	487
13	31,8	203		25	46,2	514
14	34,2	233		26	47,0	541
15	35,6	256		27	47,7	568
16	36,9	280		28	48,4	595

Приложение 15

Распределение насаждений по классам бонитета (по М.М. Орлову)

Возраст, лет	Высота семенных насаждений, м						
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
10	6–5	5–4	4–3	3–2	2–1	–	–
20	12–10	9–8	7–6	6–5	4–3	2	1
30	16–14	13–12	11–10	9–8	7–6	5–4	3–2
40	20–18	17–15	14–13	12–10	9–8	7–5	4–3
50	24–21	20–18	17–15	14–12	11–9	8–6	5–4
60	28–24	23–20	19–17	16–14	13–11	10–8	7–5
70	30–26	25–22	21–19	18–16	15–12	11–9	8–6
80	32–28	27–24	23–21	20–17	16–14	13–11	10–7
90	34–30	29–26	25–23	22–19	18–15	14–12	11–8
100	35–31	30–27	26–24	23–20	9–16	15–13	12–9
110	36–32	31–29	28–25	24–21	20–17	16–13	12–10
120	38–34	33–30	29–26	25–22	21–18	17–14	13–10

Приложение 16

Значения функции $\varphi(t)$

t	Число степеней свободы		
	3	4	5
0,0	39876	39862	39844
0,1	39559	39505	39448
0,2	38853	38762	38667
0,3	37780	37654	37524
0,4	36371	36213	36053
0,5	34667	34482	34294
0,6	32713	32506	32297
0,7	30563	30339	30114
0,8	28269	28034	27798
0,9	25888	25647	25406
1,0	23471	23230	22988
1,1	21069	20831	20594
1,2	18724	18494	18265
1,3	16474	16256	16038
1,4	14350	14146	13943
1,5	12376	12188	12001
1,6	10567	10396	10226
1,7	08938	08780	08628
1,8	07477	07341	07206
1,9	06195	06077	05959
2,0	05082	04980	04879
2,1	04128	04041	03955
2,2	03319	03246	03174
2,3	02643	02582	02522
2,4	02083	020033	01984
2,5	01625	01585	01545
2,6	01256	01223	01191
2,7	00961	00935	00909
2,8	00727	00707	00687
2,9	00545	00530	00514
3,0	00405	00393	00381

Приложение 17

Значение критерия χ^2

Уровень значимости	Число степеней свободы		
	3	4	5
0,05	7,815	9,488	11,070
0,01	11,345	13,277	15,086

Содержание

1. Структура выпускной квалификационной работы бакалавров	3
1.1. Оформление структурных элементов ВКР	3
1.2. Вводная часть Пояснительной записки	6
1.2.1. Специальная часть Пояснительной записки	10
1.2.2. Исследовательская часть	12
1.2.3. Проектная часть	15
1.2.4. Экономическая часть	23
1.2.5. Безопасность жизнедеятельности	23
2. Указания для магистров к выполнению ВКР	23
2.1. Структура Пояснительной записки ВКР	23
2.2. Требования к выполнению Пояснительной записки ВКР.....	24
Рекомендуемая литература	26
Приложения	28
Приложение 1. Основные положения, методики сбора и обработки материалов для ВКР	28
Приложение 2. Проведение натурных исследований	31
Приложение 3. Обработка материалов исследований	42
Приложение 4. Соотношение типов леса и лесорастительных условий	48
Приложение 5. Агрегатирование и лесоводственно-технологическая характеристика лесных плугов	49
Приложение 6. Производительность и лесоводственные параметры лесопосадочных машин	50
Приложение 7. Производительность и лесоводственные параметры лесных культиваторов	50
Приложение 8. Дневная норма выработки на обработке почвы бороздами	51
Приложение 9. Дневная норма выработки на механизированной посадке культур	51
Приложение 10. Дневная норма выработки на механизированном уходе за лесными культурами	52
Приложение 11. Дневная норма выработки на посадке лесных культур с помощью ручных инструментов	52
Приложение 12. Дневная норма выработки на уходе за лесными культурами с помощью ручных инструментов	53
Приложение 13. Объем ствола в коре для древостоев сосны	53
Приложение 14. Стандартная таблица сумм площадей сечения и запаса древесины в культурах сосны	54
Приложение 15. Распределение насаждений по классам бонитета	54
Приложение 16. Значение функции $\varphi(t)$	55
Приложение 17. Значение критерия χ^2	55