

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВПО УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
Институт лесопромышленного бизнеса и дорожного строительства

И.Т. Глебов, О.Н. Чернышев, А.Г. Гороховский,  
В.Г. Новоселов, Е.Е. Шишкина

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Методические указания

к выпускной квалификационной работе выпускников  
по направлению подготовки высшего профессионального  
образования 250400.68 «Технология лесозаготовительных и  
деревоперерабатывающих производств» и основной образовательной  
программе магистратуры 250400.68 "Технология деревообработки"

Екатеринбург  
2014

Рассмотрены и рекомендованы к изданию  
методической комиссией ИЛБиДС

Протокол № 4 от 15.02.2014 г.

Рецензенты:

Уласовец В.Г. – доктор техн. наук, профессор кафедры  
механической обработки древесины,

Пашков В.К. – доктор техн. наук, проф. кафедры станков и  
инструментов

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
1 Общие требования к магистерской диссертации .....	4
2 Тематика выпускных квалификационных работ .....	6
3 Структура работы .....	10
3.1 Титульный лист .....	10
3.2 Оглавление .....	11
3.3 Введение .....	11
3.4 Основная часть .....	12
4 Заключение .....	23
5 Правила оформления магистерской диссертации .....	24
6 Содержание автореферата .....	27
7 Порядок защиты магистерской диссертации .....	28
7.1 Подготовка к защите магистерской диссертации	28
7.2 Процедура защиты магистерской диссертации .....	29
Библиографический список .....	30
Приложение А Образец титульного листа .....	32
Приложение Б Пример структуры магистерской диссертации	33
Приложение В Методика статистической обработки результатов экспериментов, полученных при реализации	34
<i>ПФЭ 2<sup>3</sup></i>	

## **ВВЕДЕНИЕ**

Магистр – это образовательно-квалификационный уровень выпускника магистратуры, который получил углубленные специальные навыки и знания инновационного характера, имеет практический опыт их применения для решения профессиональных проблемных задач в области, определяемой направлением и программой подготовки. Магистр должен обладать широкой эрудицией, фундаментальной научной базой, владеть методологией научных исследований, современными информационными технологиями, методами получения, обработки, хранения и использования научной информации, быть способным к научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности.

В соответствии с ФГОС ВПО магистерская программа включает в себя две составные части – образовательную и научно-исследовательскую. Содержание научно-исследовательской работы магистра определяется индивидуальным планом [1].

Основная образовательная программа магистерской подготовки завершается написанием и защитой выпускной квалификационной работы, которая направлена на установление соответствия уровня профессиональной подготовки выпускников требованиям федерального государственного образовательного стандарта третьего поколения (ФГОС-3) [2]. Выпускная квалификационная работа выполняется в виде **магистерской диссертации**. Выполняется она в период прохождения практики и выполнения научно-исследовательской работы.

Данные методические указания определяют общие требования к магистерской диссертации, ее примерную тематику и структуру, правила оформления, подготовку к защите и защиту диссертации.

## **1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Магистерская диссертация и представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную

квалификационную работу, связанную с решением задач того вида деятельности, к которым готовится магистрант (производственно-технологическая, организационно-управленческая, научно-исследовательская, проектно-конструкторская, научно-педагогическая).

При выполнении выпускной квалификационной работы, обучающиеся должны показать свою способность и умение, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные общекультурные и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения. В магистерской диссертации ее автор должен показать, что он владеет навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности, требующей широкого образования в соответствующем направлении, как того требует ФГОС ВПО.

Студент, выполняющий магистерскую диссертацию, несет ответственность за полное и качественное выполнение всех разделов диссертации, за новизну, обоснованность и правильность технических решений, полноту выполненных расчетов, а также грамотность оформления работы. Он должен уметь:

- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний.
- выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы исходя из задач конкретного исследования.
- обобщать, систематизировать и теоретически осмысливать эмпирический материал.
- обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных.
- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий.

– владеть иностранными языками в той мере, какая необходима для самостоятельной работы над нормативными источниками и научной литературой.

– представить итоги проведенного исследования в виде письменной работы, оформленной в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.

Для руководства процессом подготовки магистерской диссертации магистранту назначается научный руководитель.

Научный руководитель магистерской диссертации:

- оказывает помощь в выборе темы магистерской диссертации;
- формирует задание на подготовку магистерской диссертации;
- оказывает помощь в разработке индивидуального графика работы на весь период выполнения магистерской диссертации;
- помогает магистранту в составлении рабочего плана магистерской диссертации, подборе списка литературных источников и информации, необходимых для выполнения диссертации;
- консультирует магистранта, оказывает ему необходимую методическую помощь;
- проверяет выполнение работы и ее частей;
- представляет письменный отзыв на диссертацию с рекомендацией ее к защите или с отклонением от защиты;
- оказывает помощь в подготовке презентации магистерской диссертации для ее защиты [1].

## **2. ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ**

Тема магистерской диссертации выдается студенту в первый год обучения в магистратуре одновременно с закреплением за ним руководителя магистерской программы.

Тема должна быть актуальной, иметь научное и прикладное значение, отвечать требованиям деревообрабатывающей промышленности. При этом должны быть созданы условия для

выполнения темы в намеченный срок. Выбор темы производится на основании имеющегося на кафедре утвержденного перечня исследовательских тем.

Тема должна быть сформулирована таким образом, чтобы в ней конкретно отражалась основная идея работы.

Тематика магистерской работы должна отражать как фундаментальный (теоретический), так и прикладной характер. Фундаментальные работы посвящаются, например, развитию науки о древесине, ее механической обработке. Результаты таких работ не могут быть внедрены, но они являются базой для научного обоснования различных проектов.

### **Примеры фундаментальных тем диссертаций [3]:**

- влияние размерно-качественных характеристик пиловочника на размерно-качественные характеристики пиломатериалов;
- влияние характеристик сырых пиломатериалов (породы, размеров, плотности, содержания природных смол и др.) на качество сухих пиломатериалов;
- влияние поверхностных свойств древесины на взаимодействие с жидкими защитными веществами (антипиренами, антисептиками), связующими, лакокрасочными веществами;
- деформации различных пород древесины, как капиллярно-пористого тела, в процессе ее технологической обработки;
- влияние факторов технологической системы деревообрабатывающего цеха на выбор рациональных режимов механической обработки древесины и древесных материалов резанием.

Результаты прикладных диссертационных работ могут быть внедрены на производстве либо при реальном проектировании, стать частью проекта. Такие диссертационные работы должны включать теоретические и экспериментальные исследования.

### **Примеры прикладных тем диссертаций.**

*Лесопиление и сушка древесины:*

- маркетинговые исследования рынка пиломатериалов и концепций его развития; формирование спроса;

- обоснование размеров и технологии лесопильных заводов малой мощности с применением мало- и многооперационных технологий;
- обоснование технологии и оборудования для раскрытия пиловочника на пиломатериалы в зависимости от влияющих факторов (диаметра сырья, породы древесины, производительности и др.);
- обоснование технологии на основе моделирования и оптимизации режимов сушки пиломатериалов;
- обоснование технологии сушки нетрадиционных для промышленности пород древесины;
- механизация погрузочно-разгрузочных и транспортных операций в технологическом потоке лесопиления;
- создание экологически безопасных препаратов для защитно-декоративной обработки и консервирования древесины;
- внедрение установок по утилизации отходов основного производства.

### *Производство фанеры и плит:*

- маркетинговые исследования рынка фанеры и древесных плит; концепция развития рынка и формирование спроса;
- обоснование размеров и технологии предприятий по производству фанеры и древесных плит с различным уровнем специализации и комбинирования;
- разработка и организация производства новых синтетических смол для фанеры и плитных материалов, позволяющих расширить ассортимент продукции снизить ее токсичность;
- разработка и организация производства защитно-декоративных материалов, в том числе для огне- и биозащиты, позволяющих получать продукцию специального назначения (вагоно- и контейнеростроения, строительства);
- совершенствование технологии производства фанеры из нетрадиционных пород древесины (например, лиственницы, осины и др.);

- организация производства клееных строительных конструкций из шпона;
- утилизация отходов основного производства.

### *Производство мебели:*

- анализ современного состояния производства и концепции развития рынка мебели и товаров культурно-бытового назначения;
- обоснование размеров и технологии предприятий по выпуску разных видов мебели;
- сегментация рынка мебели различного потребительского уровня с учетом платежеспособного спроса потенциальных покупателей;
- разработка конструкций и постановка на производство изделий мебели различного уровня исполнения оригинального дизайна с применением облегченных форм пониженной материалоемкости;
- разработка и организация производства фурнитуры для мебели;
- разработка экологически безопасных лакокрасочных материалов для отделки мебели с созданием технологических средств для их нанесения;
- разработка и организация производства новых обивочных материалов для мягкой мебели.

### *Производство столярно-строительных изделий:*

- маркетинговые исследования рынка столярно-строительных изделий и концепций его развития;
- разработка конструкций оконных и дверных блоков повышенной тепло- звукоизоляционной способности;
- обоснование размеров и технологии заводов по производству оконных и дверных блоков;
- изучение процессов и проектирование технологии склеивания клееного бруса;
- разработка экологически безопасных материалов для защитно-декоративной обработки оконных и дверных блоков.

*Оборудование для обработки древесины и древесных материалов:*

- зависимость режимов резания от различных факторов технологической системы при обработке (пилении, фрезеровании, сверлении, шлифовании) различных материалов;
- влияние различных параметров режущего инструмента на шероховатость и точность размеров обработанных деталей;
- проектирование и обоснование выбора (оценка конкурентоспособности) режущего инструмента для выполнения некоторой операции технологического процесса;
- зависимость точности размеров обработанных деталей от технологической стабильности станка.

### **3 СТРУКТУРА РАБОТЫ**

Магистерская диссертация включает пояснительную записку объемом 80...100 страниц текста с необходимыми расчетами, таблицами, графиками, оформленными с помощью компьютера, и автореферат диссертации объемом 18 страниц формата А4. Пример структуры приведен в приложении 2.

Магистерская диссертация должна включать в себя [4, 5]:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основную часть (разделы, подразделы, пункты);
- заключение;
- библиографический список;
- приложения (при необходимости).

#### **3.1 Титульный лист**

Титульный лист, первый лист диссертации, заполняется по форме, приведенной в приложении 1. Общие требования к титульному листу определены ГОСТ 7.32-2001 [5].

## 3.2 Оглавление

Оглавление – это система заголовков более или менее крупных или всех частей диссертации с указанием номеров страниц и пунктов. Это ключ к поиску требуемых данных. Оно дает целостное представление о содержании и структуре диссертации и выполняет роль путеводителя по ней. В связи с этим его следует помещать перед введением [6, 7].

Оглавление составляется по определенной форме. Современный вариант предусматривает только цифровую рубрикацию: "1; 1.1; 1.2; 1.2.1...". Рубрики соответствуют уровню дробления темы. Верхние уровни имеют номера рубрик 1; 2; 3 и т.д. Вторые уровни – 1.1; 2.1; третьи – 1.1.1; 3.2.1 и т.д. Рубрики четвертого уровня (5.2.1.1) и более низкие применять не рекомендуется, так как они плохо воспринимаются зрительно, трудно запоминаются.

## 3.3 Введение

Введение содержит в сжатой форме все фундаментальные положения, магистерской диссертации, обоснованию которых посвящена работа. Это актуальность выбранной темы, степень её разработанности, цель и содержание поставленных задач, объект и предмет исследования, избранные методы исследования, его теоретическая, нормативная и эмпирическая основа, научная новизна, положения, выносимые на защиту, их теоретическая значимость и прикладная ценность [4].

**Обоснование актуальности** выбранной системы - начальный этап любого исследования. И то, как автор умеет выбрать тему и насколько правильно он эту тему понимает и оценивает с точки зрения своевременности и социальной значимости, характеризует его научную зрелость и профессиональную подготовленность.

Освещение актуальности не должно быть многословным. Нужно показать главное – суть проблемной ситуации, из чего и будет видна актуальность темы. Актуальность может быть определена как

значимость, важность, приоритетность среди других тем и событий, злободневность.

Любое научное исследование проводится для того, чтобы преодолеть определенные трудности в процессе познания новых явлений, объяснить ранее неизвестные факты или выявить неполноту существующих способов объяснения известных фактов. Актуальность темы определяет потребности общества в получении каких-либо новых знаний в этой области. Как любой другой продукт, ожидаемые новые знания нуждаются в обосновании потребности: кому, для каких целей эти знания нужны, каков объем, качество этих знаний и т.д.

**Цель и задачи исследования.** От доказательства актуальности выбранной темы логично перейти к *формулировке цели исследования*, а также указать на конкретные задачи, которые предстоит решать в соответствии с этой целью. Желание исследователя ответить на вопросы по объему и качеству новых знаний определяет цель исследования. Определение цели – весьма важный этап в исследовании, так как она определяет и задачи самого исследователя: что изучать, что анализировать, какими методами можно получить новые знания.

Далее формулируются **объект и предмет исследования**. *Объект научного исследования* - это избранный элемент реальности, который обладает очевидными границами, относительной автономностью существования и как-то проявляет свою отделенность от окружающей его среды. Объект порождает проблемную ситуацию и избирается для изучения. *Предмет научного исследования* - логическое описание объекта, избирательность которого определена предпочтениями исследователя в выборе точки мысленного обзора, аспекта, «среза» отдельных проявлений наблюдаемого сегмента реальности.

В объекте выделяется та его часть, которая служит предметом исследования. Именно на него направлено основное внимание диссертанта, именно предмет исследования определяет тему диссертационной работы, которая обозначается на титульном листе как ее заглавие.

Объект исследования всегда шире, чем его предмет. Если объект - это область деятельности, то предмет – это изучаемый процесс в рамках объекта исследования.

**Методология и методы проведенного исследования.** Методология науки – представляет собой учение о принципах построения, формах и способах научного познания [5, 6]. Это учение о научном методе познания, совокупность методов, применяемых в теории предмета исследования.

В научном познании различают методы всеобщие и общенаучные [7]. Всеобщие методы базируются на диалектическом методе познания, основой которого является историзм и развитие объекта как технической системы. Общенаучные методы включают математические методы, наблюдение, сравнение, измерение, эксперимент, моделирование, обобщение, анализ и синтез, индукция, дедукция и др.

В исследовательской работе используются практически все перечисленные методы научного познания. Наибольший акцент при этом делается на эксперимент, измерение, построение математической модели и обобщение. Результаты экспериментов обрабатываются методами математической статистики.

**Научная новизна полученных результатов.** Далее показывается новизна полученных результатов, например, так:

– получены математические модели в виде уравнений регрессии, отражающие зависимость сил резания и удельной силы резания от толщины срезаемого слоя, глубины фрезерования и угла резания зуба фрезы;

– установлены рациональные режимы фрезерования кромок фанеры.

**Практическая значимость полученных результатов.** Полученные результаты могут быть использованы деревообрабатывающими предприятиями или внедрены в учебный процесс при выполнении лабораторных работ, курсовых проектов и т.д.

После этого необходимо сформулировать основные положения, выносимые на защиту.

В заключительной части введения необходимо кратко сказать о структуре работы.

### **3.4 Основная часть**

Требования к конкретному содержанию основной части магистерской диссертации устанавливаются научным руководителем, руководителем магистерской программы.

Основная часть должна содержать, как правило, три (иногда четыре) главы.

**В первой главе** приводится анализ состояния вопроса. На основе изучения отечественной и зарубежной научной литературы по исследуемой проблеме рекомендуется рассмотреть краткую историю родоначальников теории, указать принятые понятия и классификации, степень проработки проблемы за рубежом и в России. Описание объекта исследования должно быть дано четко со ссылкой на источники.

Стиль изложения должен быть литературным и научным. Научный стиль изложения предполагает точность, ясность и краткость.

В этой части необходимо исследовать основные направления развития соответствующей подотрасли производства материалов и изделий из древесины, определения рыночной ниши продукции и технологии, намечаемой к исследованию.

Определяя стратегию развития ассортимента продукции, техническую политику предприятия необходимо соотносить их с базисными положениями стратегического развития лесного сектора экономики на основе:

- анализа состояния и динамики развития лесосырьевой базы, построенной на принципах устойчивого управления леса;
- обоснования ассортимента и объемов производства продукции с учетом спроса на внутреннем и международном рынках;
- анализа финансовых и технических возможностей производителей по удовлетворению спроса регионального, российского и международного рынков;
- обоснования потребности производителей по техническому

первооружению предприятий, обеспечению сырьем, материалами, энергией, комплектующими, инструментом и др.

Определив основные направления развития отрасли, целесообразно перейти к сравнительному анализу продукции, предполагаемой к диссертационному исследованию, с существующими аналогами, товарами-заменителями. В табл. 1 приведен пример сравнения эксплуатационных свойств древесных материалов для деревянного домостроения [3]. На основе этого анализа определяются направления совершенствования свойств предметов труда, перечень и объем исследований, которые необходимо для этого провести.

Аналогичный анализ может быть проведен для сравнения альтернативных источников сырья, материалов, технологий, оборудования и т. п. для изготовления продукции.

Аналізу должна подлежать вся доступная исследователю информация: патенты и авторские свидетельства, научные статьи и монографии, учебники и учебные пособия, тезисы докладов и т. п.

Анализ состояния вопроса выполняется с целью обоснования задач исследования, направленных на достижение цели работы.

Таблица 1

Свойства древесных материалов для деревянного домостроения  
(пример сравнения продукции по эксплуатационным свойствам)

Наименование свойств	Ед. измерения	Наименование материала							
		Пиломатериалы хвойные			Фанера на водостойких клеях		ДСтП на водостойких клеях	OSB/3	МДФ
		сосна	ель	лиственница	хвойная	лиственная			
Толщина	мм	25-50	25-50	25-50	9-30	3-30	6-30	6-38	6-30
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	470	450	640	450^650	550-700	600-750	600-700	650-800
Прочность при изгибе	МПа	71,8	70,3	98,5	60-80	60-100	15-25	55-65	20-35
Прочность при скалывании	МПа	6,2	6,3	8,7	1,0	Бер. 1,5	0,14-0,75	0,26-0,50	0,50-0,70
Модуль упругости	ГПа	И,9	9,3	13,8	9,0-11,0	10,0-12,0	2,5-3,5	9,0-10,0	2,0-3,5

Стабильность размера по длине диапазона применения относительной влажности воздуха от 35% до 85%	%	0,1	0,1	0,1	0,06-0,07	0,06-0,07	0,25-0,3	0,25-0,3	0,25-0,3
Возможность применения для наружных работ		Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Да	Нет
Биостойкость	-	средняя	средняя	высокая	высокая	средняя	низкая	средняя	низкая

**Примечание.** 1. Для фанеры: прочность при скалывании по клеевому слою после кипячения образцов в течение 1 часа; 2. Для плит из измельченной древесины (ДСтП, OSB, МДФ): прочность при отрыве поперек пласта (растяжение перпендикулярно пласти)

### **Задачи анализа состояния вопроса:**

- определить, решалась ли подобная проблема ранее и, если да, то каковы результаты ее решения;
- сформировать свое понимание причинно-следственных связей явления, процесса и т. п.;
- определить перечень неисследованных вопросов поставленной проблемы;
- определить степень достоверности ранее полученных результатов с учетом развития научно-технического прогресса;
- определить возможность достижения цели с учетом уровня развития науки и техники;
- определить методы и средства исследования;
- определить возможность внедрения полученных результатов в производство.

На основе анализа состояния вопроса обосновываются задачи исследования, основные из которых направлены:

- на исследование нерешенных вопросов (белых пятен) проблемы;
- создание, если это необходимо, методов и средств исследования;
- разработку технического задания (экспериментального образца) на промышленную установку для внедрения результатов исследования;
- разработку технологического регламента, технических условий, проекта стандарта на продукцию;
- оценку экономической эффективности и/или социальной

значимости внедрения результатов исследований;

– обоснование научной новизны и практической значимости результатов исследований;

– защиту интеллектуальной собственности.

В том случае, когда диссертация направлена на разработку технического проекта, который требует научного обоснования тех или иных технологических решений, анализ состояния вопроса может включать и изучение предыстории предметной проектной области по изложенной ниже методике.

В результате анализа состояния вопроса формулируются выводы, уточняется цель диссертационного исследования и его задачи. В выводах в концентрированном виде обосновываются актуальность решаемой в диссертации проблемы, достоинства и недостатки продукции, технологии, процесса, метода определенного назначения, нерешенные научные, технические или иные вопросы.

В соответствии со скорректированной целью ставятся задачи исследования и проектирования, направленные на достижение цели. От правильности постановки задач зависит точность и достоверность принимаемых в диссертации решений, продолжительность их достижения.

**Во второй главе** излагается методика проведения исследований. Разработка методики проведения исследований, принятия проектных решений позволяет конкретизировать задачи, определить продолжительность их решения, обосновать методы и средства исследования и прогнозирования.

На первом этапе исследователь дает полную характеристику применяемых исходных материалов, подлежащих исследованию (пиломатериалов, шпона, фанеры, древесных плит из измельченной древесины, клеев, защитно-декоративных материалов и т. д.). Далее приводится обоснование выбора метода исследования (теоретического и экспериментального) и средств (оборудования, приборов) исследования. Здесь принимается решение об использовании известных методов (методик) и средств исследования и вновь созданных.

Далее необходимо обосновать и описать методику проведения каждого эксперимента. Обоснование должно включать соответствие

требуемой точности и достоверности результатов тем, которые могут быть получены при экспериментировании с применением принимаемых исследователем методов и средств.

Известно много методик выполнения однофакторного и многофакторного эксперимента. В однофакторном эксперименте исследуется, например, зависимость прочности клееных деталей от расхода клея (100; 120; 140; 160; г/м<sup>2</sup>). Однако клеенная деталь – сложная технологическая система, в которой при склеивании все факторы технологического процесса взаимно связаны. Для учета взаимного влияния различных факторов на технологический процесс склеивания используют полный факторный эксперимент типа ПФЭ  $2^K$ .

**Обоснование (построение) плана эксперимента** и методики обработки экспериментальных данных – один из важнейших этапов исследования, который включает:

- обоснование параметров оценки (выходных параметров) продукции, предмета труда, процесса, средства производства;
- установление, влияющих факторов;
- обоснование постоянных и переменных факторов;
- выделение существенно влияющих факторов;
- обоснование вида эксперимента: одно- или **многофакторный**;
- построение методической сетки однофакторного (табл. 2) и обоснование плана многофакторного эксперимента (табл. 3,4) [8];
- обоснование методики обработки результатов эксперимента.

Т а б л и ц а 2

Методическая сетка эксперимента (пример)

Задача исследования	Постоянные факторы		Переменные факторы		Параметры оценки объекта и/или предмета исследования (выходной параметр)	Количество результатов наблюдений			
	Наименование	Значение	Наименование	Значение		Количество	Количество	Количество	Общее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Установить	1. Порода древесины	Береза	Давление	1,0	Прочность				

влияние давления прессования на прочность клеевого соединения фанеры	2. Вид и свойства клея	СФЖ-3014	е прессования, МПа	1,2	ь при скальвании по клеевому слою после кипячения в течение одного часа	6	3	9	162
	3. Толщина фанеры	10 мм		1,4					
	4. Слоистость фанеры	7		1,6					
	5. Температура прессования	115... 120°C		1,8					
	6. Продолжительность процесса склеивания	9 мин		2,0					
				2,2					

Таблица 3

Переменные факторы и уровни их варьирования  
во многофакторном эксперименте (пример)

Наименование фактора	Уровень значения фактора			Интервал варьирования
	Нижний (-1)	Основной (0)	Верхний (+1)	
Давление прессования, $x_1$	1,4	1,6	1,8	0,2
Температура прессования, °С, $x_2$	100	110	120	10
Расход клея, г/м <sup>2</sup> , $x_3$	100	120	140	20

Для исследования многофакторной системы используют статистические методы планирования экспериментов, позволяющие составить математические модели в виде полиномов. На первом этапе проводится проверка гипотезы о линейности модели. Реализуется эксперимент. Проверяется адекватность модели, и если она неадекватна, то выдвигается гипотеза о значимом влиянии взаимодействия факторов, сначала парных, затем тройных и т.д.

При двух уровнях каждого фактора количество опытов полного факторного эксперимента (ПФЭ) равно  $N = 2^K$ , где  $K$  – количество факторов эксперимента. Полученные результаты обрабатываются статистически (приложение В).

**В третьей главе** излагаются и обсуждаются результаты экспериментальных исследований. Обработка результатов эксперимента проводится по методикам, изложенным в специальной литературе. Результаты эксперимента целесообразно представлять не в одной, а в нескольких формах: в виде таблиц (табл. 4), рисунков, уравнений, моделей, что упрощает задачу их анализа. Наибольшее распространение, как для анализа, так и для презентации доклада работы получила графическая форма представления результатов исследований, а для разработки программных (компьютерных) продуктов – в виде уравнений (математических моделей).

Графики строят в тех случаях, когда есть функциональная зависимость между функцией и аргументом, который может быть количественно измерен. В противном случае строят диаграммы.

На основе результатов исследования получают уравнения регрессии, идя от простого к сложному, в том виде, в котором они адекватно описывают экспериментальную зависимость.

Таблица 4

Прочность березовой фанеры марки ФСФ при скалывании по клеевому слою в зависимости от давления прессования (пример)

Толщина фанеры, мм	Давление прессования, X, МПа	Результаты опытов			
		Среднее давление $\bar{y}$	Среднее квадратическое отклонение, S	Коэффициент вариации, V	Уравнение регрессии
10	1,0	*	*	*	$\bar{y} = f(x)$
	1,2		*		
	1,4	*		*	
	1,6				
	1,8		*		
	2,0	*		*	
	2,2				

Представив результаты эксперимента в одной или нескольких формах, приступают к их анализу, сравнивая собственное представление, полученное на основе изучения состояния вопроса о характере влияния того или иного фактора на выходной параметр, с полученными результатами, устанавливая причинно-следственные связи.

В случае совпадения исследователь вправе подтвердить известные суждения, умозаключения, понятия, законы, теории, ссылаясь на первоисследователей. Если получены новые результаты, совпадающие с гипотезой исследователя, он вправе считать ее подтвержденной, при этом принципиально важным является обоснование полученного результата на основе анализа сущности процессов, явлений и т. п.

При несовпадении полученных результатов с гипотезой, необходимо выяснить возможные причины на основе повторного

анализа состояния вопроса, физико-химической или иной сущности исследуемых предметов и/или объектов.

Анализ результатов исследований предполагает установление их научной новизны, теоретической и практической значимости, эффективности использования, что отражается в выводах по работе.

При этом научная новизна, теоретическая значимость излагаются не в виде аннотации полученного результата (например, получена математическая модель процесса в виде системы уравнений регрессии, которая использована для поиска оптимальных параметров режимов обработки), а в виде описания причинно-следственных связей между функцией и аргументом, их сущности, позволивших, опираясь на классическое представление, либо отвергая его, получить адекватное математическое описание.

Результаты исследований и их объяснение необходимо обсуждать публично (в печати, на конференциях), что дает возможность их общественного признания. К моменту защиты диссертации соискатель должен опубликовать в печати как минимум 2 статьи.

**Четвертая часть** посвящается обоснованию проектных решений технологического процесса фанеры, пиломатериалов, мебели и др.

Проектная часть магистерской диссертации (если планируется ее выполнение) должна включать решение принципиальных вопросов технологического проектирования:

- разработку принципиальной технологии на основе альтернатив (многовариантное проектирование);
- выбора и расчета оборудования;
- расчеты материально-технического обеспечения технологического процесса.

В связи с многообразием продукции деревообрабатывающие производства характеризуются большим числом различных технологических процессов, включающих механическую обработку древесины резанием и давлением, гидро- и пьезотермическую обработку, склеивание, сборку и другое. Ряд процессов характеризуется сложными физико-химическими явлениями. Каждое производство может быть представлено совокупностью определенных технологических операций,

направленных на получение конечного продукта – материала или изделия. При этом у одного набора операций их организация может быть различной.

Разнообразие способов обработки, схем технологического процесса (ТП) одного функционального назначения требует одновременной разработки нескольких вариантов ТП, а в дальнейшем выбора одного из них по одному или нескольким критериям эффективности.

При проектировании технологии выполняют расчет производительности оборудования, находят потребное количество оборудования и процент его загрузки, определяют расход дереворежущего инструмента, рассчитывают численности основных рабочих.

Кроме того, выполняют **расчет древесного сырья** для производства пиломатериалов, фанеры и древесных плит при проектировании новых производств выполняют на основе укрупненных норм расхода сырья на  $1\text{ м}^3$  древесных материалов. Практика работы лесопильных и фанерных предприятий показывает, что расход сырья варьирует в большом диапазоне и зависит от диаметра и сортности сырья, его породы, условий хранения и доставки, принятой технологии и состояния оборудования, других факторов. В среднем расход хвойного сырья на  $1\text{ м}^3$  пиломатериалов составляет  $1,9\text{--}2\text{ м}^3$ ; расход сырья на  $1\text{ м}^3$  фанеры –  $2,5\text{--}3,3\text{ м}^3$ . Расчет древесных материалов (пиломатериалов, фанеры и плит, шпона) на производство изделий из древесины выполняют на основе норм расхода, основанных на припусках на обработку. Укрупнено рассчитывают также материалы и комплектующие, исходя из норм расхода единицу продукции. При технологической подготовке действующего производства выполняют точный расчет сырья, материалов и комплектующих.

#### 4. Заключение

Заключение как самостоятельный раздел работы должно содержать краткий обзор основных аналитических выводов

проведенного исследования и описание полученных в ходе него результатов.

Следует отметить, что хорошо написанные введение и заключение дают четкое представление читающему о качестве проведенного исследования, круге рассматриваемых вопросов, методах и результатах исследования.

В заключении должны быть представлены:

- общие выводы по результатам работы;
- оценка достоверности полученных результатов и сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ;
- предложения по использованию результатов работы, возможности внедрения разработанных предложений в производство.

Заключение включает в себя обобщения, общие выводы и конкретные предложения и рекомендации. В целом представленные в заключении выводы и результаты исследования должны последовательно отражать решение всех задач, поставленных автором в начале работы (во введении), что позволит оценить законченность и полноту проведенного исследования.

## **5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Диссертация оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008 (Библиографическая ссылка); ГОСТ 7.32-2001 (Отчет о научно-исследовательской работе); ГОСТ 7.1-2003 (Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.).

Диссертация выполняется на листах формата А4 с размерами полей: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, справа – 15мм, слева 30 мм. Шрифт Times New Roman, 14 пт, через полтора интервала [8].

Изложение текста и оформление работы осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 и стандарта предприятия СТП-3-2001 [10].

Заголовки основного раздела (введение, названия глав, заключение, список использованных источников) располагаются в середине строки без точки в конце и пишутся прописными буквами.

Заголовки подразделов и пунктов печатаются с прописной буквы без точки в конце.

Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы в заголовках не допускаются.

Расстояние между заголовками и текстом должны быть не менее 2-х интервалов.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты начинаются с арабских цифр, разделенных точками.

Если раздел или подраздел имеет только один пункт, или пункт имеет один подпункт, то его нумеровать не надо.

Текст работы должен быть выровнен по ширине.

Нумерация страниц работы выполняется арабскими цифрами в правом верхнем углу. Нумерация страниц начинается с титульного листа, но номера страниц на титульном листе, не ставятся. Поэтому номера страниц появляются, только начиная с содержания (обычно страница № 4).

Объем магистерской диссертации должен составлять 80 ... 100 страниц текста, и не более 12 листов графического материала.

Страницы текста и включенные в работу иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4 (210x297 мм) по ГОСТ 9327. Цвет шрифта текста должен быть черным.

Фамилии и собственные имена, названия учреждений в тексте магистерской диссертации приводят на языке оригинала.

В магистерской диссертации следует использовать сокращение русских слов и словосочетаний по ГОСТ 7.12-93. Из сокращенных названий учреждений и предприятий следует употреблять только общеизвестные. Малоизвестные сокращения необходимо расшифровывать при первом упоминании.

**Иллюстрации.** Все иллюстрации (фотографии, графики, чертежи, схемы, диаграммы и другие графические материалы) именуются в тексте рисунками.

Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте работы.

Чертежи, графики, диаграммы и схемы должны соответствовать требованиям государственных стандартов ЕСКД.

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 - Название рисунка.

Фотоснимки, размером меньше формата А4, должны быть наклеены на стандартные листы белой бумаги.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей магистерской диссертации. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, «Рисунок А3».

**Таблицы.** Значительный по объему цифровой материал, используемый в магистерской диссертации, оформляют в виде таблиц. Оформление таблиц выполняется по ГОСТ 2.105.

Нумерация таблиц приложений отдельная и состоит из буквы, обозначающей приложение, и цифры - номера таблицы. Например: Таблица А 1.

На все таблицы магистерской диссертации должны быть приведены ссылки в тексте, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями.

Таблицу в зависимости от ее размера помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости в приложении.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа магистерской диссертации.

Если строки или графы выходят за формат таблицы, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

## **6. СОДЕРЖАНИЕ АВТОРЕФЕРАТА**

За две недели до защиты диссертации магистрант сдает на кафедру автореферат в двух экземплярах объемом не более 8 страниц машинописного текста.

В автореферате в сжатом виде дается общая характеристика работы, включающая:

- актуальность темы исследования;
- степень разработанности проблемы (на основе анализа состояния вопроса);
- цель и задачи диссертации;
- объект и предмет исследования;
- теоретические основы работы, методы исследования и принятия решений;
- информационная база исследования;
- научная новизна, практическая значимость и апробация результатов работы;
- структура и объем диссертации.

В следующем разделе автореферата магистрант излагает основные результаты работы, выносимые на защиту, включающие:

- результаты исследований и их анализ;
- результаты проектирования и их анализ.

Последний раздел автореферата «Основные выводы и рекомендации» соответствует заключению диссертации. В нем кратко излагаются содержательные (а не аннотированные) выводы по работе, раскрывающие причинно-следственные связи, сущность исследованных процессов и явлений, технико-экономическая эффективность и социальная значимость проектных решений.

На последней странице реферата указываются публикации и доклады автора по результатам работы.

## **7. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

### **7.1. Подготовка к защите магистерской диссертации**

Подготовленная к защите магистерская диссертация должна пройти нормоконтроль. Задача нормоконтроля - проверка соответствия магистерской диссертации нормам и требованиям, установленным в действующих государственных стандартах специальностей и нормативных актах высшей школы.

На основании анализа содержания магистерской диссертации и соответствия ее оформления установленным нормам научный руководитель решает вопрос о допуске к защите в ГАК. Магистерская диссертация, допущенная к защите, направляется на обязательное рецензирование. Рецензент после ознакомления с магистерской диссертацией составляет заключение-рецензию, в которой отмечает достоинства и недостатки работы, аргументировано оценивает ее качество и делает заключение о реальной практической ценности данной работы. Магистрант заблаговременно знакомится с рецензией.

Отзыв руководителя на магистерскую диссертацию и рецензия на магистерскую диссертацию вкладываются в диссертацию. На последней странице отзыва и рецензии должна стоять подпись магистранта об ознакомлении с ними. Магистерская диссертация в

распечатанном и переплетенном виде принимается секретарем ГАК для последующей защиты под роспись.

## **7.2. Процедура защиты магистерской диссертации**

Защита магистерской диссертации проводится на открытом заседании ГАК. Время защиты объявляется заранее. На защиту приглашаются научный руководитель, рецензенты и все желающие.

Первое слово предоставляется магистранту, время его выступления должно составлять не менее 15 минут. В своем докладе магистрант раскрывает актуальность выбранной темы, основную цель и обусловленные ею конкретные задачи, освещает научную новизну результатов исследования, обосновывает положения, выносимые на защиту и их практическое использование. Научно-практическую значимость исследования магистрант подтверждает полученными результатами.

После выступления автор отвечает на вопросы членов комиссии. Далее выступает научный руководитель, который характеризует, насколько самостоятельно, творчески относился магистрант к выполнению своего исследования и отмечает соответствие работы требованиям государственного стандарта.

Затем слово предоставляется рецензенту для краткой характеристики и оценки работы, после чего начинается её закрытое обсуждение, на основании которого выставляется оценка и решение о защите объявляется соискателю.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подготовка и защита магистерской диссертации/  
[http://www.fa-kit.ru/main\\_dsp.php?top\\_id=15755](http://www.fa-kit.ru/main_dsp.php?top_id=15755)
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств». Квалификация (степень) – магистр. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от « 22 » декабря 2009 г. № 798.
3. Чубинский, А.Н. Магистерская диссертация. Методические указания / А.Н. Чубинский.– Санкт-Петербург: СПбГЛТА, 2008.– 55 с.
4. Прохоров, Л.А. Положение о магистерских диссертациях/ Л.А. Прохоров, В.И. Колесникова, О.Н. Малиновский.– Кубанский государственный университет,  
[http://law.kubsu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=45:education&id=315:krimlab](http://law.kubsu.ru/index.php?option=com_content&view=article&catid=45:education&id=315:krimlab)
5. Прохоров, А.М. Советский энциклопедический словарь/ А.М. Прохоров.– М.: «Советская энциклопедия», 1989. – 1630 с.
6. Ожегов, С.И. Словарь русского языка/ С.И. Ожегов.– М.: «Русский язык», 1991. – 917 с.
7. Глебов, И.Т. Научно-техническое творчество/ И.Т. Глебов, В.В. Глухих, И.В. Назаров.– Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 264 с.
8. ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе (НИР).
9. Глебов, И.Т. Учебное издание: характеристика и подготовка рукописи/ И.Т. Глебов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 90 с.
10. Пашков, В.К. Стандарт предприятия СТП-3-2001. Учебный процесс. Курсовое и дипломное проектирование: общие требования к оформлению текстовых конструкторских документов на изделия машиностроения, приборостроения и строительства в курсовых и дипломных проектах и работах/ В.К. Пашков, Л.А. Шабалин, В.Ф. Виноградов.– Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 61 с.
11. Пижурин, А.А. Исследование процессов деревообработки/ А.А. Пижурин, М.С. Розенблит. – М.: Лесн. пром-сть, 1994. - 232 с.

12. Пашков, В.К. Основы научных исследований. Методические указания/ В.К. Пашков. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2003. – 87 с.

13. Проверка значимости коэффициентов простой линейной регрессии и адекватности регрессионной модели.

<http://ekonometred.ru/bilety-po-ekonometrike/10-proverka-znachimosti-koefficientov-prostoj-linejnoj.htm>

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Образец титульного листа

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВПО УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра механической обработки древесины**

На правах рукописи

Сидоров Максим Валерьевич

**СКЛЕИВАНИЕ МАССИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ И  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПРОИЗВОДСТВА  
КЛЕЕНОГО ОКОННОГО БРУСА  
ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ**

Магистерская программа 250400-68 «Технология деревообработки».

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание квалификации – магистр техники и технологии

Научный руководитель  
доктор технических наук, профессор  
Галактионов Андрей Павлович

Екатеринбург  
2014

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Пример структуры магистерской диссертации

#### **Склеивание массивной древесины и проектирование участка производства клееного оконного бруса из древесины лиственницы**

Оглавление

Введение

1 Анализ состояния вопроса. Цель и задачи исследования

1.1 Основные направления развития оконных блоков. Классификация светопрозрачных ограждающих конструкций и их характеристика

1.2 Анализ конструктивных форм и требований, предъявляемых к клееному брусу

1.3 Анализ строения и свойств древесины лиственницы как сырья для изготовления клееного бруса

1.4 Выводы. Цель и задачи исследования

**2 Методика проведения исследования**

2.1 Характеристика исходных материалов, методов и средств исследования

2.2 Методика определения способности древесины смачиваться связующими

2.3 Методика определения прочности клеевого соединения при скалывании по клеевому слою

2.4 Методика планирования и обработки результатов экспериментального исследования

2.5 Методика выбора приоритетного объекта

**3 Исследование влияния свойств клея и структуры поверхности древесины лиственницы на прочность клееного бруса при скалывании по клеевому слою**

3.1 Систематизация производственных факторов, влияющих на формирование клеевых соединений древесины

3.2 Результаты эксперимента и их анализ

3.3 Выводы

**4 Обоснование технологии и оборудование для изготовления клееного бруса**

4.1 Проектирование на графе и описание вариантов схем технологического производства клееного бруса

4.2 Обоснование характеристик оборудования для его экспертизы

4.3 Выбор оборудования на основе экспертных оценок

4.4 Расчет потребного количества оборудования и инструмента

4.5 Расчет расхода сырья, материалов, энергии всех видов на технологические нужды

4.6 Расчет производственных площадок и разработка плана цеха

4.7 Укрупненный расчет технико-экономических показателей

4.8 Выводы

Заключение

Список использованной литературы

Приложения

1 Результаты эксперимента

2 Технические характеристики оборудования

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Методика статистической обработки результатов экспериментов,  
полученных при реализации ПФЭ  $2^3$

**1 Определяются коэффициенты уравнения регрессии**

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 \quad (B1)$$

Матрица плана эксперимента в кодированном виде представлена в табл. В1

Таблица В1

Матрица планирования ПФЭ  $2^3$

Номер опыта	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_2x_3$	$x_1x_2x_3$	$y$
1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	$y_{j1}$
2	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	$y_{j2}$
3	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	$y_{j3}$
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	$y_{j4}$
5	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	$y_{j5}$
6	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	$y_{j6}$
7	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	$y_{j7}$
8	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	$y_{j8}$

Коэффициенты регрессии:

– свободный член

$$b_0 = \frac{\sum_{j=1}^N y_j}{N}; \quad (B2)$$

– член, характеризующий линейные эффекты

$$b_1 = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij} y_j}{N}; \quad (B3)$$

– члены, характеризующие эффекты взаимодействия

$$b_{il} = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij} x_{lj} y_j}{N}, \quad (B4)$$

где  $i, l$  – номера опытов;

$x_{ij}, x_{lj}$  – кодированные значения факторов  $i$  и  $l$  в  $j$ -м опыте.

## 2 Проверка адекватности математической модели

Проверку выполняют путем сопоставления величины  $\hat{y}$ , полученной по уравнению регрессии, и результатов эксперимента  $y$  [12].

Оценивание качества уравнения регрессии состоит в проверке гипотезы *H0* о *статистической незначимости уравнения регрессии и показателя тесноты связи*. Для этого выполняется сравнение фактического  $F_{факт}$  и критического (табличного)  $F_{табл}$  значений *F-критерия Фишера*.  $F_{факт}$  определяется из соотношения значений факторной и остаточной дисперсий, рассчитанных на одну степень свободы [13]:

$$F_{факт} = \frac{\sum (\hat{y} - \bar{y})^2 / m}{\sum (y - \hat{y})^2 / (n - m - 1)} = \frac{r_{xy}^2}{1 - r_{xy}^2} (n - 2), \quad (B5)$$

где  $n$  – число единиц совокупности;

$m$  – число параметров при переменных  $x$ .

$F_{факт}$  – это максимально возможное значение критерия под влиянием случайных факторов при данных степенях свободы и уровне значимости  $a$ . Уровень значимости  $a$  – вероятность

отвергнуть правильную гипотезу при условии, что она верна. Обычно  $\alpha$  принимается равной 0,05 или 0,01.

Если  $F_{табл} < F_{факт}$ , то  $H_0$  – гипотеза о случайной природе оцениваемых характеристик отклоняется и признается их статистическая значимость и надежность. Если  $F_{табл} > F_{факт}$ , то  $H_0$  – гипотеза не отклоняется и признается статистическая незначимость, надежность уравнения регрессии.

Для оценки *статистической значимости коэффициентов регрессии и коэффициента корреляции* используется ***t-критерий Стьюдента***.

В качестве основной гипотезы выдвигают гипотезу  $H_0$  о *незначимом отличии от нуля параметра регрессии или коэффициента корреляции*. Альтернативной гипотезой, при этом является гипотеза обратная, т.е. о неравенстве нулю параметра или коэффициента корреляции.

Найденное по данным наблюдений значение  $t$ -критерия (его еще называют наблюдаемым или фактическим) сравнивается с табличным (критическим) значением, определяемым по таблицам распределения Стьюдента (которые обычно приводятся в конце учебников и практикумов по статистике или эконометрике).

Табличное значение определяется в зависимости от уровня значимости ( $\alpha$ ) и числа степеней свободы, которое в случае линейной парной регрессии равно  $(n-2)$ ,  $n$  – число наблюдений.

Если фактическое значение  $t$ -критерия больше табличного (по модулю), то считают, что с вероятностью  $(1-\alpha)$  параметр регрессии (коэффициент корреляции) значимо отличается от нуля.

Если фактическое значение  $t$ -критерия меньше табличного (по модулю), то нет оснований отвергать основную гипотезу, т.е. параметр регрессии (коэффициент корреляции) незначимо отличается от нуля при уровне значимости  $\alpha$ .

Фактические значения  $t$ -критерия определяются по формулам:

$$t_{\sigma_2} = |a_0| \frac{\sqrt{n-2}}{\sigma_{ост}}; \quad (B6)$$

$$t_{\sigma 1} = |a_1| \frac{\sqrt{n-2}}{\sigma_{ocm}} \sigma_x; \quad (B7)$$

где  $\sigma_{ocm} = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{n}}$ .

Для проверки гипотезы о незначимом отличии от нуля коэффициента линейной парной корреляции используют критерий

$$t_r = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}, \quad (B8)$$

где  $r$  - оценка коэффициента корреляции, полученная по наблюдаемым данным при неизменном  $t_{табл}$ .

Адекватность регрессионной модели оценим с помощью **средней ошибки аппроксимации** – среднее отклонение расчетных значений от фактических:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \hat{y}}{y} \right| 100\%. \quad (B9)$$

Допустимый предел значений  $\bar{A}$  – не более 8-10%.

3. Наконец переводят уравнение регрессии из кодированного вида в натуральный.