

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А.А. Силаев, Л.И. Медведева, А.В. Савчиц

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

Электронное учебное пособие



Волжский
2019

ББК 74.026.65(07)
УДК 681.5
С 36

Рецензенты

доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и
производств» МЭИ, канд. физ.-мат. наук

Капля Е.В.;

начальник Волжского филиала ФБУ «Волгоградский ЦСМ»,

канд. тех. наук

Бельчанская Е.Н.

Издается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Силаев, А.А.

Выпускная квалификационная работа магистра [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Силаев, Л.И. Медведева, А.В. Савчиц ; ВПИ (филиал) ВолГТУ, – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 6,2 Мб). – Волжский, 2019. – Режим доступа: <http://lib.volpi.ru>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-9948-3345-2

Учебное пособие к выполнению выпускной квалификационной работы магистра. Содержит требования к содержанию, структуре и оформлению работы.

Предназначены для студентов магистратуры, обучающихся по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» всех форм обучения

Ил. 20, табл. 4, библиограф.: 5 назв.

ISBN 978-5-9948-3345-2

© Волгоградский государственный
технический университет, 2019

© Волжский политехнический
институт, 2019

Содержание

Введение.....	6
1. Организация подготовки к защите выпускной квалификационной работы.....	8
1.1. Требования к уровню подготовки магистра	8
1.2. Этапы выполнения выпускной квалификационной работы	8
1.3. Тематика магистерских диссертаций	9
1.4. Выбор темы и руководителя магистерской диссертации.....	12
1.5. Промежуточный контроль подготовки магистерской диссертации ..	12
1.6. Нормоконтроль выпускных работ	13
1.7. Проверка работы на антиплагиат.....	14
1.8. Отзыв руководителя ВКРМ	14
1.9. Рецензирование и предварительная защита работы	15
1.10. Утверждение ВКРМ	16
1.11. Размещение ВКР в электронной библиотеке.....	16
1.12. Процедура защиты ВКР	16
2. Структура и содержание выпускной квалификационной работы.....	18
2.1. Структура и содержание титульных листов и введения	19
2.2. Структура и содержание первого раздела выпускной работы «Исследование объекта автоматизации»	20
2.2.1. Подраздел «Выводы по первому разделу»	22
2.3. Структура и содержание второго раздела «Разработка и описание математической модели объекта исследования».....	22
2.3.1. Пример моделирования объекта и системы управления.....	23
2.4. Структура и содержание третьего раздела.....	46
2.4.1. Подраздел «Выводы по третьему разделу»	47
2.5. Структура и содержание заключения, списка литературы и приложений.....	47

2.6. Автореферат на магистерскую диссертацию.....	49
3. Оформление выпускной квалификационной работы.....	51
3.1. Оформление пояснительной записки	51
3.1.1. Общие правила оформления текста.....	51
3.1.2. Правила оформления заголовков.....	51
3.1.3. Правила оформления рисунков.....	52
3.1.4. Правила оформления таблиц.....	52
3.1.5. Правила оформления формул.....	53
3.1.6. Правила оформления списка литературы и ссылок.....	54
3.1.7. Правила оформления приложений	55
3.2. Оформление презентации	55
3.3. Правила оформления электронной версии ВКР.....	61
3.4. Правила оформления готовой ВКР.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ А Титульный лист	64
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Лист задания	65
ПРИЛОЖЕНИЕ В Календарный план	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Заявление «О соблюдении профессиональной этики при написании выпускной квалификационной работы».....	68
ПРИЛОЖЕНИЕ Д «Справка о результатах проверки ВКР на наличие заимствований»	69
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Отчёт о проверки на заимствования	70
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Отчёт руководителя ВКР для очной формы обучения	71
ПРИЛОЖЕНИЕ З Отчёт руководителя ВКР для заочной формы обучения	73
ПРИЛОЖЕНИЕ И Бланк рецензии на ВКР для очной формы обучения ...	75
ПРИЛОЖЕНИЕ К Бланк рецензии на ВКР для заочной формы обучения	77
ПРИЛОЖЕНИЕ Л Заявление о размещении в электронную библиотеку системы ВПИ.....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ М Оценочный лист для члена ГЭК	80

ПРИЛОЖЕНИЕ Н Титульный лист автореферата	81
Список литературы	83

Введение

Магистерская диссертация является итоговой аттестацией студентов, обучающихся в магистратуре по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Магистерская диссертация является самостоятельным законченным научным исследованием, содержащим совокупность результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты. Диссертация должна свидетельствовать о личном вкладе автора и об его умении проводить самостоятельно теоретические и экспериментальные исследования с применением современных технических средств автоматизации и вычислительной техники, теоретических знаний и практических навыков в области автоматизации технологических процессов и производств.

Целью магистерской диссертации является применение знаний, умений и навыков для проведения научных исследований и получения научно-практического результата по теме диссертации по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» в рамках соответствующей программы, реализуемой вузом, в области фундаментальной и профессиональной подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

Задача магистерской диссертации состоит в том, чтобы дать объективную оценку уровню и объему знаний, полученным магистрантом в процессе обучения, а также умений и навыков выпускника сформированных в рамках необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности компетенций.

Основная задача автора диссертации – продемонстрировать уровень научной квалификации, умение самостоятельно вести научный поиск, видеть профессиональные проблемы, знать общие методы и приемы их решения и при помощи этих методов решать конкретные научные задачи в области автоматизация технологических процессов и производств.

На основании материалов диссертации, ее защиты Государственная аттестационная комиссия решает вопрос о присвоении студенту квалификации магистра по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы магистра (ВКРМ) студенты имеют возможность:

- показать способность использования передовых достижений науки и техники с учетом перспектив их развития в интересах промышленности и умение обосновать экономическую целесообразность их внедрения;
- проявить умение правильного применения теоретических методов специальных дисциплин к решению инженерных задач;
- показать умение самостоятельно работать с технической литературой, с наукометрическими российскими и зарубежными базами, а также четко и логично формулировать свои выводы и предложения;

- организовать свою работу так, чтобы в срок, полностью и качественно выполнить задание на ВКРМ и подготовиться к ее защите;
- в устном докладе систематизированное, исчерпывающее и краткое изложение содержания проекта и основных выводов;
- защитить положения проекта при ответах на вопросы специалистов, рассматривающих и оценивающих проект.

1. Организация подготовки к защите выпускной квалификационной работы

1.1. Требования к уровню подготовки магистра

К защите диссертации допускаются лица, успешно завершившие полный курс обучения по основной образовательной программе подготовки магистра по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

К окончанию срока подготовки магистерской диссертации студенту рекомендуется провести апробацию работы и иметь подтверждение внедрения полученных результатов в производство или в учебный процесс в форме акта о внедрении, акта о полезности, патента, свидетельства на программу или базы данных для ЭВМ и публикаций в ведущих российских или зарубежных научно-технических журналах.

1.2. Этапы выполнения выпускной квалификационной работы

Работа над ВКРМ включает следующие этапы:

- 1) выбор и согласование темы ВКРМ с научным руководителем и заведующим кафедрой;
- 2) составление и обоснование плана работ по теме ВКРМ;
- 3) утверждение темы ВКРМ приказом директора по институту;
- 4) изучение предметной области и обзор научно-технической литературы по теме выпускной квалификационной работы;
- 5) проведение намеченных исследовательских работ по теме ВКРМ;
- 6) решение поставленных задач в ВКРМ;
- 7) анализ полученных результатов;
- 8) написание и оформление пояснительной записки и графических материалов, входящих в ВКРМ;
- 9) подготовка презентации к докладу;
- 10) подготовка доклада выступления;
- 11) апробация и публикация результатов, полученных в ВКРМ, на конференциях и в журналах;
- 12) предварительная защита ВКРМ на кафедре;
- 13) подготовка отзыва руководителя к ВКРМ;
- 14) внешнее рецензирование ВКРМ;
- 15) сдача ВКРМ на кафедру;
- 16) процедура защиты ВКРМ.

1.3. Тематика магистерских диссертаций

Тематика магистерских диссертаций может быть связана с широким кругом проблем и задач в области автоматизации технологических процессов и производств.

Содержанием магистерской диссертации могут быть результаты теоретических и экспериментальных исследований по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» с подготовкой к научно-исследовательской деятельности по программе «Автоматизация технологических процессов и производств по отраслям».

В соответствии с паспортом научной специальности 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) областями исследований могут являться:

1. Автоматизация производства заготовок, изготовления и сборки деталей.

2. Автоматизация контроля и испытаний.

3. Методология, научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП).

4. Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация.

5. Теоретические основы, средства и методы промышленной технологии создания АСУТП, АСУП, АСТПП.

6. Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления.

7. Методы совместного проектирования организационно-технологических распределенных комплексов и систем управления ими.

8. Формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизация модульных структур систем сбора и обработки данных в АСУТП, АСУП, АСТПП.

9. Методы эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУП, АСТПП, включая базы и банки данных и методы их оптимизации.

10. Методы синтеза специального математического обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей, обеспечивающих подсистемы АСУТП, АСУП, АСТПП.

11. Методы планирования, оптимизации, отладки, сопровождения, модификации и эксплуатации задач функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСТПП, включающие задачи управления качеством, финансами и персоналом.

12. Методы контроля, обеспечения достоверности, защиты и резервирования информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУП, АСТПП.

13. Теоретические основы и прикладные методы анализа и повышения эффективности, надежности и живучести АСУ на этапах их разработки, внедрения и эксплуатации.

14. Теоретические основы, методы и алгоритмы диагностирования АСУТП, АСУП, АСТПП.

15. Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ общего и специального назначения.

16. Теоретические основы, методы и алгоритмы построения экспертных и диалоговых подсистем, включенных в АСУТП, АСУП, АСТПП.

17. Использование методов автоматизированного проектирования для повышения эффективности разработки и модернизации АСУ.

18. Разработка средств и методов проектирования технического, математического, лингвистического и других видов обеспечения АСУ.

19. Разработка методов обеспечения совместимости и интеграции АСУ, АСУТП, АСУП, АСТПП и других систем и средств управления.

20. Разработка автоматизированных систем научных исследований.

Список технологических процессов, рекомендуемой кафедрой в качестве объекта исследования в рамках выполнения ВКРМ:

Абсорбции и десорбции ИИФ;

Абсорция карбоната аммония;

Антикоррозийное покрытие муфт;

Восстановление этилоцетата;

Вулканизация длинномерных рукавов;

Вулканизация клиновых ремней;

Вулканизация пневмобаллонов;

Вулканизация покрышек;

Деаэрация химически очищенной воды;

Дегидрирование изобутана;

Дистилляция сероуглерода;

Дробление карбида кремния;

Закалки спиральношовных труб;

Компримирование и абсорбция-десорбция контактного газа;

Моноэтаноламиновая очистка;

Нагрев заготовок в кольцевой печи;

Нейтрализация гидролизных растворов метионина натрия;

Нормализация труб в печи;

Обжиг извести;

Обжиг абразивного инструмента;

Обработка поверхности труб;

Освинцевание рукавов;

Осушка воздуха в цеолитовых адсорберах;
Охлаждение турбогенератора;
Очистка природного газа;
Очистка раствора акролеина от кислорода и инертных газов;
Очистка ртути содержащих сточных вод;
Очистки сточных вод;
Пастеризации пива;
Пастеризация молока;
Первая стадия полиамидирования капролактама;
Плавление грангулята полиамида;
Подготовка воды для охлаждения генератора питания ТПЧ;
Подготовка греющего пара в котлоагрегате ТГМ-34;
Подготовка питательной и сетевой воды;
Подогрев и выравнивание температуры труб в печи с шагающими балками;
Полиамидирование капролактама;
Получение анилина на стадии ректификации;
Получение гидросульфида натрия;
Получение диметилдитиокарбамата натрия;
Получение метилпропионового альдегида;
Получение синильной кислоты;
Получение формальдегида;
Получение цианистого натрия;
Получения аминобензола;
Получения МТБЭ;
Приготовление брекетных резиновых смесей в резиносмесителе;
Производство смазывающей охлаждающей жидкости;
Производства формалина;
Производство акролеина на стадии ректификации;
Производство альтакса;
Производство и вулканизация уплотнителя двери;
Производство композиции в диссольвере;
Производство протектора;
Производство силовых рукавов;
Производство сульфенамида Т;
Пропитка и сушка кордной ткани;
Разделение воздуха;
Регенерация капролактамных вод;
Ректификация акролеина;
Ректификация бутилового спирта;
Ректификация ИИФ;
Рекуперация этилоцетата;
Сжигание серосодержащих отходов;
Синтез аммиака;
Синтез гидантоина;

Термообработка труб в роликовой печи;
Удаления вредных примесей из технологического газа при производстве сероуглерода.

1.4. Выбор темы и руководителя магистерской диссертации

Темы магистерской диссертации определяются выпускающей кафедрой (кафедра ВАЭ и ВТ). Студентам предоставляется право выбора темы из списка тем, предложенных научным руководителем, или предложить свою тему. Выбранная студентом тема после согласования с научным руководителем и заведующим кафедрой утверждается приказом директора института.

Приказом директора ВПИ по представлению кафедры ВАЭ и ВТ назначаются научные руководители магистерских диссертаций из числа ведущих преподавателей кафедры ВАЭ и ВТ, имеющих научную степень. При необходимости могут назначаться консультанты.

В задачи руководителя магистерской диссертации входит:

1. Оказание помощи в разработке индивидуального плана и календарного графика работы над магистерской диссертацией.
2. Составление рекомендаций для изучения необходимой научно-технической литературы, справочных и архивных материалах, проведенных исследованиях и других источниках по теме диссертации.
3. Проведение систематических консультаций и бесед.
4. Оказание помощи в организации самостоятельной работы студента.
5. Проведение текущей и итоговой аттестации студента.

Работа над магистерской диссертацией начинается с первого семестра первого года обучения в магистратуре.

Перед началом выполнения выпускной работы студент разрабатывает календарный график работы на весь период с указанием очередности выполнения отдельных этапов и после одобрения руководителем представляет его на утверждение заведующему выпускающей кафедры.

Составленный студентом совместно с руководителем индивидуальный учебный план согласовывается с руководителем магистерской программы и утверждается деканом автомеханического факультета. Выпускающая кафедра обеспечивает студентов имеющимися у нее методическими указаниями и материалами.

За принятые в магистерской диссертации решения, за отсутствие плагиата и за правильность всех данных отвечает автор диссертации.

1.5. Промежуточный контроль подготовки магистерской диссертации

Промежуточная аттестация работы по выполнению магистерской диссертации осуществляется в форме зачета по научно-исследовательской

работе. Зачёт по научно-исследовательской работе проходит каждый семестр во время всего обучения в магистратуре. Оценку за зачет выставляет руководитель магистерской подготовки по рекомендациям научных руководителей магистерский диссертаций. Студент обязан отчитаться о выполненной работе перед научным руководителем. Периодически магистранты должны представлять результаты проведенных исследований на научных семинарах и заседаниях кафедры.

Результаты научно-исследовательской работы студента в семестре должны быть оформлены в виде отчёта по научно-исследовательской работе.

В первом семестре студент должен представить отчёт в форме реферата, в котором приводит литературный обзор по теме диссертационного исследования. Обзор литературных источников, проведенный магистрантом, должен содержать сравнительный анализ основных научно-практических результатов и положений, полученных ведущими специалистами в области диссертационного исследования, оценку их применимости в рамках диссертационного исследования. В случае если диссертация посвящена научному исследованию или автоматизации технологического процесса на предприятии, литературный обзор должен содержать описание данного процесса, включая вспомогательные чертежи, схемы, рисунки, таблицы. Итоговым пунктом литературного обзора является уточненная постановка задачи исследования и предполагаемый личный вклад автора в разработку темы.

Во втором семестре студент должен представить отчет, в котором описывает метод формализации поставленной задачи диссертационного исследования. Приводятся структурные и функциональные схемы исследуемой системы, алгоритмы и методы решения поставленных задач. Описывается принятый математический аппарат и используемые математические модели объектов исследования.

Отчет за третий семестр должен содержать описание проводимых экспериментальных исследований на реальном или имитационном объекте исследования. Должны быть указаны условия проводимых экспериментов, приведены методики проведения экспериментов, полученные результаты и их оценка. Также приводится список публикаций, свидетельств, патентов и других работ магистранта по теме диссертационного исследования.

Все отчёты в письменном виде сдаются преподавателю, ответственному за проведение практики у магистров, за две недели до начала зачётной недели.

1.6. Нормоконтроль выпускных работ

Для консультирования по оформлению конструкторской документации на кафедре назначается нормоконтролёр из числа ведущих преподавателей кафедры.

Нормоконтроллёр ставит свою подпись на титульном листе пояснительной записки ВКРМ.

Проверка работы нормоконтроллёром осуществляется до записи ВКРМ на электронный носитель.

Для организации работы студентов с консультантами составляется отдельное расписание.

1.7. Проверка работы на антиплагиат

Для соблюдения профессиональной этики и недопущения фактов нарушения авторских прав и наличия плагиата и ложного цитирования выпускные квалификационные работы в обязательном порядке проверяются в системе антиплагиата antiplagiat.ru.

Перед сдачей ВКРМ для проверки на объем заимствования студентам рекомендуется предварительно самостоятельно выполнить данную проверку.

Для инициализации проверки студент пишет на имя заведующего кафедрой заявление «О соблюдении профессиональной этики при написании выпускной квалификационной работы» (см. приложение Г). После чего подготовленную работу передаёт ответственному преподавателю на кафедре за проверку на наличие плагиата. Работа на проверку передается за 10 дней до защиты.

Электронные версии ВКРМ для проверки на наличие заимствований представляются в виде текстовых файлов в формате *.pdf, *.doc, или *.docx.

Минимальные требования к оригинальности ВКРМ устанавливаются на уровне 70 %. При невыполнении минимальных требуемых норм оригинальности ВКРМ должна быть в обязательном порядке переработана и представлена к повторной проверке не позднее 5 дней до начала работы ГЭК.

По результатам проверки оформляется «Справка о результатах проверки ВКР на наличие заимствований», которая является ПРИЛОЖЕНИЕМ А выпускной работы (см. приложение Д). Также к работе прикладывается отчёт о проверке на заимствования в системе антиплагиат (см. приложение Е).

Результаты проверки в обязательном порядке доводятся до сведения членов ГЭК. Окончательное решение о степени и корректности заимствований определяется членами ГЭК по результатам защиты.

1.8. Отзыв руководителя ВКРМ

После проверки ВКРМ на заимствование руководитель оформляет письменный отзыв на выпускную квалификационную работу. Бланк отзыва руководителя приведён в приложении Ж для очной формы обучения и в приложении З – для заочной формы обучения.

В своем отзыве руководитель выпускной квалификационной работы магистра указывает:

- полностью ли выполненная выпускная работа соответствует заданию;
- краткую характеристику содержания выпускной квалификационной работы;

- актуальность и ценность работы;
- использование современных методов анализа и обработки научной информации;
- оценку качества графической части и расчетно-пояснительной записки;
- основные положительные стороны работы (в том числе уровень использования ЭВМ для решения поставленных задач и проведение различного рода экспериментов);
- наличие самостоятельности, инициативы, зрелость и степень подготовки выпускника к самостоятельной деятельности;
- оценку реализации разработок и исследований, выполненных в квалификационной работе (в том числе наличие опубликованных статей различного уровня, докладов на конференциях, участие в смотрах – конкурсах студенческих работ, наличие договора о выполнении хоздоговорной темы с предприятием или другим заказчиком, заявок на изобретение, положительных решений на патент, отзыва от предприятия с обоснованием возможности внедрения);
- обоснованные замечания к выпускной работе.

В заключение руководитель оценивает выпускную квалификационную работу по стобальной системе (для заочной формы обучения по пятибальной системе) и делает вывод о возможности присвоения студенту квалификации магистр по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств».

После проверки руководителем дипломного проекта и составления отзыва, исправления в выпускной квалификационной работе НЕ ДОПУСКАЮТСЯ.

1.9. Рецензирование и предварительная защита работы

Магистерская диссертация в обязательном порядке рецензируется. Рецензент назначается из числа ведущих специалистов производства и научных учреждений, а также профессоров и доцентов других высших учебных заведений или ВолгГТУ, если они не работают на выпускающей кафедре. Рекомендуемые бланки рецензии для очной и заочной форм обучения приведены в приложении И и К.

Готовая диссертация, подписанная магистрантом, научным руководителем и руководителем магистерской программы, а также консультантами по отдельным разделам магистерской диссертации вместе с отзывом руководителя представляется для предварительной защиты на кафедре.

Выпускающей кафедрой организуется предварительная защита диссертации, во время которой выясняется полнота выполнения задания, умение магистранта кратко и грамотно изложить полученные результаты, умение использовать иллюстративные материалы. После предварительной

защиты и при наличии всех остальных документов диссертация выносится на официальную защиту.

В случае если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента к защите выпускной работы, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры. Протокол заседания кафедры с текстом решения по данному вопросу представляется декану факультета.

1.10. Утверждение ВКРМ

После проверки ВКРМ руководителем работа передаётся на утверждение заведующему кафедрой.

Подписанная работа сканируется студентом для размещения в электронной библиотеке ВПИ.

Полностью подписанная ВКРМ сдаётся секретарю ГЭК.

1.11. Размещение ВКР в электронной библиотеке

ВКР студентов ВПИ (филиал) ВолгГТУ размещаются в электронной библиотеке ВПИ.

Для этого студент должен написать заявление на имя директора ВПИ (филиал) ВолгГТУ о размещении ВКР в ЭБС ВПИ. Образец заявления приведен в приложении Л.

Подписанную и отсканированную версию пояснительной записки студент сдаёт ответственному на кафедре за размещение ВКР в ЭБС ВПИ.

1.12. Процедура защиты ВКР

Защита выпускных квалификационных работ проводится на открытых заседаниях ГЭК с участием не менее 2/3 членов от полного списочного состава комиссии, утвержденного руководством вуза.

Для этого в вузе собирается специальная государственная экзаменационная комиссия из числа руководителей и ведущих сотрудников организаций, профиль деятельности которых соответствует направлению подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств».

Защита выполненной выпускной квалификационной работы служит основанием государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) для присвоения выпускнику степени магистр по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств».

График проведения защит утверждается заранее.

В день могут защищаться не более 11 человек.

Секретарь ГЭК представляет выпускника, отмечает своевременность представления выпускной квалификационной работы, наличие подписанного отзыва руководителя и оценки руководителем уровня освоения, а также внешней рецензии.

Далее слово предоставляется выпускнику для сообщения.

Защита магистерской диссертации состоит из доклада автора продолжительностью не более 20 минут, ответов на вопросы и замечания членов ГЭК и присутствующих в зале, ответа на замечания руководителя и рецензента, дискуссии участников. Доклад должен содержать краткое изложение задачи исследования, ее актуальности, обзор попыток их разрешения и вытекающее из этого анализа более подробное описание общей методики исследования, экспериментальной установки и программы испытаний, полученные результаты и их анализ.

Для защиты студент готовит мультимедийную презентацию, характеризующую основные результаты его исследования.

Вопросы, задаваемые после доклада, могут как прямо касаться выполненной работы, так и не относиться к ней непосредственно, чтобы выявить общий уровень подготовки будущего магистра. Ответы на вопросы должны быть конкретными, немногословными, но полными и по существу.

После окончания вопросов зачитывается рецензия, оглашается содержание имеющихся отзывов и предоставляется слово магистранту для ответа на замечания. При несогласии с замечаниями кратко и четко излагаются причины несогласия.

Члены ГЭК, основываясь на докладе студента и представленном материале, ознакомившись с рукописью выпускной работы, заслушав отзыв руководителя, рецензию и ответы студента на вопросы и замечания дают предварительную оценку магистерской работы и устанавливают соответствие уровня подготовленности выпускника требованиям ФГОС ВО.

Для удобства работы членов ГЭК им предлагается заполнить оценочный лист, в котором представлены критерии оценивания выпускника в соответствии с требованиями образовательного стандарта по направлению подготовки магистров «Автоматизация технологических процессов и производств» (см. приложение М).

Окончательное решение по оценке выпускной квалификационной работе и установлению уровня сформированности компетенций и уровня соответствия профессиональной подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО, проверяемым при защите, ГЭК обсуждает на закрытом заседании. Результаты определяются открытым голосованием членов ГЭК и заносятся в соответствующий протокол.

После завершения закрытого заседания ГЭК окончательные результаты защит оглашает председатель комиссии. ГЭК имеет право рекомендовать выпускнику магистратуры продолжить обучение в аспирантуре.

В случае неудовлетворительной оценки ГЭК по результатам защиты, она признается не состоявшейся, а автор работы после исправления сделанных замечаний и при наличии допуска выпускающей кафедры выходит на повторную защиту через год.

Магистерская диссертация после защиты хранится в архиве кафедры.

2. Структура и содержание выпускной квалификационной работы

В общем виде структура выпускной квалификационной работы магистра по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» в обязательном порядке содержит следующие разделы:

Титульный лист;

Лист технического задания;

Календарный план;

Аннотация;

Содержание;

Введение;

Главы основной части. Рекомендуемое содержание:

– обзор выполненных работ в выбранном направлении исследования (по материалам монографий, диссертаций, патентов, периодической печати, отчетов НИР и справочников, включая международные базы SCOPUS и WoS);

– выбор, обоснование и постановка задачи исследования, поиск и формулирование технических противоречий;

– проведение теоретических исследований поставленной задачи;

– разработка и описание математической модели объекта исследования;

– проведение экспериментальных исследований;

– обработка и анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований;

– выводы и предложения по проведенным исследованиям.

Заключение

Список литературы;

Приложение А «Справка о результатах проверки ВКР на наличие заимствований»;

Приложение Б «Результаты апробации работы»;

Приложения.

Магистерская диссертация должна содержать обоснование выбора темы исследования, актуальность и новизну поставленной задачи, аналитический обзор опубликованной литературы и выполненных работ, обоснование выбора методик исследования, изложение полученных результатов, их анализ и обсуждение, предложения по реализации результатов, выводы и оглавление. Количество, объем, и глубина проработки разделов диссертации определяются автором совместно с научным руководителем. Приложения по объему и содержанию должны быть достаточными для наиболее полного раскрытия содержания магистерской диссертации и ее основных положений, выносимых на публичную защиту.

Общий объем иллюстративных материалов, представляемых на защиту магистерской диссертации, определяется руководителем.

Ниже приведена структура с подробным описанием всех разделов ВКРМ.

2.1. Структура и содержание титульных листов и введения

Титульный лист – первый лист пояснительной записки, содержит реквизиты, позволяющие однозначно идентифицировать выпускную работу магистра. Титульный лист оформляется на бланке установленной формы (см. приложение А) и утверждается заведующим выпускающей кафедры. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

Лист технического задания – содержит информацию о задании к выпускной квалификационной работе. Лист технического задания оформляется на бланке установленной формы (см. приложение Б). Лист технического задания, подписанный студентом и научным руководителем, сдаётся на кафедру в первый месяц начала обучения в магистратуре.

Лист технического задания включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки. Номер страницы на листе технического задания не проставляют. Лист печатается с двух сторон.

Календарный план содержит название и сроки выполнения этапов ВКР. Календарный план подписывают студент и научный руководитель. Календарный план включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки. Номер страницы на листе календарного плана не проставляют. Примерный календарный план приведен в приложение В.

Аннотация – краткое содержание проекта. В аннотации указывается тема выпускной квалификационной работы. Особо подчеркивается его научное и практическое значение. Приводятся сведения об объеме расчетно-пояснительной записки, количество схем, графиков, таблиц, чертежей, использованных литературных источников. Указывается фамилия и инициалы автора, наименование учебного заведения и год защиты работы.

По объему аннотация должна содержать не более 1 страницы и пишется на отдельном листе (странице).

Аннотация располагается за календарным планом и является пятым листом пояснительной записки. Аннотация в обязательном порядке переводится на английский язык. Аннотация на английском и русском языке должна располагаться на одной странице. У английского варианта должно быть написано слово ANNOTATION. Номер страницы на листе аннотация не проставляют.

Содержание – представляет собой последовательное исчисление номеров разделов, подразделов, пунктов, подпунктов и их наименований с указанием номеров страниц, на которых размещается их начало, а также введение, заключение и список литературы (последние не нумеруются). Текст содержания включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы содержания шесть.

Введение. Введение должно иметь следующую структуру.

Актуальность темы. В этом разделе даётся оценка современного состояния выбранной для исследования предметной области и обоснование необходимости выполнения исследований по теме магистерской диссертации.

Цель работы. Целью магистерской диссертации является получение какого-либо технико-экономического эффекта:

- повышение качества готовой продукции;
- снижение себестоимости готовой продукции;
- соблюдение норм по техники безопасности и защите окружающей среды при реализации технологического процесса.

Задачи работы. Приводится список задач исследования.

Например. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- обзор выполненных работ в выбранном направлении исследования (указать свой технологический процесс);
- выбор, обоснование и постановка задачи исследования;
- проведение теоретических исследований поставленной задачи;
- проведение экспериментальных исследований;
- обработка и анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Положения, выносимые на защиту, – основные полученные результаты проведённого исследования.

Практическая значимость работы. Указывается, где возможно применение результатов проведенных исследований.

Например, в системе автоматического управления производством какого-либо продукта.

Апробация работы – составляется список публичных выступлений по теме диссертационного исследования.

Публикации – список работ опубликованных автором лично или совместно с указанием личного вклада.

Рекомендуемый объем введения до 2 страниц.

2.2. Структура и содержание первого раздела выпускной работы «Исследование объекта автоматизации»

Первый раздел – теоретическая, обзорная часть ВКРМ. При написании первого раздела ВКРМ необходимо опираться на научные и научно-практические публикации, учитывая современный уровень решения поставленных задач.

Написание теоретической части ВКРМ предполагает выполнение следующих задач:

- обзор выполненных работ в выбранном направлении исследования (по материалам монографий, диссертаций, патентов, периодической печати,

отчетов НИР и справочников, включая международные базы SCOPUS и WoS);

– выбор, обоснование и постановка задачи исследования, поиск и формулирование технических противоречий.

В качестве объекта автоматизации выбирается изучаемый технологический процесс.

Раздел содержит обзор современных литературных источников, показывающий знакомство магистра с технологическим процессом и основным изучаемым оборудованием.

Приводятся основные технические параметры и характеристика оборудования, сырья, топлива и готового продукта. Для наглядности описания приводится структурная схема основного оборудования или технологическая схема процесса.

За основу описания берётся описание технологического процесса с указанием номинальных значений (или диапазонов) технологических параметров.

При описании основного оборудования должны быть представлены сведения о его назначении, конструктивных особенностях, технических характеристиках, при наличии принципиальные или конструктивные схемы.

В случае сложности процесса и большого количества оборудования можно разбивать раздел на подразделы.

В разделе также должен быть приведен список:

– регулируемых параметров, с указанием мест внесения регулирующих воздействий;

– контролируемых параметров;

– сигнализируемых параметров, с указанием аварийных границ или условий сигнализации.

Для каждого технологического параметра следует провести обзор технических средств (средств измерений и исполнительных механизмов), которые необходимы для реализации системы управления данным параметром. Следует учитывать значение параметров, характеристику протекания процесса и особенности монтажа.

Средства измерения для систем автоматизации технологических процессов рассматриваются по следующим критериям:

– Диапазон измеряемой величины;

– Требуемая точность измерения параметра;

– Область применения и рекомендации производителя;

– Стоимость средства измерения.

Исполнительные механизмы для систем автоматизации технологических процессов рассматриваются по следующим критериям:

– Принцип действия;

– Требуемая точность управления параметром;

– Область применения и рекомендации производителя;

– Стоимость исполнительного механизма.

Необходимо использовать техническую литературу, монографии и журналы.

Краткий список журналов, рекомендуемых кафедрой для изучения:

1. «Автоматизация в промышленности»,
2. «Автоматизация процессов управления»,
3. «Автоматизация. Современные технологии»,
4. «Автоматика и телемеханика»,
5. «Измерительная техника»,
6. «Инженерный вестник Дона»,
7. «Контрольно-измерительные приборы и системы»,
8. «Микропроцессорные средства и системы»,
9. «Моделирование систем и процессов»,
10. «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика»,
11. «Промышленные АСУ и контроллеры»,
12. «Релейная защита и автоматизация»,
13. «Современные технологии автоматизации»,
14. «Теория и системы управления».

Также для поиска публикаций по теме ВКР можно использовать научные электронные библиотеки eLIBRARY.RU и «КИБЕРЛЕНИНКА». Обе библиотеки предоставляют полнотекстовый доступ к статьям журналов и конференций.

Для поиска публикаций на иностранных источниках рекомендуется воспользоваться международными базами SCOPUS и WoS. Для студентов и преподавателей ВПИ предусмотрен бесплатный доступ к данным базам по подписке ВолГТУ с компьютеров ВПИ.

Рекомендуемый объем первого раздела составляет 15...20 страниц.

2.2.1. Подраздел «Выводы по первому разделу»

Содержит выводы по проделанной работе. Ещё раз показывается актуальность проводимых исследований для достижения поставленной цели.

2.3. Структура и содержание второго раздела «Разработка и описание математической модели объекта исследования»

Второй раздел – расчётная часть ВКРМ. Одной из основных задач решаемых студентом в ходе выполнения ВКР является моделирование объекта и системы управления.

Раздел состоит из нескольких подразделов, название и количество которых определяет магистр вместе со своим научным руководителем.

Рекомендуемый объем этого раздела может составлять до 20 страниц.

Для наглядности рассмотрим пример выполнения выпускной работы в части моделирования объекта и системы управления.

2.3.1. Пример моделирования объекта и системы управления

При исследовании объектов, предназначенных для управления, применяют математические модели. К ним относится такое математическое описание, которое адекватно отражает как статические, так и динамические связи между входными и выходными переменными объекта.

Исследование статических характеристик предполагает оценку корреляционной связи между входным и выходным параметрами объекта управления. При этом для большинства технологических процессов входная и выходная величины представляют собой случайные функции времени – случайные процессы (см. рисунок 1 и 2).

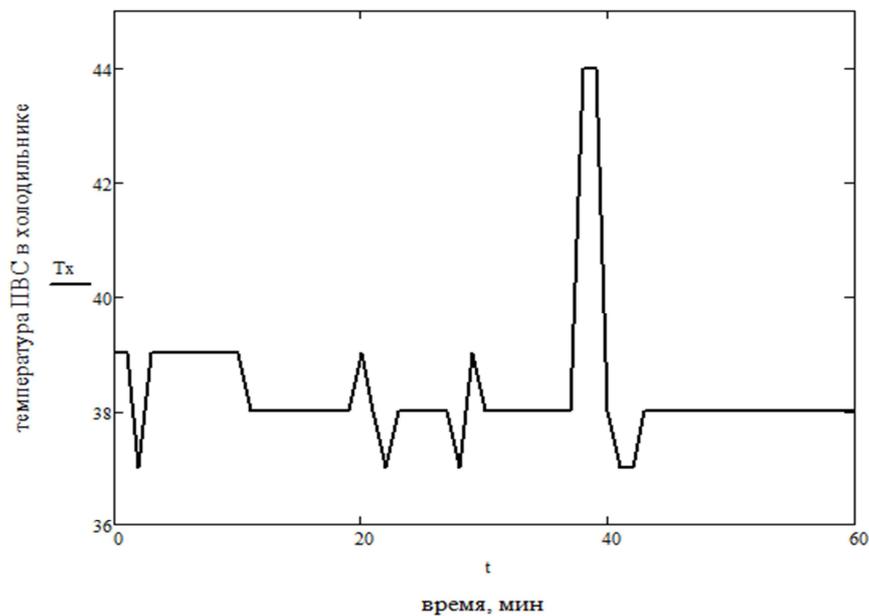


Рисунок 1– Изменение входной величины

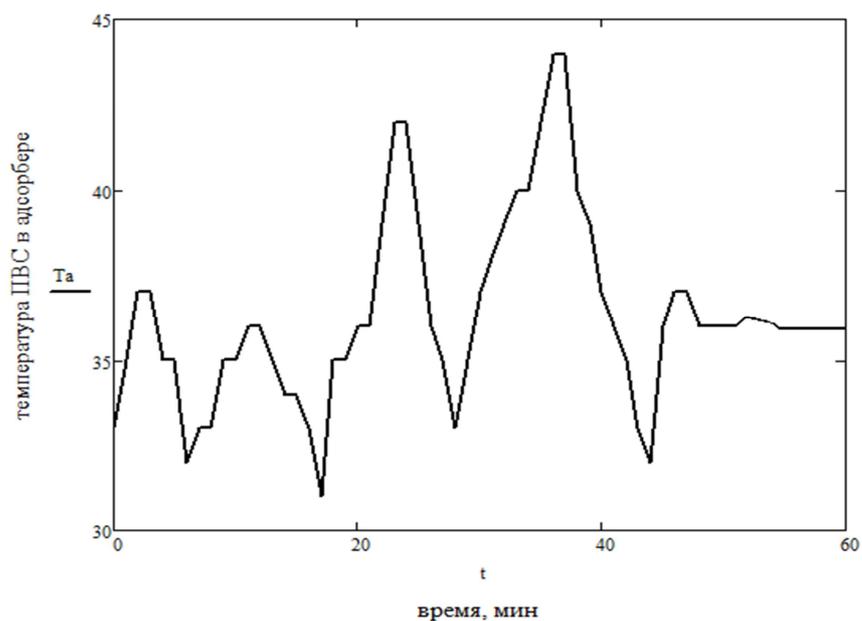


Рисунок 2 – Изменение выходной величины

Рассматривается зависимость между случайными величинами T_a и T_x , представленная в таблице 1.

Табличные значения T_a и T_x переносятся на плоскость для получения, так называемого, поля корреляции (см рис. 3).

Таблица 1 – Наблюдаемые значения параметров

Номер испытания, i	$T_x, ^\circ\text{C}$	$T_a, ^\circ\text{C}$
1	39	33
2	39	35
3	37	37
4	39	37
5	39	35
6	39	35
7	39	32
8	39	33
9	39	33
10	36	35
11	39	35
12	38	36
13	38	36
14	38	35
15	38	35
16	38	34
17	38	33
18	38	31
19	38	35
20	38	35
21	39	36
22	38	36
23	38	39
24	38	42
25	38	42
26	37	39
27	38	36
28	38	35
29	37	33

30	38	35
31	38	37
32	38	38
33	38	39
34	38	40
35	38	40
36	38	42
37	38	44
38	38	44
39	44	41
40	44	39
41	38	37
42	37	36
43	37	35
44	38	33
45	38	32
46	38	36
47	38	37
48	38	37
49	38	36
50	38	36

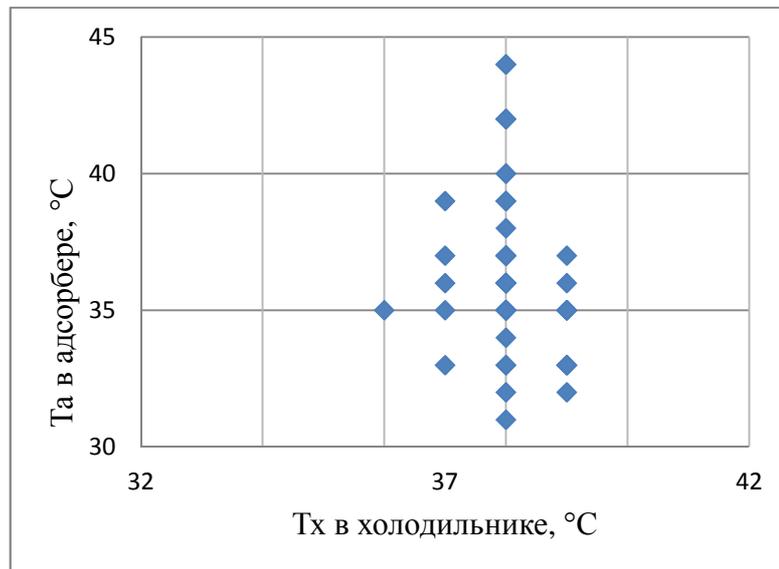


Рисунок 3 – Поле корреляции

В качестве метода оценки тесноты корреляционной связи используется коэффициент корреляции, а в качестве способа определения формы связи – метод наименьших квадратов. Определяются такие параметры уравнения регрессии, которые обеспечивают оптимальное расположение линии регрессии среди множества точек поля корреляции.

Математическое ожидание случайной величины входного сигнала (T_x):

$$T_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \overline{T_{x_i}} = 38,38$$

Дисперсия случайной величины входного сигнала (T_x):

$$D_{T_x} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\overline{T_{x_i}} - T_{x_{cp}})^2, D_{T_x} = 14,52$$

Среднеквадратическое отклонение случайной величины входного сигнала (T_x):

$$\sigma_{Tx} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\overline{Tx}_i - Tx_{cp})^2}, \sigma_{Tx} = 3,81$$

Математическое ожидание случайной величины выходного сигнала (T_a):

$$T_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \overline{Tx}_i = 36,6$$

Дисперсия случайной величины выходного сигнала (T_a):

$$D_{Ta} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\overline{Tx}_i - Tx_{cp})^2, D_{Ta} = 9,24$$

Среднеквадратическое отклонение случайной величины выходного сигнала (T_a):

$$\sigma_{Ta} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\overline{Ta}_i - Ta_{cp})^2}, \sigma_{Ta} = 3,04$$

Определение исходных сумм:

$$STx = \sum_{i=0}^n Tx_i = 2000$$

$$STxTa = Tx \cdot Ta = 73664$$

$$STa = \sum_{i=0}^n Ta_i = 1830$$

$$STxTx = Tx \cdot Tx = 80726$$

$$STaTa = Ta \cdot Ta = 67440$$

Таблица 2 – Таблица расчетных значений

$T_x, ^\circ\text{C}$	$T_a, ^\circ\text{C}$	T_{x2}	T_{a2}	$T_x \times T_a$
39	33	1521	1089	1287
39	35	1521	1225	1365
37	37	1369	1369	1369
39	37	1521	1369	1443
39	35	1521	1225	1365
39	35	1521	1225	1365
39	32	1521	1024	1248
39	33	1521	1089	1287
39	33	1521	1089	1287
36	35	1296	1225	1260
39	35	1521	1225	1365
38	36	1444	1296	1368
38	36	1444	1296	1368
38	35	1444	1225	1330

38	35	1444	1225	1330
38	34	1444	1156	1254
38	33	1444	1089	1254
38	31	1444	961	1178
38	35	1444	1225	1330
38	35	1444	1225	1330
39	36	1521	1296	1404
38	36	1444	1296	1368
38	39	1444	1521	1482
38	42	1444	1764	1596
38	42	1444	1764	1596
37	39	1369	1521	1443
38	36	1444	1296	1368
38	35	1444	1225	1330
37	33	1369	1089	1221
38	35	1444	1225	1330
38	37	1444	1369	1406
38	38	1444	1444	1444
38	39	1444	1521	1482
38	40	1444	1600	1520
38	40	1444	1600	1596
38	42	1444	1764	1596
38	44	1444	1936	1672
38	44	1444	1936	1672
44	41	2304	1681	1968
44	39	2304	1521	1872
38	37	1444	1369	1406
37	36	1369	1296	1332
37	35	1369	1225	1295
38	33	1444	1089	1254
38	32	1444	1024	1216
38	36	1444	1296	1368
38	37	1444	1369	1406

38	37	1444	1369	1406
38	36	1444	1296	1368
38	36	1444	1296	1368
$STx=2000$	$STa=1830$	$STxTx=80726$	$STaTa=67440$	$STxTa=73664$

Предельное положение эмпирической линии регрессии, к которому она стремится при неограниченном числе наблюдений, называется предельной теоретической линией регрессии, которая является математической моделью статических характеристик ОУ. Её нахождение составляет задачу корреляционного анализа.

Определение параметров уравнения регрессии и коэффициента корреляции:

$$A = n \cdot \sum_{i=1}^n TxTx_i - \sum_{i=1}^n Tx_i \cdot \sum_{i=1}^n Tx_i = 36300$$

$$B = n \cdot \sum_{i=1}^n TaTa_i - \sum_{i=1}^n Ta_i \cdot \sum_{i=1}^n Ta_i = 23100$$

$$C = n \cdot \sum_{i=1}^n TxTa_i - \sum_{i=1}^n Tx_i \cdot \sum_{i=1}^n Ta_i = 23200$$

Определение значения свободного члена уравнения регрессии:

$$A_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Ta_i \cdot \sum_{i=1}^n TxTx_i - \sum_{i=1}^n TxTa_i \cdot \sum_{i=1}^n Tx_i}{A} = 11,035$$

Определение коэффициента уравнения регрессии:

$$A_1 = \frac{C}{A} = 0,639$$

Определение коэффициента корреляции:

$$R_{TaTx} = \frac{C}{\sqrt{A \cdot B}} = 0,801$$

Линейный коэффициент корреляции принимает значения от -1 до $+1$.

Связи между признаками могут быть слабыми и сильными (тесными).

Критерий связи оценивается по шкале Чеддока:

$$0,1 < R_{TaTx} < 0,3 \Rightarrow \text{слабая связь};$$

$$0,3 < R_{TaTx} < 0,5 \Rightarrow \text{умеренная связь};$$

$$0,5 < R_{TaTx} < 0,7 \Rightarrow \text{заметная связь};$$

$$0,7 < R_{TaTx} < 0,9 \Rightarrow \text{высокая связь};$$

$$0,9 < R_{TaTx} < 1 \Rightarrow \text{весьма высокая связь}.$$

Значение расчетного коэффициента корреляции равно $0,801$, по шкале Чеддока следует, что между входным (T_x) и выходным (T_a) параметрами высокая корреляционная связь.

Уравнение линии регрессии:

$$Ta(Tx) = A_0 + A_1 \cdot Tx \Rightarrow Ta(Tx) = 11,035 + 0,639 \cdot Tx$$

Коэффициентам уравнения линейной регрессии придается физический смысл. Коэффициент регрессии 0,639 показывает среднее изменение результативного показателя (выходной параметр) с повышением или понижением величины входного параметра на единицу. В данном расчете с увеличением на 1 единицу численного значения параметра на входе в объект управления значение выходной величины объекта повышается в среднем на 0,639 единиц.

Коэффициент 11,04 формально показывает прогнозируемый уровень выходного параметра.

Предельное положение эмпирической линии регрессии, к которому она стремится при неограниченном увеличении числа наблюдений и одновременном уменьшении ΔT_x , называется предельной теоретической линией регрессии. Полученное уравнение представляет собой предельную теоретическую линию регрессии (см. рис. 4).

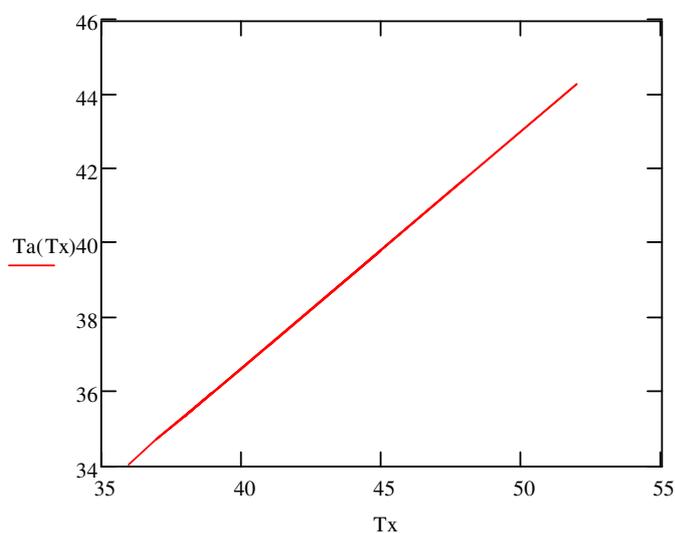


Рисунок 4 – Линия регрессии

Уравнение линии регрессии представляет собой линейную зависимость, определяемую коэффициентом корреляции R . Коэффициент корреляции R устанавливает функциональную связь между T_a и T_x . $R=0,801$, следовательно, между T_a и T_x тесная корреляционная связь.

Динамическая математическая модель может быть получена аналитически (закономерности протекающих в объекте процессов полностью известны) и по результатам экспериментального исследования входных и выходных переменных объекта без изучения его физической сущности. Последний подход особенно широко используется на практике, так как позволяет обойтись минимумом априорных сведений об объекте при построении его модели.

Аналитические методы математического описания позволяют создавать математические модели, качественно отражающие происходящие в объекте явления, правда, требуют экспериментальной проверки. Точное математическое описание характеризует динамику процессов в объекте и их статику, то есть периоды времени, когда производные по времени

независимых и зависимых переменных равны нулю. Учитывая сложность такого описания и его громоздкость при практическом использовании, используются упрощения, состоящие в предположении линейности объекта в области малых изменений входящих в описание величин [1].

Составим математическое описание трубчатого теплообменника, как наиболее распространенного в технологических процессах объекта автоматического регулирования.

На вход теплообменника поступает жидкость при температуре $T_{ж}^*$, на выходе жидкость принимает температуру $T_{ж}$.

Подогрев жидкости происходит за счет подачи греющего водяного пара, имеющего массовый расход $F_{п}$. Изменением подачи пара в теплообменник регулируют температуру выходящей жидкости.

Принимаемые допущения:

- 1) температура жидкости в теплообменнике постоянна во всех точках объема;
- 2) температура теплопередающих стенок одинакова во всех точках;
- 3) термическое сопротивление теплопередающих стенок пренебрежимо мало;
- 4) удельные теплоемкости жидкости, материала стенок, коэффициент теплоотдачи постоянны во времени;
- 5) насыщенный водяной пар полностью конденсируется, отдает тепло фазового перехода и выводится при той же температуре;
- 6) тепло, выделяющееся при конденсации пара, расходуется на изменение температуры теплопередающих стенок и нагревание жидкости.

Схема теплообменника представлена на рисунке 5.

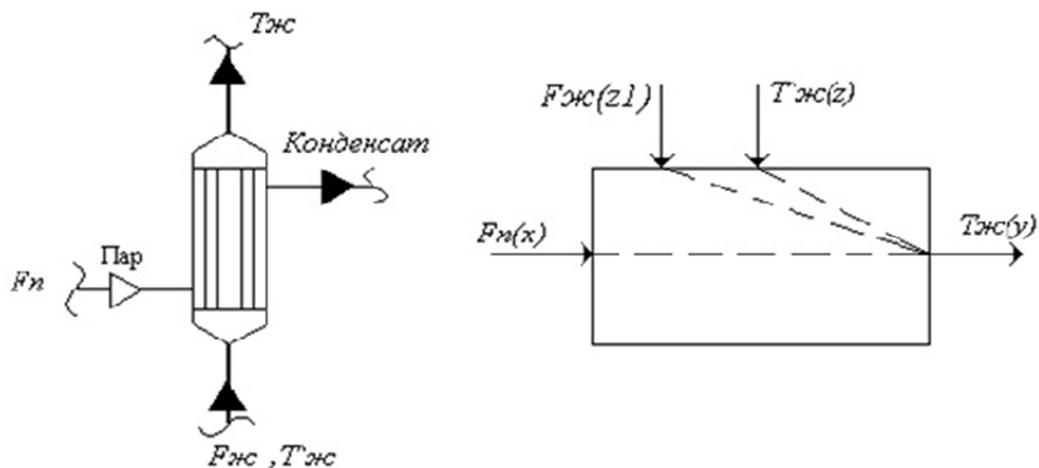


Рисунок 5 – Схема теплообменника

Теплообменник имеет следующие динамические каналы:

$F_{п}(x) \rightarrow T_{ж}(y)$ - канал регулирования температуры выходящей жидкости расходом пара;

$T_{ж}(z) \rightarrow T_{ж}(y)$ - канал возмущения по температуре входа жидкости;

$F_{ж}(z_1) \rightarrow T_{ж}(y)$ - канал возмущения по расходу жидкости.

Уравнение теплового баланса для теплопередающих стенок имеет вид:

(Количество теплоты, выделившейся при конденсации) = (количество теплоты, затрачиваемое на нагрев стенок) + (количество теплоты, переданное нагреваемой жидкости)

$$F_{\Pi} \cdot r \cdot dt = M_{\text{ст}} \cdot c_{\text{ст}} \cdot dT_{\text{ст}} + \alpha \cdot A \cdot (T_{\text{ст}} - T_{\text{ж}}) \cdot dt. \quad (1)$$

где r – теплота фазового перехода Дж/кг.;

A – суммарная поверхность стенок, M^2 ;

$M_{\text{ст}}$ – масса теплопередающих стенок.

Тепло, поступившее в теплообменник с жидкостью и полученное ею через металлические стенки от горячего теплоносителя за время dt , расходуется на увеличение температуры жидкости. Тогда уравнение теплового баланса для жидкости:

$$F_{\text{ж}} \cdot c_{\text{ж}} \cdot T_{\text{ж}} \cdot dt + \alpha \cdot A \cdot (T_{\text{ст}} - T_{\text{ж}}) = M_{\text{ж}} \cdot c_{\text{ж}} \cdot dT_{\text{ж}} + F_{\text{ж}} \cdot c_{\text{ж}} \cdot T_{\text{ж}} \cdot dt, \quad (2)$$

где $M_{\text{ж}}$ – масса жидкости в теплообменнике, кг.

Уравнения (1) и (2) переписываются в следующем виде:

$$M_{\text{ст}} \cdot c_{\text{ст}} \cdot \frac{dT_{\text{ст}}}{dt} + \alpha \cdot A \cdot T_{\text{ст}} = F_{\Pi} \cdot r + \alpha \cdot A \cdot T_{\text{ж}}, \quad (3)$$

$$M_{\text{ж}} \cdot c_{\text{ж}} \cdot \frac{dT_{\text{ж}}}{dt} + (F_{\text{ж}} \cdot c_{\text{ж}} + \alpha \cdot A) \cdot T_{\text{ж}} = F_{\text{ж}} \cdot c_{\text{ж}} \cdot T_{\text{ж}} + \alpha \cdot A \cdot T_{\text{ст}}. \quad (4)$$

В уравнениях (3) и (4) переменные заменяются их конечными приращениями, отнесенным к базисным значениям переменных с учетом равенства:

$$\Delta f(x, y) = \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \Delta x + \frac{\partial f}{\partial y} \cdot \Delta y.$$

Вводятся обозначения:

$$y = \frac{\Delta T_{\text{ж}}}{T_{\text{ж}0}}, \quad y_{\text{ст}} = \frac{\Delta T_{\text{ст}}}{T_{\text{ст}0}}, \quad x = \frac{\Delta F_{\Pi}}{F_{\Pi 0}}, \quad z_1 = \frac{\Delta F_{\text{ж}}}{F_{\text{ж}0}}, \quad z = \frac{\Delta T_{\text{ж}}}{T_{\text{ж}0}},$$

$$M_{\text{ст}} \cdot c_{\text{ст}} \cdot T_{\text{ст}} \cdot \frac{dy_{\text{ст}}}{dt} + \alpha \cdot A \cdot T_{\text{ст}0} \cdot y_{\text{ст}} = F_{\Pi 0} \cdot r \cdot x + \alpha \cdot A \cdot T_{\text{ж}0} \cdot y, \quad (5)$$

$$M_{\text{ст}} \cdot c_{\text{ст}} \cdot T_{\text{ст}0} \cdot \frac{dy}{dt} + (F_{\text{ж}0} \cdot c_{\text{ж}} + \alpha \cdot A) \cdot T_{\text{ж}0} \cdot y = -F_{\text{ж}0} \cdot c_{\text{ж}} \cdot (T_{\text{ж}0} - T_{\text{ж}0}') \cdot z_1 +$$

$$+ F_{\text{ж}0} \cdot c_{\text{ж}} \cdot T_{\text{ж}} \cdot z + \alpha \cdot A \cdot T_{\text{ст}0} \cdot y_{\text{ст}} \quad (6)$$

При этом:

$$T^* = \frac{M_{\text{ст}} \cdot c_{\text{ст}}}{\alpha \cdot A}, \quad T^{**} = \frac{M_{\text{ж}} \cdot c_{\text{ж}}}{F_{\text{ж}0} \cdot c_{\text{ж}} + \alpha \cdot A}, \quad k_1 = \frac{F_{\text{ж}0} \cdot c_{\text{ж}} \cdot (T_{\text{ж}0} - T_{\text{ж}0}')}{(F_{\text{ж}0} \cdot c_{\text{ж}} + \alpha \cdot A) \cdot T_{\text{ж}0}},$$

$$k_2 = \frac{F_{\text{ж}0} \cdot c_{\text{ж}} \cdot T_{\text{ж}0}'}{(F_{\text{ж}0} \cdot c_{\text{ж}} + \alpha \cdot A) \cdot T_{\text{ж}0}}, \quad k_3 = \frac{F_{\Pi 0} \cdot r}{\alpha \cdot A \cdot T_{\text{ст}0}}, \quad k_4 = \frac{\alpha \cdot A \cdot T_{\text{ст}0}}{(F_{\text{ж}0} \cdot c_{\text{ж}} + \alpha \cdot A) \cdot T_{\text{ж}0}},$$

$$k_5 = \frac{T_{c0}}{T_0}.$$

где T^* и T^{**} – постоянные времени.

Тогда (5) и (6) записываются в виде:

$$T^* \frac{dy_{ct}}{dt} + y_{ct} = k_3 x + k_5 y, \quad (7)$$

$$T^{**} \frac{dy}{dt} + y = -k_1 \cdot z_1 + k_2 \cdot z + k_4 y_{ct}. \quad (8)$$

Из (8) выражается y_{ct} :

$$y_{ct} = \frac{T^{**}}{k_4} \frac{dy}{dt} + y + \frac{k_1}{k_4} \cdot z_1 - \frac{k_2}{k_4} \cdot z, \quad (9)$$

а (9) дифференцируется по времени:

$$\frac{dy_{ct}}{dt} = \frac{T^{**}}{k_4} \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + \frac{k_1}{k_4} \cdot \frac{dz_1}{dt} - \frac{k_2}{k_4} \cdot \frac{dz}{dt}. \quad (10)$$

Выражения (10) и (9) подставляются в (5). Разделив все слагаемые полученного уравнения на коэффициент при y , равный $\frac{F_{ж0} \cdot c_{ж} \cdot T_{ct0}}{\alpha \cdot A \cdot T_{ct0}}$, и имея

ввиду равенство $F_{п0} \cdot r = \alpha \cdot A \cdot (T_{ct0} - T_{ж0}) = F_{ж0} \cdot c_{ж} \cdot (T_{ж0} - T'_{ж0})$, получается

искомое уравнение динамики теплообменника:

$$\begin{aligned} & \frac{M_{ct} \cdot c_{ct} \cdot M_{ж}}{\alpha \cdot A \cdot F_{ж0}} \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + \left(\frac{M_{ct} \cdot c_{ct}}{\alpha \cdot A} + \frac{M \cdot c_{ct}}{F_{ж0} \cdot c_{ж}} + \frac{M_{ж}}{F_{ж0}} \right) \cdot \frac{dy}{dt} + y = \\ & = \frac{T_{ж0} - T'_{ж0}}{T_{ж0}} \cdot x - \frac{T_{ж0} - T'_{ж0}}{T_{ж0}} \cdot \left(\frac{M_{ct} \cdot c_{ct}}{\alpha \cdot A} \cdot \frac{dz_1}{dt} + z_1 \right) + \left(1 - \frac{T_{ж0} - T'_{ж0}}{T_{ж0}} \right) \times \\ & \times \left(\frac{M_{ct} \cdot c_{ct}}{\alpha \cdot A} \cdot \frac{dz}{dt} + z \right) \end{aligned} \quad (11)$$

Вводятся обозначения:

$$\begin{aligned} T_1^2 &= \frac{M_{ct} \cdot c_{ct} \cdot M_{ж}}{\alpha \cdot A \cdot F_{ж0}}, T_2 = \frac{M_{ct} \cdot c_{ct}}{\alpha \cdot A} + \frac{M \cdot c_{ct}}{F_{ж0} \cdot c_{ж}} + \frac{M_{ж}}{F_{ж0}}, T_3 = \frac{M_{ct} \cdot c_{ct}}{\alpha \cdot A}, \\ k &= \frac{T_{ж0} - T'_{ж0}}{T_{ж0}}. \end{aligned}$$

Тогда (11) принимает вид:

$$T_1^2 \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + T_2 \cdot \frac{dy}{dt} + y = k \cdot x - k \cdot \left(T_3 \cdot \frac{dx_1}{dt} + z_1 \right) + (1 - k) \cdot \left(T_3 \cdot \frac{dz}{dt} + z \right), \quad (12)$$

где T_1, T_2, T_3 - расчетные коэффициенты.

Рассматривается поведение объекта по каналу регулирования температуры жидкости $F_{\Pi}(x) - T_{ж}(y)$, выходящей из теплообменника. Допустим, что температура и расход входящей жидкости постоянны, и их значения не меняются во времени $T_{ж} = \text{const}$ и $F_{ж} = \text{const}$. Тогда уравнение (12) примет вид:

$$T_1^2 \cdot \frac{d^2}{dt^2} y + T_2 \cdot \frac{d}{dt} y + y = k \cdot x, \quad (13)$$

где T_1 и T_2 – постоянные времени объекта.

Исходные данные, необходимые для дальнейших расчетов:

- 1) технические характеристики теплообменника:
тип - горизонтальный, кожухотрубный, одноходовой;
 $A = 40 \text{ м}^2$ – площадь теплообменника;
 $n = 84$ – число труб;
 $d = 25 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – диаметр труб;
 $\delta = 2 \cdot 10^{-3}$ – толщина стенок труб;
 $L = 6 \text{ м}$ – длина труб.
- 2) физические характеристики нагреваемой жидкости, греющего пара, материала стенок теплообменных труб:
нагреваемая жидкость – шихта;
 $T_{ж0} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – номинальная температура входящей жидкости;
 $T_{ж0} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – температура выходящей жидкости;
 $F_{ж0} = 5,15 \text{ кг/с}$ – номинальный массовый расход жидкости;
 $F_{п0} = 0,65 \text{ кг/с}$ – номинальное значение расхода греющего пара;
 $\rho_{ж} = 655 \text{ кг/м}^3$ – плотность жидкости;
 $\rho_{ст} = 7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность материала труб (сталь);
 $C_{ж} = 2560 \text{ Дж/(кг*К)}$ – удельная теплоемкость жидкости;
 $C_{ст} = 460 \text{ Дж/(кг*К)}$ – удельная теплоемкость стали.

- 3) расчетные данные:
масса стенок труб:

$$M_{ст} = n \cdot 3,14 \cdot L \cdot \rho_{ст} \cdot \left[\frac{d^2}{4} - \frac{(d-2\delta)^2}{4} \right], M_{ст} = 570 \text{ кг};$$

масса жидкости в трубах:

$$M_{ж} = 3,14 \cdot (d-2\delta)^2 / 4 \cdot L \cdot \rho_{ж} \cdot n, M_{ж} = 114,28 \text{ кг}.$$

Из уравнения теплового баланса для жидкости (статика) следует:

$$\alpha \cdot A \cdot (T_{ст} - T_{ж0}) = F_{ж0} \cdot C_{ж} \cdot (T_{ж0} - T'_{ж0}).$$

Принимается температура стенки равная температуре конденсации насыщенного водяного пара при его рабочем давлении: $T_{ст} = 170 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Тогда из выше приведенного уравнения выражается коэффициент теплоотдачи от стенок к нагреваемой жидкости:

$$\alpha = \frac{F_{ж0} \cdot C_{ж} \cdot (T_{ж0} - T'_{ж0})}{A \cdot (T_{ст} - T_{ж0})}, \alpha = 71,65 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}.$$

Искомые постоянные времени объекта имеют вид:

$$T_2 = \frac{M_{ст} \cdot C_{ст}}{\alpha \cdot A} + \frac{M_{ст} \cdot C_{ст}}{F_{ж0} \cdot C_{ж}} + \frac{M_{ж}}{F_{ж0}}, \quad T_1 = \sqrt{\frac{M_{ст} \cdot C_{ст} \cdot M_{ж}}{\alpha \cdot A \cdot F_{ж0}}}.$$

$$T_1 = 45,04 \text{ с}; \quad T_2 = 135,985 \text{ с}.$$

Величина входного воздействия:

$\Delta F_{п} = 0,065$ – величина приращения расхода греющего пара (задаемься).

$$x = \frac{\Delta F_{п}}{F_{п0}} \quad \text{– относительное изменение расхода пара.}$$

$$x = 0,1 \quad (10\%)$$

Коэффициент усиления объекта:

$$k = \frac{T_{ж0} - T'_{ж0}}{T_{ж0}} \quad \cdot k = 0,45.$$

Выходная величина:

$y = k \cdot x$, $y = 0,014$ – относительное приращение температуры.

Уравнение (13) имеет общее решение в виде:

$$y(t) = k \cdot x \cdot \left(1 - \frac{T_3}{T_3 - T_4} \cdot e^{-\frac{t}{T_3}} + \frac{T_4}{T_3 - T_4} \cdot e^{-\frac{t}{T_4}} \right), \quad (14)$$

$$\text{где } T_3 = \frac{1}{2} \cdot (T_2 + \sqrt{T_2^2 - 4 \cdot T_1^2}); \quad T_4 = \frac{1}{2} \cdot (T_2 - \sqrt{T_2^2 - 4 \cdot T_1^2}).$$

Тогда задаваясь значением времени, рассчитывается значение $y(t)$ при изменении $t = 0..400 \text{ с}$.

При переходе от относительных координат к абсолютным, выражение (14) переписывается в следующем виде:

$$y(t) = T_{ж0} + T_{ж0} \cdot k \cdot x \cdot \left(1 - \frac{T_3}{T_3 - T_4} \cdot e^{-\frac{t}{T_3}} + \frac{T_4}{T_3 - T_4} \cdot e^{-\frac{t}{T_4}} \right). \quad (15)$$

По результатам расчета строится кривая разгона (см. рис. 6).

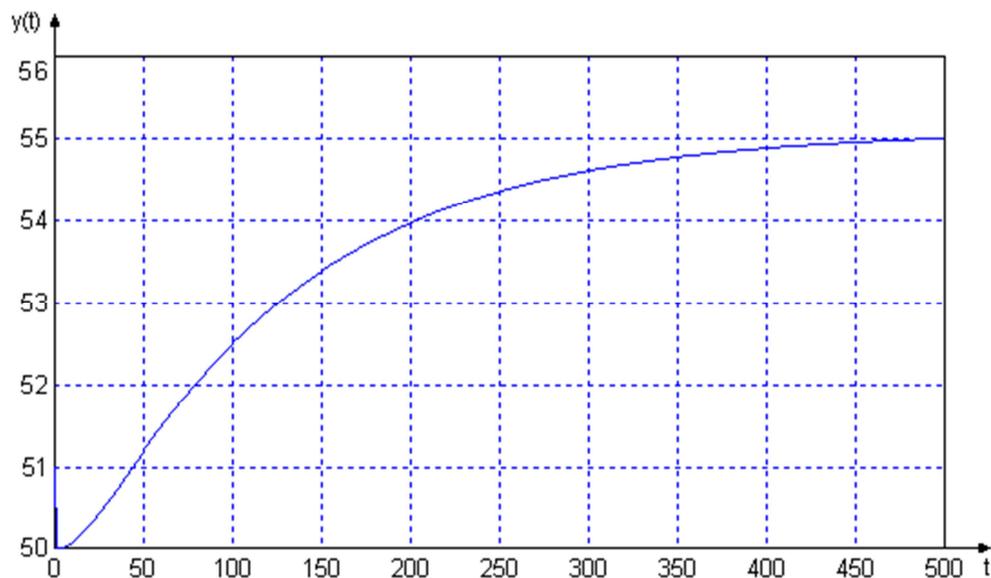


Рисунок 6 – Кривая разгона

Полученная математическая модель используется для анализа объекта управления, настроек параметров регулирования и моделирования переходного процесса в системе управления и анализа качества.

Для получения передаточной функции объекта необходимо полученное дифференциальное уравнение преобразовать по Лапласу.

И взять отношение преобразованных по Лапласу выходной величины $y(p)$ к входной $x(p)$.

Данный объект описывается дифференциальным уравнением второго порядка с запаздыванием:

$$T_1^2 \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + T_2 \cdot \frac{dy}{dt} + y = k \cdot x(t - \tau). \quad (16)$$

Преобразование по Лапласу:

$$\frac{d}{dt} = p, \quad T_1 p^2 \cdot y(p) + T_2 p \cdot y(p) + y(p) = kx(p) \cdot e^{-p\tau},$$

$$y(p)[T_1 p^2 + T_2 p + 1] = kx(p) \cdot e^{-p\tau}.$$

Передаточная функция объекта регулирования:

$$\frac{y(p)}{x(p)} = W(p) = \frac{k \cdot e^{-p\tau}}{T_1 p^2 + T_2 p + 1}. \quad (17)$$

Подставляя численные значения, получаем следующее выражение:

$$W(p) = \frac{0.45 \cdot e^{-2p}}{2025 p^2 + 136 \cdot p + 1}. \quad (18)$$

Полученная передаточная функция используется для анализа объекта управления и определения настроечных параметров регулятора.

При активных экспериментальных методах в процессе эксперимента создаются специальные воздействия на объект, которые вызывают изменения выходных координат (полезная информация, подлежащая обработке).

При этом чаще всего приходится иметь дело с инерционными статическими объектами управления (например, с электрическими двигателями), переходные характеристики $h_0(t)$ которых имеют специфическую s-образную форму (см. рис. 7). Наклон, кривизна характеристики и ее расстояние от оси ординат зависят от динамических свойств конкретного объекта.

Для практических расчетов каждую s-образную кривую, снятую при единичном ступенчатом воздействии, достаточно охарактеризовать следующими параметрами, определяемыми непосредственно по графику:

передаточным коэффициентом k_0 ;

постоянной времени T_0 ;

полным запаздыванием τ_0 , которое складывается из чистого запаздывания $\tau_{ч}$ и переходного запаздывания $\tau_{п}$, т. е. $\tau_0 = \tau_{ч} + \tau_{п}$.

Параметры T_0 и τ_0 определяют проведением касательной АВ к наиболее крутому участку переходной характеристики $h_0(t)$. При расчете настроечных параметров АСУ с объектами, имеющими s-образные переходные характеристики, ориентируются либо непосредственно на параметры k_0 , T_0 , τ_0 , $\tau_{ч}$ и $\tau_{п}$, которые обобщенно характеризуют статику и динамику реального объекта, либо используют упрощенные модели объекта, коэффициенты которых однозначно выражаются через указанные экспериментальные параметры.

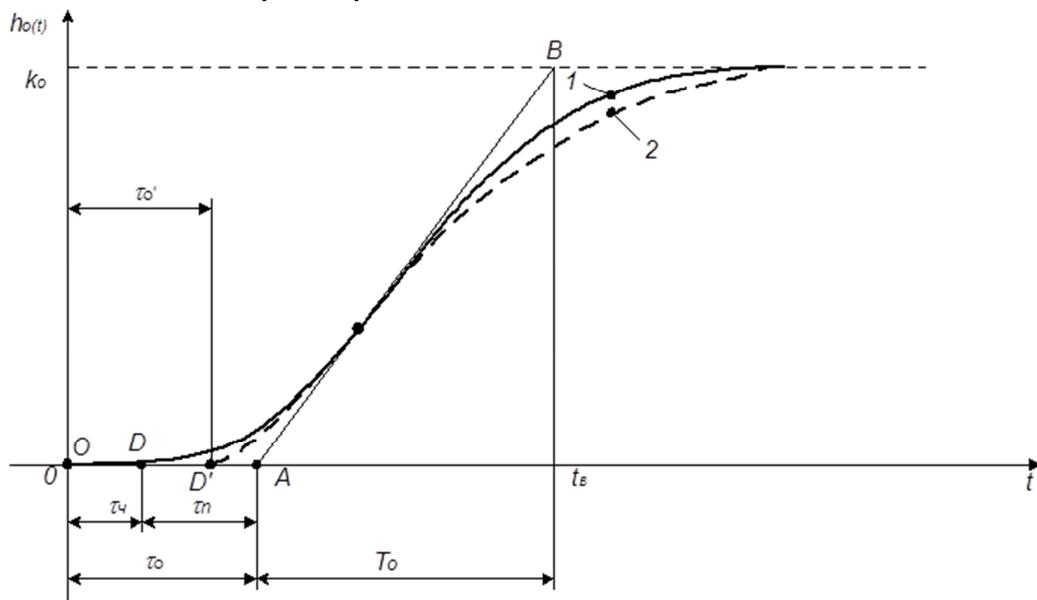


Рисунок 7 – Переходные характеристики реального объекта (1) и его приближенной модели второго порядка (2) с запаздыванием

Достаточно хорошее приближение к s-образным переходным характеристикам дает модель второго порядка с запаздыванием и одинаковыми постоянными времени (рис. 7):

$$W_0(p) = k_0 \exp(-p\tau'_0) \frac{1}{(T'_0 p + 1)^2},$$

где $T'_0 = 0,368T_0$; $\tau'_0 = \tau_0 - 0,107T_0$.

Наиболее простой, но и менее точной является модель первого порядка:

$$W_0(p) = k_0 \exp(-p\tau'_0) \frac{1}{(T'_0 p + 1)},$$

где $T'_0 = 0,64T_0$; $\tau'_0 = \tau_0 - 0,11T_0$.

Существуют и более сложные модели, например, модель второго порядка с запаздыванием и разными постоянными времени:

$$W_0(p) = k_0 \exp(-p\tau_q) \frac{1}{(T_{01}p + 1)(T_{02} + 1)}.$$

Здесь параметры T_{01} и T_{02} определяются не через параметры T_0 и τ_0 , а по некоторым координатам характерных точек переходной характеристики.

В большинстве случаев модель обеспечивает достаточную для практических расчетов точность, если принять $T_{01} = 0,5T_{02}$.

При этом постоянную времени T_{02} определяют следующим образом: по ординате $h(t_2) = 0,63 k_0$ экспериментальной переходной характеристики находят момент времени t_2 , отсчитываемый от точки D , а затем вычисляют $T_{02} = 0,64 t_2$. Такая аппроксимация целесообразна, когда $h(0,5 t) \geq 0,3 k_0$. [3]

Если используются пассивные методы, то специальные воздействия не предусматриваются и ограничиваются данными нормального функционирования [1].

Сущность следующего метода пассивного получения динамических характеристик ОУ заключается в том, что если в нормальных условиях работы воздействие, приложенное ко входу исследуемой системы, может рассматриваться как стационарная случайная функция, то применение коррелятора дает возможность определить корреляционную функцию входа и взаимную корреляционную функцию между входом и выходом.

Задача определения динамических характеристик ОУ сводится к следующим этапам:

- запись случайных процессов на входе и выходе ОУ;
- определение вероятностных характеристик случайных сигналов;
- определение динамических характеристик ОУ.

На действующих производствах входные и выходные величины представляют собой недетерминированные случайные функции времени (случайные процессы). Для анализа случайных процессов используются вероятностные характеристики, такие как:

- математическое ожидание;
- корреляционную функцию.

Проводится эксперимент по выборке значений входных и выходных величин ОУ через одинаковый интервал времени (рис. 8).

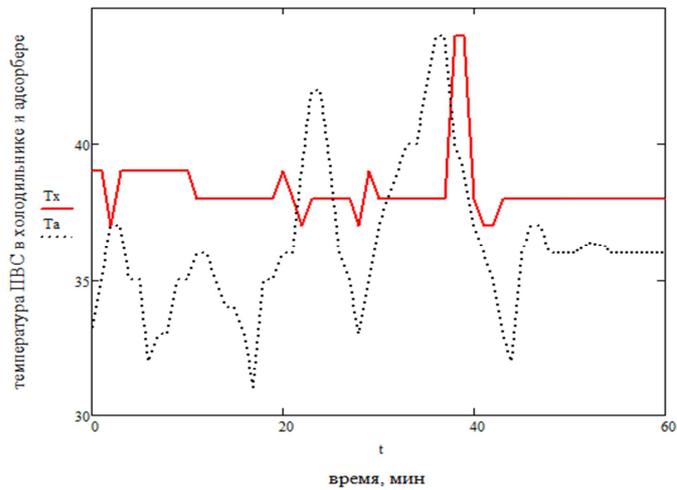


Рисунок 8 – Реализация случайных процессов

Для исследования влияния входных параметров на выходные вводится понятие взаимной корреляционной функции. Взаимная корреляционная функция характеризует степень взаимосвязи входных и выходных значений ОУ, сдвинутых на значение времени τ .

В результате обработки экспериментальных данных находятся оценки математического ожидания входного и выходного сигналов и корреляционной функции входного сигнала, значения которых вычисляются по формулам:

$$m_{Tx}^* = \frac{1}{n+1} \sum_{i=0}^n Tx_i ; m_{Ta}^* = \frac{1}{n+1} \sum_{i=0}^n Ta_i$$

$$R_{Tx}^*(k\Delta\tau) = \frac{1}{n-k} \cdot \sum_{i=1}^{n-k} (Tx_i - m_{Tx}^*) \cdot (Tx_{i+k} - m_{Tx}^*)$$

Затем рассчитывается взаимная корреляционная функция входного и выходного сигналов по формуле:

$$R_{TxTa}^*(k\Delta\tau) = \frac{1}{n-k} \cdot \sum_{i=1}^{n-k} (Tx_i - m_{Tx}^*) \cdot (Ta_{i+k} - m_{Ta}^*)$$

где n – число замеров или экспериментов;

k – текущий порядковый номер значения оценки корреляционной функции;

i – порядковый номер замера или эксперимента;

m_{Tx}^*, m_{Ta}^* – оценки математического ожидания входного и выходного сигналов.

В результате вычислений были получены значения для $m_{Tx}^* = 38,38^\circ\text{C}$ и $m_{Ta}^* = 36,6^\circ\text{C}$, а также значения оценок корреляционной функции входного сигнала $R_{Tx}^*(k\Delta\tau)$ и взаимной корреляционной функции $R_{TxTa}^*(k\Delta\tau)$, которые были нормированы. График функции $R_{Tx}^*(k\Delta\tau)$ приведен на рисунке 9.

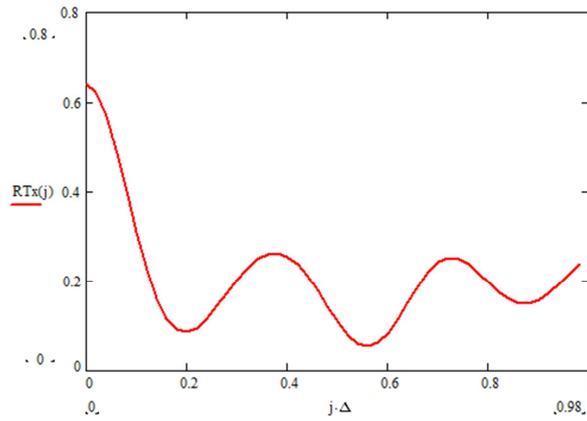


Рисунок 9 – Оценка корреляционной функции для входного сигнала

Расчетные значения имеют плавный характер изменения. Вычисленные оценки корреляционных функций отражают характер рассмотренных процессов.

Решение интегрального уравнения Винера-Хопфа аналитическими методами требует представления функций R_{Tx}^* и R_{TxTa}^* в виде аналитических выражений.

$$R_{TxTa}^*(\tau) = \int_0^{\infty} R_{Tx} \cdot (\tau - \lambda) \cdot h(\lambda) d\lambda$$

Сложность аналитических выражений часто приводит к неразрешимости данного уравнения в силу нахождения самого искомого в подынтегральном выражении, а переход в частотную область требует применения преобразования Фурье. Так как в расчетах значения оценок корреляционных функций заданы в виде последовательности ординат, следующих друг за другом через дискретные значения времени $\Delta\tau$, то решение интегрального уравнения удобно свести к решению системы алгебраических уравнений с числом уравнений и неизвестных, равным количеству вычисленных ординат статистических характеристик. Для этого интеграл в уравнении Винера-Хопфа аппроксимируется конечной суммой:

$$R_{TxTa}^*(k\Delta\tau) = \sum_{n=0}^N h(k\Delta\tau) \cdot R_{Tx}^*(k\Delta\tau - n\Delta\tau) \cdot \Delta\tau.$$

Разделив это выражение на $\Delta\tau$, получаем:

$$Ta_n = \sum_{n=0}^N h_n(n\Delta\tau) \cdot R_{Txn}$$

где $Ta_i = \frac{R_{Txn}}{\Delta\tau}$, $h_n = h(n\Delta\tau)$, $R_{Txn} = R_{Tx}^*(k\Delta\tau - n\Delta\tau)$.

Равенство представляется в виде системы n линейных уравнений с n неизвестными:

$$\begin{cases} R_{Tx11} \cdot h_1 + R_{Tx12} \cdot h_2 + R_{Tx13} \cdot h_3 + \dots + R_{Tx1n} \cdot h_n = Ta_1 \\ R_{Tx21} \cdot h_1 + R_{Tx22} \cdot h_2 + R_{Tx23} \cdot h_3 + \dots + R_{Tx2n} \cdot h_n = Ta_2 \\ \dots \\ R_{Txn1} \cdot h_1 + R_{Txn2} \cdot h_2 + R_{Txn3} \cdot h_3 + \dots + R_{Txnn} \cdot h_n = Ta_n \end{cases}$$

При вычислении корреляционных функций было получено 50 значений ординат, поэтому для нахождения ординат функции $h(t)$, необходимо решить систему уравнений при $n=50$. Однако, это затруднительно. Также система является плохо обусловленной, и даже малые изменения значений ординат оценок корреляционных функций могут приводить к значительным скачкам искомым значений ординат весовой характеристики $h(t)$.

Решение системы можно представить, воспользовавшись уравнением в матричной форме:

$$H = A^{-1} \cdot B$$

где A^{-1} матрица, обратная A .

Матрица существует только для квадратной несобственной матрицы, т.е. определитель прямой квадратной матрицы не равен нулю.

Выражения для матриц имеют следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} R_{Tx}(0) & R_{Tx}(1) & R_{Tx}(2) & \dots & \dots & R_{Tx}(N) \\ R_{Tx}(1) & R_{Tx}(0) & R_{Tx}(1) & \dots & \dots & R_{Tx}(N-1) \\ R_{Tx}(2) & R_{Tx}(1) & R_{Tx}(0) & \dots & \dots & R_{Tx}(N-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{Tx}(N) & R_{Tx}(N-1) & R_{Tx}(N-2) & \dots & \dots & R_{Tx}(0) \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} R_{Tx}(0) \\ R_{Tx}(1) \\ R_{Tx}(2) \\ \dots \\ R_{Tx}(N) \end{pmatrix}$$

Решение уравнения в матричной форме производилось в программном средстве MathCAD 14. Весовая характеристика, построенная по расчетным результатам, приведена на рисунке 10.

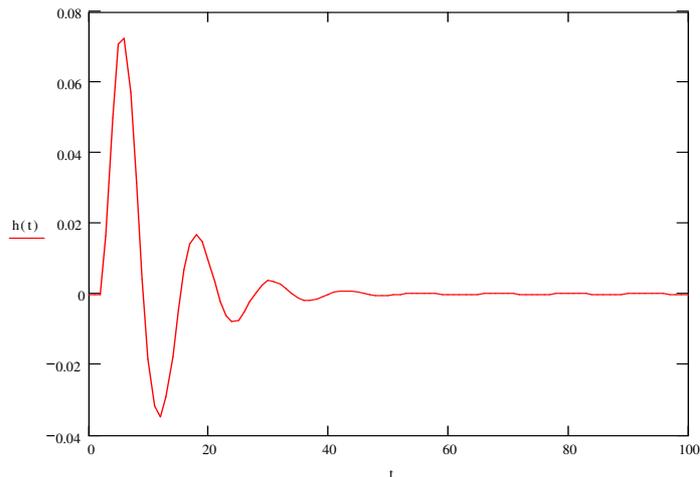


Рисунок 10 – Относительная весовая характеристика ОУ

По весовой характеристике ОУ определяется его передаточная функция.

Когда решается задача управления сложным объектом, часто не удается получить описание, имеющее приемлемую точность. В этом случае

используется ансамбль моделей, в котором каждая из них описывает отдельные стороны процесса. С упрощением моделей ослабевают и цели управления (например, в неопределенной ситуации ставится задача нахождения разумной стратегии управления без жестких качественных показателей). Часто такие модели реализуются как совокупность программ, имитирующих работу объекта и ориентированных на использование ЭВМ.

Следующим этапом исследования системы управления объектом является параметрическая оптимизация – определение настроечных параметров выбранного регулятора. Для этого должны быть известны:

- передаточная функция объекта управления $W_o(p)$;
- возмущение, действующее на выходе объекта, $X_B(p)$.

Результатом решения задачи синтеза алгоритмической структуры должна быть передаточная функция регулятора $W_p(p)$.

В простейшем случае, когда возмущающее воздействие на объект отсутствует ($X(p) = 0$), управление можно осуществлять по разомкнутой схеме (рис. 11, а) при передаточной функции регулятора:

$$W_p(p) = \frac{1}{W_o(p)}, \quad (19)$$

так как передаточная функция АСУ:

$$W(p) = W_p(p)W_o(p) = 1. \quad (20)$$

Это означает мгновенное воспроизведение выходной величиной задающего воздействия:

$$X(p) = X_3(p). \quad (21)$$

Такой переходный процесс называют идеальным, а алгоритмическую структуру, его обеспечивающую, – идеальной.

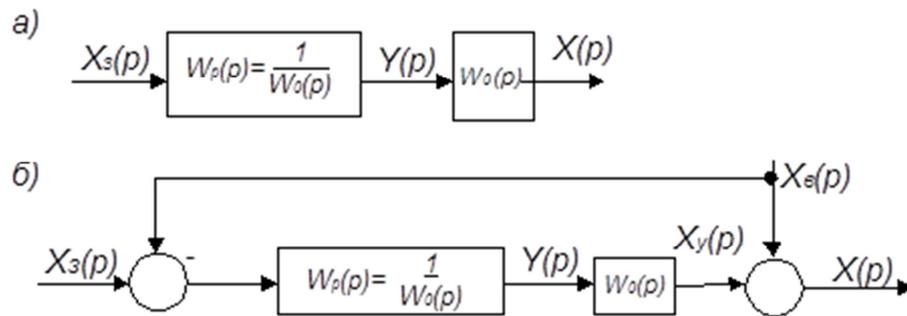


Рисунок 11 – Алгоритмические схемы идеальной АСУ

Если на объект действует возмущение $X_B(p)$, которое поддается измерению, то теоретически можно синтезировать идеальную разомкнутую АСУ (рис. 11, б) с полной компенсацией возмущения, подав его с обратным знаком на вход регулятора с передаточной функцией (19). Действительно, в этом случае при $X_3(p) = 0$ регулируемая величина:

$$X(p) = X_B(p) - W_p(p)W_o(p)X_B(p) = X_B(p) - \frac{1}{W_o(p)}W_o(p)X_B(p) = 0. \quad (22)$$

Поэтому полезная составляющая $X_y(p)$ на выходе объекта будет полностью уравнивать возмущение $X_B(p)$. Однако возмущение $X_B(p)$, как

правило, измерить не удастся, и АСУ придется строить по замкнутой схеме (с обратной связью). Для отыскания структуры идеальной замкнутой системы можно использовать идею косвенного измерения возмущения $X_B(p)$ с помощью модели объекта $W_{OM}(p)$ (рис. 12, а). Очевидно, что при:

$$W_{OM}(p) = W_O(p) \quad (23)$$

вычисляемый на выходе модели объекта сигнал:

$$X_{BM}(p) = X(p) - X_{YM}(p) \quad (24)$$

является косвенно измеренным возмущением $X_B(p)$ и его можно, как и в предыдущей схеме (рис. 11, б), ввести в регулятор с передаточной функцией (19) и, таким образом, снова получить идеальную разомкнутую структуру (рис. 12, а). В ней в соответствии с правилами структурных преобразований сигнал $W_{YM}(p)$ можно перенести на вход регулятора и приложить к сумматору 2 (рис. 12, б). Тогда регулятор с передаточной функцией $1/W_O(p)$ окажется охваченным внутренней положительной обратной связью, а сигнал после сумматора 1 будет соответствовать сигналу ошибки:

$$\varepsilon(p) = X_3(p) - X(p). \quad (25)$$

Последнее означает, что АСУ стала замкнутой и работает по принципу отрицательной обратной связи с регулятором (рис. 12, б), имеющим передаточную функцию:

$$W_P(p) = \frac{1/W_O(p)}{1 - W_{OM}(p)/W_O(p)}. \quad (26)$$

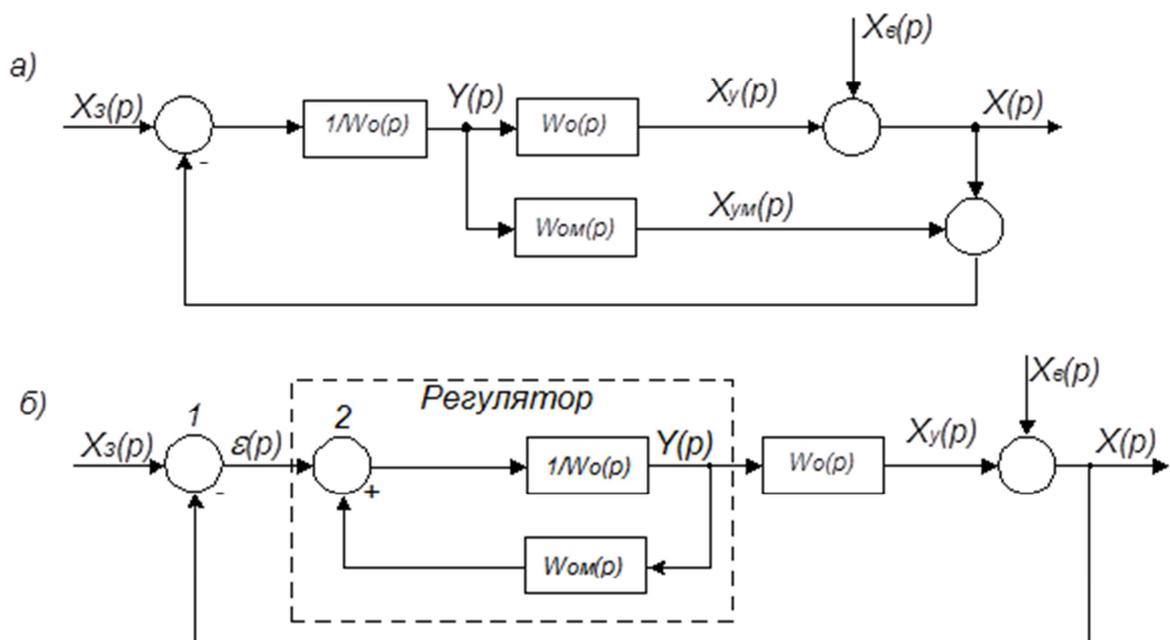


Рисунок 12 – Алгоритмические схемы идеальной замкнутой АСУ

При точном совпадении объекта управления и его модели ($W_O(p) = W_{OM}(p)$) регулятор будет работать как пропорциональный с коэффициентом $k_n = \infty$, что соответствует нулевым ошибкам по каналам задания и возмущения.

Техническая реализация безынерционного (идеального) регулятора невозможна. Однако такая структура является идеалом, к которому

необходимо стремиться при синтезировании высококачественных систем управления. В соответствии с идеальной структурой (рис. 12, б) можно сформулировать фундаментальный принцип структурно-параметрической оптимизации АСУ с обратной связью: регулятор должен содержать динамическое звено с передаточной функцией, равной или близкой обратной передаточной функции объекта управления.

На практике наиболее часто приходится решать задачу синтеза АСУ с инерционными объектами управления с запаздыванием, которые можно описать следующей обобщенной передаточной функцией:

$$W_o(p) = W_o'(p) \exp(-p\tau_o), \quad (27)$$

где $W_o'(p)$ – дробно-рациональная функция, характеризующая инерционную часть объекта управления;

τ_o – чистое запаздывание объекта управления.

Определим структуру и передаточную функцию *идеального регулятора* для инерционных объектов управления с запаздыванием.

Подставляя значение передаточной функции $W_o(p)$ из выражения (27) в формулу (26) получаем передаточную функцию идеального регулятора для инерционных объектов управления с запаздыванием:

$$W_p(p) = \exp(p\tau_o) \cdot \frac{1}{1 - \frac{\exp(p\tau_o)}{W_o'(p)} \cdot W_{OM}(p)} \cdot \frac{1}{W_o'(p)}. \quad (28)$$

Здесь присутствует сомножитель $\exp(p\tau_o)$, который соответствует идеальному упредителю и точная реализация которого технически невозможна. Поэтому с целью упрощения искомой структуры регулятора и облегчения его технической реализации полагают, что для объектов управления с чистым запаздыванием τ_o , идеальная АСУ воспроизводит задающее воздействие с запаздыванием τ_o , т. е.:

$$\frac{X(p)}{X_3(p)} = \exp(-p\tau_o). \quad (29)$$

С другой стороны, применяя правила структурного преобразования к алгоритмической схеме АСУ можно записать отношение:

$$\frac{X(p)}{X_3(p)} = \frac{W_p(p)W_o(p)}{1 + W_p(p)W_o(p)}. \quad (30)$$

Приравнивая правые части выражений (29) и (30) и учитывая в них значение передаточной функции $W_o(p)$ из выражения (27), записываем уравнение:

$$\exp(-p\tau_o) = \frac{W_p(p)W_o'(p)\exp(-p\tau_o)}{1 + W_p(p)W_o'(p)\exp(-p\tau_o)}. \quad (31)$$

Решая это уравнение, получаем искомую передаточную функцию идеального регулятора (регулятора Ресвика):

$$W_p(p) = \frac{1}{1 - \frac{1}{W_o'(p)} \cdot W_o'(p) \exp(-p\tau_o)} \cdot \frac{1}{W_o'(p)}. \quad (32)$$

Этой передаточной функции соответствует алгоритмическая схема АСУ (рис. 13), которая уже не содержит упредителя.

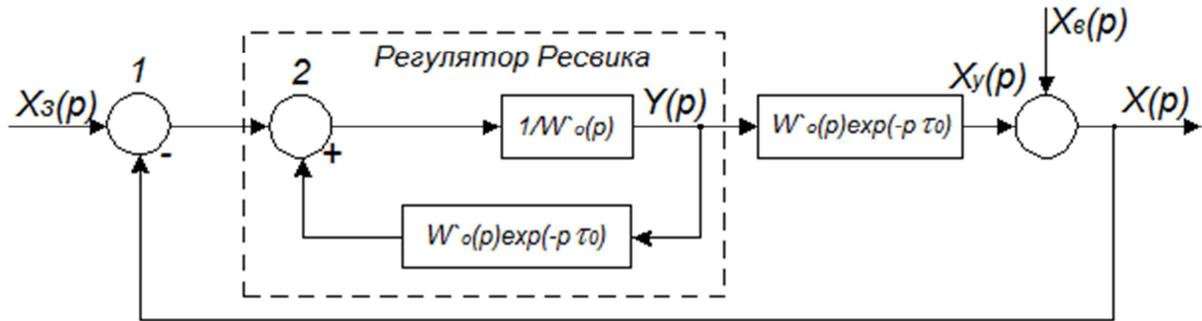


Рисунок 13 – Алгоритмическая схема идеальной АСУ с объектом с запаздыванием

Передаточная функция по каналу возмущения в такой АСУ согласно (29) имеет вид:

$$\frac{X(p)}{X_B(p)} = \frac{1}{1 + W_p(p)W_o'(p) \exp(-p\tau_o)} = \frac{1}{1 + \frac{W_o'(p) \exp(-p\tau_o)}{[1 - \exp(-p\tau_o)]W_o'(p)}} = 1 - \exp(-p\tau_o). \quad (33)$$

Это означает, что действие возмущения $X_B(p)$ мгновенно компенсируется системой через время τ_o .

Ранее было показано, что инерционные статические объекты управления с *s*-образной переходной характеристикой (рис. 11) можно представить в виде моделей первого или второго порядка с запаздыванием.

Представим первоначально объект управления моделью первого порядка. Тогда, полагая запаздывание τ'_o модели объекта равным чистому запаздыванию τ_o реального объекта и подставляя в выражение (32) значение передаточной функции модели объекта, определяем передаточную функцию регулятора:

$$W_p(p) = \frac{T'_o p + 1}{[1 - \exp(-p\tau'_o)]k_o}. \quad (34)$$

При относительно медленно изменяющихся воздействиях можно принять $\exp(-p\tau'_o) \approx 1 - p\tau'_o$.

Тогда, учитывая это равенство в выражении (34), получаем искомую передаточную функцию регулятора:

$$W_p(p) = \frac{T'_o p + 1}{p\tau'_o k_o} = \frac{T'_o}{k_o \tau'_o} + \frac{1}{k_o \tau'_o} \cdot \frac{1}{p} = k_{II} + k_{II} \frac{1}{p},$$

где $k_{II} = \frac{T'_o}{k_o \tau'_o}$, $k_{II} = \frac{1}{k_o \tau'_o}$.

Такую передаточную функцию имеет пропорционально-интегральный (ПИ) регулятор с настроечными параметрами k_{II} и k_{II} .

Представив объект управления с более точной моделью второго порядка и проведя аналогичные рассуждения, получаем искомую передаточную функцию регулятора:

$$W_p(p) = \frac{2T'_o}{k_o \tau'_o} + \frac{1}{k_o \tau'_o} \cdot \frac{1}{p} + \frac{(T'_o)^2}{k_o \tau'_o} p = k_{II} + k_{II} \frac{1}{p} + k_{II} p,$$

где $k_{II} = \frac{2T'_o}{k_o \tau'_o}$, $k_{II} = \frac{1}{k_o \tau'_o}$, $k_{II} = \frac{(T'_o)^2}{k_o \tau'_o}$.

Такую передаточную функцию имеет пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор с настроечными параметрами k_{II} , k_{II} , k_{II} .

На основании полученных общих соотношений между параметрами объекта управления и регулятора можно сформулировать рекомендации по выбору типа регулятора и его настроечных параметров:

- для объектов с запаздыванием, инерционная часть которых действительно близка звену первого порядка (а не просто аппроксимирована таким звеном), целесообразно применять ПИ-регулятор;
- для объектов с запаздыванием, инерционная часть которых имеет порядок $n \geq 2$, наилучшим регулятором является ПИД-регулятор.

Эмпирические формулы в таблице 3 обобщают результаты экспериментальных исследований по определению настроечных параметров типовых регуляторов для объектов с запаздыванием (при $\tau_o / T_o = 0 \dots 1$). Параметры определены путем моделирования систем при ступенчатом изменении задающего x_z воздействия. Обеспечиваемым показателем качества АСУ является перерегулирование σ (0 или 20 %) на выходе объекта регулирования.

Таблица 3 – Настроечные параметры типовых регуляторов

Тип регулятора	Настроечные параметры					
	k_{II}		k_{II}		k_{II}	
	$\sigma = 0$	$\sigma = 20 \%$	$\sigma = 0$	$\sigma = 20 \%$	$\sigma = 0$	$\sigma = 20 \%$
П	$\frac{0,3 T_o}{k_o \tau_o}$	$\frac{0,7 T_o}{k_o \tau_o}$	0	0	0	0
ПИ	$\frac{0,35 T_o}{k_o \tau_o}$	$\frac{0,6 T_o}{k_o \tau_o}$	$\frac{0,29}{k_o \tau_o}$	$\frac{0,6}{k_o \tau_o}$	0	0
ПИД	$\frac{0,6 T_o}{k_o \tau_o}$	$\frac{0,95 T_o}{k_o \tau_o}$	$\frac{0,6}{k_o \tau_o}$	$\frac{0,7}{k_o \tau_o}$	$\frac{0,3 T_o}{k_o}$	$\frac{0,45 T_o}{k_o}$

Если необходимо обеспечить колебательный характер переходного процесса в АСУ, при котором амплитуда каждого последующего колебания

должна быть в 4 раза меньше амплитуды предыдущего колебания, т. е. степень затухания

$$\psi = \frac{A_1 - A_3}{A_1} = \frac{A_1 - A_1/4}{A_1} = 0,75,$$

что соответствует нижней границе, при которой качество управления еще признается удовлетворительным, то следует воспользоваться рекомендациями по выбору настроечных параметров регуляторов, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Настроечные параметры типовых регуляторов

Тип регулятора	Настроечные параметры		
	k_P	k_I	k_D
П	$\frac{\tau_o + T_o}{k_o \tau_o}$	0	0
ПИ	$\frac{\tau_o + T_o}{1,1 k_o \tau_o}$	$\frac{\tau_o + T_o}{3,66 k_o \tau_o^2}$	0
ПИД	$\frac{\tau_o + T_o}{0,8 k_o \tau_o}$	$\frac{\tau_o + T_o}{1,6 k_o \tau_o^2}$	$\frac{\tau_o + T_o}{1,6 k_o}$

Проведенные исследования позволили также сформулировать следующие общие выводы о влиянии настроечных параметров на показатели качества регулирования:

- увеличение коэффициента k_P пропорциональной части регулятора приводит к увеличению перерегулирования σ , времени t_n переходного процесса и уменьшению степени затухания Ψ ;
- увеличение коэффициента k_I интегральной части регулятора приводит к уменьшению времени t_n переходного процесса и увеличению перерегулирования σ ;
- увеличение коэффициента k_D дифференциальной части регулятора приводит к уменьшению времени t_n переходного процесса и увеличению перерегулирования σ . [2]

В более сложных случаях число возможных и необходимых моделей увеличивается за счет все более подробного учета нелинейных, распределенных, стохастических свойств реального объекта. В общем случае приходится искать компромисс между сложным и точным и, с другой стороны, простым, но грубым описанием. Выбор определяется конкретной целью идентификации, т.е., по существу, назначением искомого описания объекта.

2.4. Структура и содержание третьего раздела

Третий раздел должен быть посвящен разработке АСУТП изучаемого процесса. Структура и содержание третьего раздела определяется магистрантом вместе с его научным руководителем. Может содержать

проектно-конструкторскую документацию на разрабатываемую АСУТП с учётом современных технических средств автоматизации.

При выборе технических средств автоматизации раздел содержит описание выбранных средств автоматизации и управления, используемых при автоматизации технологического процесса.

Описание должно содержать:

- Для измерения или регулирования, каких параметров применяется;
- Указание позиций по функциональной схеме;
- Фотография средства измерения или управления;
- Краткие технические характеристики, приведенные под условия изучаемого технологического процесса;
- Количество применяемых средств в процессе.

В тексте описания не должно содержаться формулировок «рекламного характера».

Описание выбранных средств автоматизации и управления должно быть приведено в следующем порядке:

- Промышленный контроллер (или другое программируемое управляющее устройство);
- Панель оператора;
- Средства измерения;
- Исполнительные механизмы;
- Коммутирующая аппаратура.

2.4.1. Подраздел «Выводы по третьему разделу»

Содержаться выводы по проделанной работе. Дается общая характеристика разработанной АСУТП.

2.5. Структура и содержание заключения, списка литературы и приложений

Заключение. Должно содержать оценку результатов выполненной выпускной квалификационной работы и их соответствие требованиям задания. Указывается, достигнута ли цель ВКРМ, и какие из поставленных задач были решены, а также приводятся варианты практического использования полученных решений.

В данном разделе необходимо указать наличие публикаций по результатам разработок или исследований, выполненных в квалификационной работе. Данные результаты (апробация) выполненной работы могут быть представлены в виде одной из перечисленных форм:

- 1) договор о выполнении хоздоговорной темы с предприятием или организацией;
- 2) публикация (в научно-техническом журнале, в сборнике трудов или тезисов докладов и др.);

3) заявка на изобретение или полезную модель; положительное решение, патент на изобретение или полезную модель;

4) отзыв от предприятия с обоснованием возможности внедрения разработки (усовершенствования) в производство или акт внедрения;

5) участие с докладом в научно-технической конференции, в творческом конкурсе или выставке; дипломы и грамоты конференций, конкурсов, выставок и др.

Копии соответствующих документов, дипломов победителей, участников, сертификаты и справки о наличии публикаций представляется студентом в Приложении Б к пояснительной записке.

Публиковать свои работы по результатам выполнения ВКР необходимо в журналах, входящих в наукометрическую базу РИНЦ и список ВАК.

Для поиска научно-технических журналов, входящих в базу РИНЦ, можно воспользоваться разделом поиска на сайте научно-технической библиотеки eLIBRARY.RU. Для этого перейдите на сайт библиотеке в раздел каталог журналов по ссылке <https://elibrary.ru/titles.asp>.

Для поиска журналов воспользуйтесь формой (см. рис. 14). Выберите подходящую тематику журналов:

- Автоматика и вычислительная техника;
- Электроника. Радиотехника;
- Электротехника;
- Мультидисциплинарные журналы в области естественных и технических наук;
- Мультидисциплинарные журналы по всем направлениям наук.

Обязательно выбирайте журналы, индексируемые в базе РИНЦ. Далее просматривайте список журналов и выбирайте подходящий.

КАТАЛОГ ЖУРНАЛОВ

ПАРАМЕТРЫ

Название журнала, издательства или ISSN: Страна:

Тематика: Автоматика. Вычислительная техника (788)

Язык публикаций: Сведения о переводе:

Сведения о включении в Web of Science: Сведения о включении в Scopus:

Сведения о включении в РИНЦ: индексируется в РИНЦ (5744)

Доступ к полным текстам:

- входит в базу данных RSCI (777) - входит в перечень ВАК (3034)

- входит в ядро РИНЦ (27125) - с полными текстами (7052)

- выходит в настоящее время (50715) - только научные журналы (64442)

Сортировка: Порядок:

по названию журнала по возрастанию

Очистить Поиск

Рисунок 14 Форма поиска журналов на сайте eLIBRARY.RU

Объем данного раздела – 1...2 страницы.

Список литературы. Список литературы должен содержать перечень литературных источников, патентов, стандартов, используемых при

выполнении выпускной квалификационной работы. Список следует оформлять согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка».

Список литературы должен включать не менее 20...30 наименований (1...2 страницы текста). Процентом 40 из них должны быть позднее 10 лет от года защиты.

Обязательно наличие, как минимум, пяти иностранных источников литературы по теме работы.

Приложения.

Первым листом приложений является «Справка о результатах проверки ВКР на наличие заимствований», это будет «ПРИЛОЖЕНИЕ А» (см. приложение Д).

Приложение Б – это «ПРИЛОЖЕНИЕ Б Результаты апробации работы». Приложение содержит список опубликованных работ, наград и дипломов студента по теме ВКРМ. Также в него могут включаться копии акта внедрения или справки предприятия о возможности внедрения в производство результатов разработок или исследований, выполненных в выпускной квалификационной работе.

Следующие приложения могут содержать дополнительный материал пояснительной записки. Это могут быть промежуточные математические выкладки и расчеты, таблицы большого формата, протоколы испытаний, описания вспомогательных приборов и аппаратуры, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т.д.

Каждое приложение начинается с новой страницы с указанием наверху по середине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенного обозначения, например, «ПРИЛОЖЕНИЕ А». Приложения оформляются как продолжение пояснительной записки, включаются в общую нумерацию страниц и должны быть перечислены в содержании с указанием их обозначений и заголовков.

2.6. Автореферат на магистерскую диссертацию

На магистерскую диссертацию составляется автореферат объемом 12-16 страниц машинописного текста.

Автореферат должен содержать следующие пункты.

Титульный лист с указанием темы и автора работы, научного руководителя, рецензента и места и даты проведения защиты (Приложение Н).

Актуальность работы – содержит обоснование выбранной темы диссертационного исследования.

Цель диссертационного исследования – содержит описание технико-экономического эффекта, полученного в результате выполнения работы.

Положения, выносимые на защиту, – основные полученные результаты проведенного исследования.

Практическая ценность и реализация работы – указываются области внедрения результатов работы (например, производство или учебный процесс).

Апробация работы – составляется список публичных выступлений по теме диссертационного исследования.

Публикации – список работ опубликованных автором лично или совместно с указанием личного вклада.

Структура и объем работы – количество страниц в диссертации, глав, рисунков, таблиц, литературных источников.

Основное содержание работы – приведено сжатое описание проделанной работы по главам с включением при необходимости основных формул и графиков.

Краткие выводы по результатам исследования.

3. Оформление выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа магистра содержит:

Пояснительную записку;

Презентацию.

Шифр ВКР указывается на титульном листе пояснительной записки и имеет следующий вид:

ВКРМ-34675695-15.03.04- X.XX -ГГ.НН

где X.XX – номер ВКР по приказу;

ГГ – год защиты;

НН – порядковый номер технической документации;

00 – Пояснительная записка

3.1. Оформление пояснительной записки

Пояснительная записка (ПЗ) – это текстовое представление ВКР.

Текст пояснительной записки выполняется на листах формата А4. Без рамок.

3.1.1. Общие правила оформления текста

Текст должен располагаться на листе с полями следующих размеров: верхнее – 15 мм; правое – 10 мм; нижнее – 20 мм; левое – 30 мм.

Абзацный отступ: 1,25 см.

Текст ПЗ выполняется шрифтом с 14 кеглем с полуторным интервалом. За исключение названий рисунков и таблиц, а так же текста таблиц. Там используется шрифт с 12 кеглем.

Нумерация рисунков, таблиц и формул должна быть по разделам.

Нумерация по разделам имеет вид:

– для раздела 1 — Рисунок 1.1, Рисунок 1.2 ... и так далее.

– для раздела 2 — Рисунок 2.1, Рисунок 2.2... и так далее.

Нумерация с добавлением третьего номерного разряда недопустима (например, Рисунок 1.2.3).

3.1.2. Правила оформления заголовков

Заголовки разделов и подразделов выполняются полужирным обычным строчным 16-ым шрифтом.

Заголовки разделов «СОДЕРЖАНИЕ, АННОТАЦИЯ, ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ПРИЛОЖЕНИЯ» пишутся заглавными полужирными буквами шрифта с 16 кеглем. Выравниваются по центру листа.

Заголовки разделов выполняются с абзацным отступом ЗАГЛАВНЫМИ полужирными буквами шрифта с 16 кеглем. Выравниваются по ширине листа.

Заголовки подразделов пишут строчными буквами с заглавной буквы после номера подраздела, шрифта с 16 кеглем. Подзаголовки выполняются с абзацным отступом и выравниванием по ширине.

Нумерация заголовков разделов выполняется в следующем формате: «1 НАЗВАНИЕ РАЗДЕЛА». Кавычки не ставятся. Точка после номера раздела не ставится.

Нумерация заголовков подразделов выполняется в следующем формате: «1.2 Название подраздела». Кавычки не ставятся. Точка после номера раздела не ставится.

Один заголовок/подзаголовок оставлять в конце страницы недопустимо. Должно быть, как минимум, 2-3 строчки текста.

После заголовка/подзаголовка – недопустимо расположение рисунка. Сначала должен располагаться текст.

Расстояние между заголовками и подзаголовками:

От предшествующего текста до подзаголовка/заголовка –12 пт;

Между заголовком и подзаголовком –12 пт;

Между подзаголовком/заголовком и последующим текстом – 12 пт;

Новый раздел начинается с новой страницы. Именно раздел, а не подраздел.

3.1.3. Правила оформления рисунков

Рисунки выравниваются по центру листа. Обязательна нумерация и названия.

Название должно быть в следующем виде:

Рисунок 1.1 – Название рисунка

«Рисунок» пишется с заглавной буквы, и название рисунка также пишется с заглавной буквы. В конце точка не ставится.

Название выполняется 12 шрифтом без полужирного выделения и курсива. Выравнивается по центру листа. До и после названия отступ в 6 пт.

Размер рисунка не должен превышать 25-35% листа формата А4. Если больше, то рисунок помещается в приложения. В тексте указывается на него ссылка в приложении. Например, «Рисунок А.1».

Если на рисунке есть позиционные обозначения, то обязательно наличие их расшифровки, либо в подрисуночной подписи, либо в тексте ПЗ.

На графиках обязательно должны быть подписаны оси, с указанием единиц измерения. Название оси подписывается параллельно ей.

3.1.4. Правила оформления таблиц

Таблицы должны быть выполнены средствами текстового или табличного редактора. Вставка рисунков под видом таблиц недопустима.

Таблицы должны быть выровнены «Автоподбором по ширине листа».

Высота шрифта в таблицах не больше 12-го и не меньше 8-го.

Оформление таблицы стандартное, просто черные линии.

Каждая таблица должна иметь название и нумерацию. Название указывается в верхнем левом углу таблицы без абзацного отступа.

Название должно быть в следующем виде: Таблица 1.1 – Название таблицы

«Таблица» пишется с заглавной буквы, и название таблицы также пишется с заглавной буквы. Точка в конце названия таблицы не ставится.

Название выполняется 12 шрифтом без полужирного выделения и курсива. До и после названия отступ в 6 пт.

Если таблица разрывается и переходит на другую страницу, то на другой странице, где продолжается таблица должно быть написано: Продолжение таблицы х.х, где х.х – ее порядковый номер.

Оставлять одну шапку таблицы в конце страницы недопустимо.

Текст таблицы должен быть выполнен с интервалом 1 пт.

3.1.5. Правила оформления формул

Формулы выполняются в специальных редакторах текстового редактора.

Размер символов в формулах должен быть 14 пт. или выполнен шрифтом с 14 кеглем.

Нумерация формул аналогична рисунками и таблицам. При этом формула располагается по центру листа, а ее номер проставляется 14-м шрифтом в скобках, в крайнем правом положении, как в примере ниже:

$$Q=[B[A \cdot B]], \quad (1.1)$$

Нумеруются только те формулы, на которых есть ссылка по тексту ПЗ.

Перед и после формулы должна быть пустая строка или интервал в 12 пт.

Если после формулы идет пояснение переменных, входящих в нее, то на следующей строке пишется слово «где» и поясняется, как в примере ниже:

$$F_K \cdot c_K \cdot T_K \cdot dt = W_{ст} \cdot c_{ст} \cdot dT_{ст} + \alpha \cdot A \cdot (T_{ст} - T_B) \cdot dt, \quad (2.1)$$

где: c_K – удельная теплоемкость конденсата, Дж/(кг·град);

A – суммарная поверхность стенок, m^2 ;

$W_{ст}$ – масса теплопередающих стенок.

«где» пишется со строчной буквы, без абзацного отступа. Все переменные располагаются строго друг под другом.

После единичной формулы ставится точка. Если идут друг за другом формулы, то после каждой ставиться точка с запятой. Если формула идет с пояснением переменных, то после нее ставиться запятая.

Расчетные формулы располагаются с выравниванием по левому краю с абзацным отступом, как в примере:

$$\Delta t_{CP} = \frac{70 - 52}{2,3 \cdot \lg\left(\frac{70}{52}\right)} = 60,6^\circ \text{C}.$$

3.1.6. Правила оформления списка литературы и ссылок

Список формируется по алфавиту источников.

Ссылку на источник указываются в квадратных скобках в виде номера абзаца в списке литературы, например [3]. Ссылка ставится после окончания заимствования, перед точкой или иным знаком препинания, а так же после названия рисунка или таблицы.

Ниже примеры оформления различных источников литературы:

Стандарт

1. ГОСТ, СНИП и т.д.
2. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах – Введ.2014-12-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 15 с.

Статья

Шарапов В.И. Термическая деаэрация воды для ТЭЦ и систем теплоснабжения //СОК. – 2006.– №5. – С. 54-62

Интернет ссылки Патенты

Способ вакуумной деаэрации воды (RU 2147558): [Электронный ресурс]// Поиск патентов и изобретений, зарегистрированных в РФ и СССР. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/214/2147558.html> (дата обращения дд.мм.гггг)

Каталоги

Каталог продукции НПП «ЭЛЕМЕР» [Электронный ресурс]// Научно-производственное предприятие «ЭЛЕМЕР». URL: <http://www.elemer.ru> (дата обращения дд.мм.гггг)

Примечание: для интернет-ссылок действуют следующие правила:

Сначала вы указывается название той информации, которую использовали:

Каталог продукции НПП «ЭЛЕМЕР» [Электронный ресурс]//

Потом название сайта:

Научно-производственное предприятие «ЭЛЕМЕР»

Потом ссылка на страницу:

URL: <http://www.elemer.ru>

Потом дата, когда вы заходили на страницу:

(дата обращения дд.мм.гггг)

Книги

Один автор

Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием/ В.В. Денисенко. – М.:Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.

Несколько авторов

Лапшенков, Г.И. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности/ Г.И. Лапшенков, Л.М. Полоцкий. – М.: Химия, 1988. – 288 с.

Иностраный источник

Ding, S.X. Model-based fault diagnosis techniques: design schemes, algorithms, and tools /S.X. Ding – Berlin: Springer, 2008 – p. 473

3.1.7. Правила оформления приложений

Приложения. Располагаются после основного текста ПЗ. Название «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется по центру листа, заглавными буквами полужирным шрифтом с 16 кеглем. Приложения имеют буквенные обозначения: А, Б, В и так далее. За исключением букв З, Й, О.

В работе как минимум два обязательных приложения – это «Справка о результатах проверки ВКР на наличие заимствований» и «Результаты апробации работы».

Нумерация рисунков или таблиц в пределах приложений выполняется в следующем виде:

Рисунок А.1 – Название рисунка (Если у вас приложение А),

Таблица Б.1 – Название таблицы (Если у вас приложение Б).

Оформление содержимого приложений, в том числе рисунков, формул и таблиц подчиняется выше представленным правилам.

3.2. Оформление презентации

Презентация предназначена для наглядного представления результатов работы студента по теме ВКР. Презентация должна четко и ясно отражать основные стадии разработки выпускной квалификационной работы. Презентация проекта должна дополнять речь докладчика при защите выпускной квалификационной работе, а не заменять ее.

Количество слайдов строго не ограничивается. Состав и порядок слайдов должен следовать (возможно изменения состава и порядка слайдов по согласованию с руководителем работы и заведующим кафедрой). Все слайды должны быть пронумерованы.

Презентация выпускной квалификационной работы должна начинаться с титульного слайда, где указана тема ВКР, ее автор и научный руководитель (рис.15).

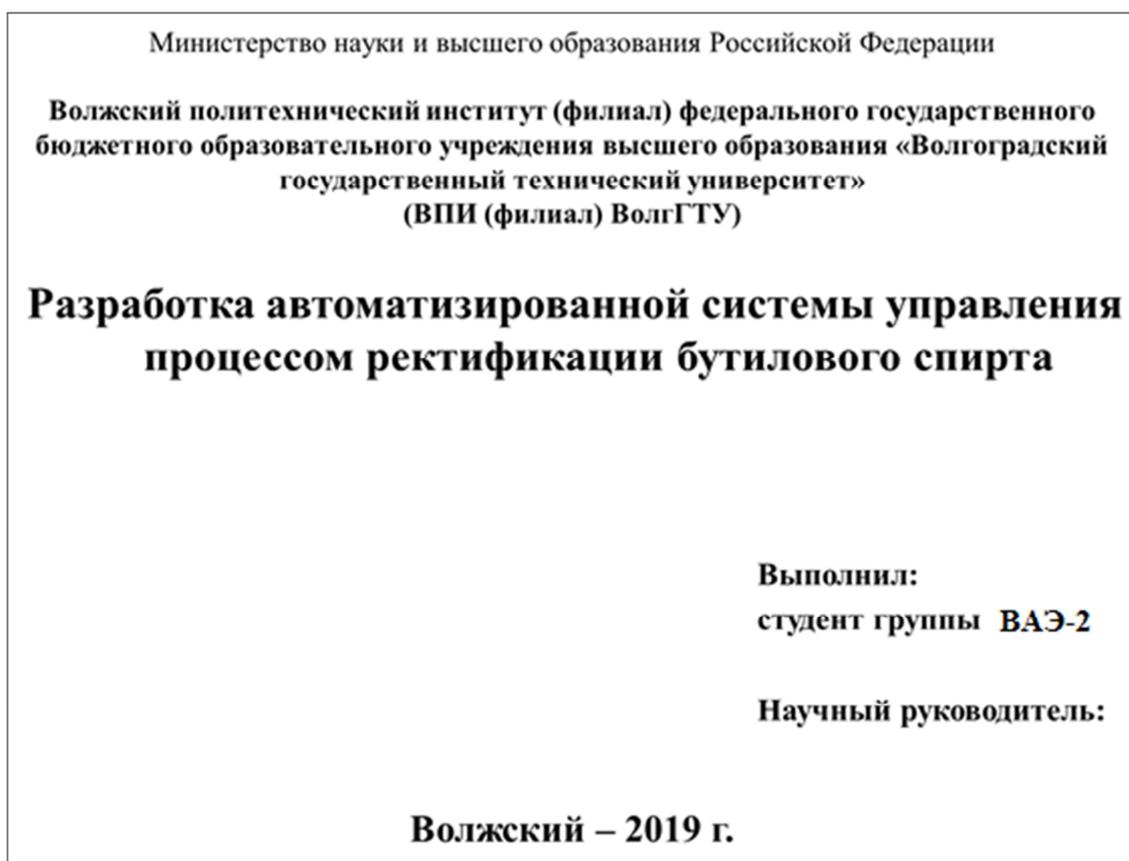


Рисунок 15 – Пример оформления титульного листа презентации

Второй слайд это слайд «Цели и задачи выпускной квалификационной работы». В качестве цели работы рекомендуется выбирать техноэкономический эффект, который возникает в результате разработки АСУТП:

- повышение качества готовой продукции;
- снижение себестоимости готовой продукции;
- соблюдение норм по технике безопасности и защите окружающей среды.

Например, получение продукта требуемого качества или достижение очистки воздуха до заданного значения и т. д.

В качестве задач выбираются основные задачи ВКРМ с обязательным указанием конкретного объекта исследования.

На следующем слайде должны быть представлены положения, выносимые на защиту.

Следующие слайды посвящены моделированию системы управления.

Следующие слайды посвящены выбранным техническим средствам автоматизации.

Рассмотрение средств автоматизации нужно выполнять в следующем порядке:

- контроллер (ПЛК) с модулями ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов (при наличии);
- панель оператора;
- датчики и другие средства измерения;

- исполнительные механизмы;
- частотные преобразователи и электромагнитные пускатели (при наличии)
- блоки питания.

Контроллер ПЛК 160 фирмы ОВЕН



Технические характеристики

Поддерживаемые интерфейсы	RS-232, RS-485, Ethernet 10/100 , USB-Device
Дискретные входы:	16;
Дискретные выходы:	12;
Аналоговые входы:	8;
Аналоговые выходы:	4;
Среда программирования	CODESYS v 2.3

3

Рисунок 16 – Пример оформления слайда с выбором контроллера

Для ПЛК можно указать следующие параметры (рис. 16):

- название и фирму производитель;
- изображение ПЛК;
- поддерживаемые интерфейсы;
- количество дискретных и аналоговых входов/выходов;
- среду программирования.

Для модулей ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов нужно указать:

- название модуля;
- количество входов/выходов;
- тип входа/выхода;
- поддерживаемые интерфейсы.

Для панели оператора указываются следующие характеристики:

- название и фирма производитель;
- диагональ дисплея;
- тип управления;
- поддерживаемые интерфейсы;
- потребляемая мощность.

Для датчиков указываются следующие характеристики (рис.17):

- название и фирма производитель;
- чувствительный элемент (принцип действия);
- измеряемая величина;
- диапазон измеряемой величины;
- погрешность измерения;
- температура и давление рабочей среды;
- температура окружающей среды;
- выходной сигнал;
- напряжение питания;
- степень защиты от пыли и влаги;
- взрывозащищённое исполнение (при наличии).

Датчик избыточного давления МЕТРАН-150-TG2-EX



- Чувствительный элемент: пластина из кремния;
- Диапазон измерения: 0,020...1,0 МПа;
- Относительная погрешность: 0,075 %;
- Температура рабочей среды: -40...+149 °С;
- Температура окружающей среды: -40...+85 °С;
- Выходной сигнал: 4...20 мА;
- Напряжение питания: 24 В;
- Степень защиты IP66;
- Взрывозащищённое исполнение

6

Рисунок 17 – Пример оформления слайда с выбором датчика давления

Пневматический привод мембранный тип 3271

- Производитель: SAMSON;
- Вид механизма: тарельчатая мембрана;
- Входной сигнал: пневматический;
- Температура рабочей среды: $-50\dots+120$ °С;
- Номинальный ход: 7,5...120 мм;
- Степень защиты IP65.



11

Рисунок 18 – Пример оформления слайда с выбором пневматического привода

Для исполнительных механизмов можно указать (рис. 18):

- название и фирму производитель;
- принцип действия;
- тип входного управляющего сигнала;
- температура и давление рабочей среды;
- номинальная длина хода (для прямоходных приводов);
- напряжение питания (для электрического исполнения);
- потребляемая мощность (для электрического исполнения);
- степень защиты от пыли и влаги;
- взрывозащищённое исполнение (при наличии).

Регулирующий клапан v2001

- Производитель: Samson;
- Тип: проходной, односедельный;
- Характеристика: равнопроцентная;
- Диаметр условного прохода: 80 мм;
- Номинальный расход: 80 м³/ч;
- Номинальное давление: 16 МПа;
- Ход штока: 15 мм;
- Температура регулируемой среды: - 10 до 200 °С;
- Среда: жидкие, газообразные и водяной пар.



12

Рисунок 19 – Пример оформления слайда с выбором регулирующего клапана

Для регулирующей арматуры можно указать (рис. 19):

- название и фирму производитель;
- тип регулирующей арматуры;
- тип характеристики регулирующей арматуры
- условный расход (коэффициент расхода);
- температура и давление рабочей среды;
- диаметр условного прохода;
- номинальный ход штока;
- для каких сред предназначен.

Для частотных преобразователей указываются следующие характеристики:

- название и фирма производитель;
- назначение;
- электрическая мощность.

Для коммутирующей аппаратуры (электромагнитные и твердотельные реле, контакторы, магнитные пускатели и устройства плавного пуска) указываются следующие характеристики:

- название и фирма производитель;
- мощность коммутируемой нагрузки или номинальный рабочий ток;
- номинальное рабочее напряжение;
- номинальное напряжение цепи управления.

Для блока питания указывается:

- мощность;

- количество каналов (для многоканальных блоков питания);
- выходное напряжение.

После всех слайдов с описанием технических средств автоматизации идёт слайд с заключением.

Слайд «Заключение должен» соответствовать слайду цели и задачи. Делается заключение о достижении цели и выполнении поставленных задач.

Последним пунктом приводятся результаты апробации работы.

Название файла презентации должно содержать вашу фамилию с инициалами, группу и год защиты, например: Петров_Презентация_ВАЭ2_2019.

3.3. Правила оформления электронной версии ВКР

Полностью оформленная выпускная квалификационная работа, с которой вы выходите на защиту записывается на электронный носитель и сдаётся на кафедру вместе с бумажной подписанной версией.

Структура записываемой информации:

1. Папка «Пояснительная записка»;
2. Папка «Презентация»;
3. Папка «Прочее» (список публикаций студента);
4. Папка «Публикация в Электронной библиотеке»;
5. Файл «Информация.txt» где необходимо написать:
 - название работы;
 - ФИО студента;
 - ФИО руководителя;
 - группу, год защиты.

В папку «Пояснительная записка» необходимо записать конечный вариант пояснительной записки, включая все приложения, с которым вы выходите на защиту (в формате *.docx, с название файла 15.03.04_ВАЭ_Ф_ВКРМ_20ГГ_Фамилия_Имя_Отчество.docx).

где: 15.03.04 – наименование направления обучения;

Ф – обозначает форму обучения (О-очная; З-заочная; ОЗ-очно-заочная);

ГГ – год защиты.

В папке «Презентация» располагается ваша презентация, выносимая на защиту (*.pptx).

Название файла презентации: Фамилия_Презентация_Группа_Год защиты.pptx

В папке «Прочее» должны находиться подписанные и отсканированные документы в формате *.pdf:

– Приложение А «Справка о результатах проверки ВКР на наличие заимствований»;

– Отчет об антиплагиате;

– Заявление о соблюдении проф. этики;

– Заявление о размещении в ЭБС ВПИ;

– Отзыв руководителя ВКР.

Название файлов: Фамилия_Название документа_Группа_Год защиты.

В папку «Публикация в Электронной библиотеке» нужно разместить пояснительную записку, подписанную студентом, руководителем, нормоконтролёром и заведующим кафедрой. Формат файла *.pdf. Pdf-файл должен содержать:

Подписанный и отсканированный Титульный лист

Подписанный и отсканированный Лист технического задания

Подписанный и отсканированный Календарный план

Аннотация

Содержание

Введение

Основную часть выпускной работы

Заключение

Список литературы

Подписанное и отсканированное Приложение А «Справка о результатах проверки ВКР на наличие заимствований»

Приложение Б «Результаты апробации работы»

Приложения.

Название Pdf-файла должно иметь вид:

15.03.04_ВАЭ_Ф_ВКРБ_20ГГ_Фамилия_Имя_Отчество.docx).

где: 15.03.04 – наименование направления обучения;

Ф – обозначает форму обучения (О-очная; З-заочная; ОЗ-очно-заочная);

ГГ – год защиты.

После того, как диск записан, его нужно подписать. Сверху диска тонким маркером подписывается название работы, Фамилия, группа и год защиты.

Диск должен находиться в специальном кармашке, как показано на рисунке 20. Кармашек с диском вставляется в папку скоросшиватель.



Рисунок 20 – Пример кармашка для диска

3.4. Правила оформления готовой ВКР

Полностью готовая работа на защиту переплетается с боковым кармашком.

На боковой стороне (с торца) папки должна присутствовать поясняющая надпись, которая пишется на всю длину папки.

ВКРМ	ВАЭ-2	ИВАНОВ Иван Иванович	2019
------	-------	----------------------	------

В боковой кармашек вкладываются следующие подписанные документы:

- Заявление о соблюдении проф. этики;
- Заявление о размещении в ЭБС ВПИ;
- Рецензия на ВКР;
- Отзыв руководителя ВКР.

Полностью готовая и подписанная работа должна быть сдана на кафедру секретарю ГЭК не менее чем за сутки на защиту.

ПРИЛОЖЕНИЕ А Титульный лист

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Волжский политехнический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
(ВПИ (филиал) ВолгГТУ)**

Факультет «_____ Автомеханический _____»

Кафедра «_____ Автоматика, электроника и вычислительная техника _____»

Утверждаю
Зав. кафедрой

_____ А.А. Силаев
(подпись) (инициалы, фамилия)

«_____» _____ 20 ____ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к _____ выпускной квалификационной работе магистра _____ на тему
(наименование вида работы)

_____ **Разработка автоматизированной системы управления процессом охлаждения**
турбогенератора ТВВ-160
(наименование темы работы)

Автор _____ **Иванов Иван Иванович**
(подпись и дата подписания) (имя, отчество, фамилия)

Обозначение **ВКРМ-34675695-15.04.04-7.23-19.00**
(обозначение документа)

Группа _____ **ВАЭ-2**
(шифр группы)

Направление 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
(код по ОКСО, наименование направления, программы)

Руководитель работы _____ **доцент, А.А. Петров**
(подпись и дата подписания) (должность, И. О. Фамилия)

Консультанты по разделам:

_____ (краткое наименование раздела) _____ (подпись и дата подписания) _____ (должность, И. О. Фамилия)

_____ (краткое наименование раздела) _____ (подпись и дата подписания) _____ (должность, И. О. Фамилия)

_____ (краткое наименование раздела) _____ (подпись и дата подписания) _____ (должность, И. О. Фамилия)

Нормоконтролер _____ **доцент, А.В. Савчиц**
(подпись и дата подписания) (должность, И. О. Фамилия)

г. Волжский, 2019

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Лист задания

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Волжский политехнический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
(ВПИ (филиал) ВолгГТУ)**

Кафедра «Автоматика, электроника и вычислительная техника»

Утверждаю
Зав. кафедрой

_____ А.А. Силаев
(подпись) (инициалы, фамилия)

« » _____ 20 г.

Задание на _____ выпускную квалификационную работу магистра
(наименование вида работы)

Студент _____ Иванов Иван Иванович
(имя, отчество, фамилия)

Код кафедры _____ ВАЭ _____ Группа _____ ВАЭ-2

Тема _____ Разработка автоматизированной системы управления процессом
охлаждения турбогенератора ТВВ-160

утверждена приказом по ВПИ (филиал) ВолгГТУ
от «14» сентября 20_18 г. № _____ 345-ст
(дата подписания)

Срок предъявления готовой работы _____ 01 июля 2019 г.
(дата, подпись студента)

Исходные данные для выполнения работ
Технологический регламент процесса, технологическая схема процесса

Содержание основной части пояснительной записки

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____
- 7) _____

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

- 8) _____
- 9) _____
- 10) _____
- 11) _____
- 12) _____
- 13) _____
- 14) _____
- 15) _____
- 16) _____
- 17) _____
- 18) _____

Перечень графического материала

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____
- 7) _____
- 8) _____
- 9) _____
- 10) _____
- 11) _____

Руководитель работы _____ **доцент, А.А.Петров**
(подпись и дата подписания) (должность, И. О. Фамилия)

Консультанты по разделам:

_____	_____	_____
(краткое наименование раздела)	(подпись и дата подписания)	(должность, И. О. Фамилия)
_____	_____	_____
(краткое наименование раздела)	(подпись и дата подписания)	(должность, И. О. Фамилия)
_____	_____	_____
(краткое наименование раздела)	(подпись и дата подписания)	(должность, И. О. Фамилия)
_____	_____	_____
(краткое наименование раздела)	(подпись и дата подписания)	(должность, И. О. Фамилия)
_____	_____	_____
(краткое наименование раздела)	(подпись и дата подписания)	(должность, И. О. Фамилия)

ПРИЛОЖЕНИЕ В Календарный план КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№	Наименование этапов выполнения выпускной работы бакалавра	Срок выполнения этапов работы (очная)	Срок выполнения этапов работы (заочная)	Примечания
1.	Корректировка темы ВКР, заполнение бланка ТЗ на ВКР, подготовка Введения работы	Сентябрь, Октябрь 1 года обучения	Октябрь 1 года обучения	
2.	Проведение литературного обзора патентного поиска. Выбор и обоснование средств решения задач поставленных в выпускной работе.	Октябрь, Декабрь 1 года обучения	Октябрь, Декабрь 1 года обучения	
3.	Разработка и описание математической модели объекта исследования	Январь, Июнь 1 года обучения	Январь, Июнь 1 года обучения	
4.	Проведение экспериментальных исследований.	Сентябрь-Декабрь 2 года обучения	Сентябрь-Декабрь 2 года обучения	
	Обработка и анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований	Январь, Март 2 года обучения	Январь, Июнь 2 года обучения	
5.	Написание заключения работы.	Апрель 2 года обучения	Сентябрь 3 года обучения	
6.	Оформление пояснительной записки и графической части, подготовка презентации работы.	Май 2 года обучения	Ноябрь-Декабрь 3 года обучения	
7.	Предзащита ВКР.	Май, Июнь 2 года обучения	Январь, Февраль 3 года обучения	
8.	Защита выпускной квалификационной работы.	Июнь 2 года обучения	Февраль 3 года обучения	

Исполнитель работы (проекта) _____
(подпись и дата подписания) (фамилия, имя, отчество)

Руководитель работы (проекта) _____
(подпись и дата подписания) (фамилия, имя, отчество)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Заявление «О соблюдении профессиональной этики при написании выпускной квалификационной работы»

Заведующему кафедрой ВАЭ
Силаеву Алексею Александровичу
от студента группы **ВАЭ-2**
Иванова Ивана Ивановича

**ЗАЯВЛЕНИЕ
О СОБЛЮДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЭТИКИ
ПРИ НАПИСАНИИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЫ**

Я, **Иван Иванович Иванов**, студент группы **ВАЭ-2**, обучающийся по направлению **15.04.04** «Автоматизация технологических процессов и производств» в ВПИ (филиал) ВолгГТУ, заявляю, что в моей ВКРМ на тему: «**Разработка и исследование автоматизированной системы управления процессом изготовления резиновых уплотнителей**», представленной в Государственную экзаменационную комиссию для публичной защиты, соблюдены правила профессиональной этики, не допускающие наличия плагиата, фальсификации данных и ложного цитирования при написании выпускных квалификационных работ.

Все прямые заимствования из печатных и электронных источников, а также ранее защищенных письменных работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Я ознакомлен с действующим в ВолгГТУ порядком проведения государственной итоговой аттестации, положением о порядке проверки ВКР на объем заимствования.

_____ *подпись студента*

Иванов И.И.

_____ *расшифровка подписи*

13.06.2019

_____ *дата*

Работа представлена для проверки уникальности текста в системе «Антиплагиат».

13.06.2019

_____ *дата представления ВКР*

_____ *подпись руководителя ВКР*

Петров П.П.

_____ *расшифровка подписи*

ПРИЛОЖЕНИЕ Д «Справка о результатах проверки ВКР на наличие заимствований»

**СПРАВКА
о результатах проверки
выпускной квалификационной работы на наличие
заимствований**

Головин Анатолий Степанович

Тема выпускной квалификационной работы:

**Разработка автоматизированной системы управления процессом
изготовления резиновых уплотнителей**

Руководитель: **Медведева Людмила Ивановна, доцент кафедры ВАЭ.**

Информация о документе:

Имя исходного файла:

15.04.04_ВАЭ_О_ВКРМ_2018_Фамилия_Имя_Отчество.docx

Тип документа: прочее (пояснительная записка к ВБР)

**Результаты проверка в системе «Антиплагиат» представлены на
следующей странице.**

Уникальность текста: **87.03%**

*подпись
студента*

*расшифровка
подписи*

*подпись
ответственного
за проверку*

*расшифровка
подписи*

дата

дата

ПРИЛОЖЕНИЕ Е Отчёт о проверки на заимствования



Отчет о проверке на заимствования №1



Автор: Савчиц Артем Вячеславович vae@volpi.ru / ID: 40
Проверяющий: Савчиц Артем Вячеславович (vae@volpi.ru / ID: 40)
Организация: Волгоградский государственный технический университет
Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»- <http://vsturu.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 274
Начало загрузки: 13.06.2019 12:07:55
Длительность загрузки: 00:00:03
Имя исходного файла:
15_03_04_VAE_O_BR_2019_Krechetova_Elizaveta_Vitalyevna
Размер текста: 1768 кБ
Тип документа: Выпускная квалификационная работа
Символов в тексте: 73501
Слов в тексте: 7816
Число предложений: 382

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)
Начало проверки: 13.06.2019 12:08:00
Длительность проверки: 00:00:20
Комментарии: не указано
Модули поиска: Кольцо вузов, Модуль поиска "ВолГТУ", Модуль поиска общеупотребительных выражений, Модуль поиска перефразирований Интернет, Модуль поиска Интернет, Модуль поиска переводных заимствований, Цитирование, Сводная коллекция ЭБС



ЗАИМСТВОВАНИЯ	ЦИТИРОВАНИЯ	ОРИГИНАЛЬНОСТЬ
20,02%	0,68%	79,3%

Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.
Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общеупотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.

Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.

Заимствования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	3,08%	3,08%	Бутиловый спирт	http://ru.wikipedia.org	01 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	3	3
[02]	0,4%	3,04%	Бутиловый спирт	http://ru.wikipedia.org	раньше 2011	Модуль поиска Интернет	4	22
[03]	0%	2,95%	Бутанол-1	http://ru.wikipedia.org	29 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	0	3
[04]	0%	2,28%	Бутанол-1	http://ru.wikipedia.org	раньше 2011	Модуль поиска Интернет	0	21
[05]	1,89%	1,89%	ВР_Гусева	не указано	21 Июнь 2017	Кольцо вузов	6	6
[06]	1,19%	1,56%	Лаб.раб.№6	http://portal.tpu.ru:7777	раньше 2011	Модуль поиска Интернет	9	12
[07]	0%	1,56%	Бутиловый спирт	http://dic.academic.ru	раньше 2011	Модуль поиска	0	18

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Отчёт руководителя ВКР для очной формы обучения

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Волжский политехнический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
(ВПИ (филиал) ВолгГТУ)

Направление 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Отзыв руководителя на выпускную работу

Студент _____ группа ВАЭ-2

Тема выпускной работы Организационное сопровождение и технико-экономическое обоснование проведения работ по модернизации автоматизированной системы управления процессом вулканизации клиновых ремней

1. Заключение о степени соответствия выполненной выпускной работы заданию:

20 баллов

2. Краткая характеристика содержания выпускной работы:

20 баллов

3. Актуальность и научная ценность работы 10 баллов

4. Использование современных методов анализа и обработки научной информации 10 баллов

5. Качество расчетно-пояснительной записки и наглядность презентации ВКР

10 баллов

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Ж

6. Основные положительные стороны работы:

- уровень использования ЭВМ для решения поставленных задач 10 баллов

- проведение экспериментов 10 баллов

7. Замечания по работе: _____

8. Перечислить качества выпускника

«самостоятельность» _____ Присутствует (2 балл)

«ответственность» _____ Присутствует (1 балл)

«умение организовать свой труд» _____ Присутствует (1 балл)

и.т.д. _____

– опубликованные статьи различного уровня: 2 баллл

– доклады на конференции _____ 2 баллл

– участие в смотрах – конкурсах студенческих работ: _____ 2 баллл

Выпускник _____

заслуживает _____ присвоения ученой степени магистра по направлению

15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

с оценкой _____

оценка выпускной работы (по столбальной системе)

Руководитель выпускной работы _____

(степень, звание, должность, фамилия, имя, отчество)

«_____» _____ 20 __ г. Подпись _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Отчёт руководителя ВКР для заочной формы обучения

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Волжский политехнический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
(ВПИ (филиал) ВолгГТУ)

Направление 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Отзыв руководителя на выпускную работу

Студент _____ группа ВАЭЗ-330

Тема выпускной работы Организационное сопровождение и технико-экономическое обоснование проведения работ по модернизации автоматизированной системы управления процессом вулканизации клиновых ремней

1. Заключение о степени соответствия выполненной выпускной работы заданию:

2. Краткая характеристика содержания выпускной работы:

3. Актуальность и научная ценность работы _____

4. Использование современных методов анализа и обработки научной информации _____

5. Качество расчетно-пояснительной записки и наглядность презентации ВКР

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ 3

6. Основные положительные стороны работы:

- уровень использования ЭВМ для решения поставленных задач _____

- проведение экспериментов _____

7. Замечания по работе: _____

8. Перечислить качества выпускника

«самостоятельность» _____ **Присутствует**

«ответственность» _____ **Присутствует**

«умение организовать свой труд» _____ **Присутствует**

и.т.д. _____

– опубликованные статьи различного уровня: _____

– доклады на конференции _____

– участие в смотрах – конкурсах студенческих работ: _____

Выпускник _____

заслуживает _____ присвоения ученой степени магистра по направлению

15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

с оценкой _____

оценка выпускной работы (по стобальной системе)

Руководитель выпускной работы _____

(степень, звание, должность, фамилия, имя, отчество)

«_____» _____ 20 __ г.

Подпись _____

ПРИЛОЖЕНИЕ И Бланк рецензии на ВКР для очной формы обучения

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ВПИ (филиал) ВолгГТУ)

Направление 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Рецензия на выпускную квалификационную работу магистра

Студент _____ группа ВАЭ-2

Тема выпускной работы _____

1. Заключение о степени соответствия выполненной выпускной работы заданию (до 20 баллов) _____

2. Краткая характеристика содержания выпускной работы (до 20 баллов)

3. Актуальность и научная ценность работы (до 20 баллов) _____

4. Использование литературных источников по теме работы, в том числе и на иностранных языках (до 10 баллов)

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ И

5. Качество графической части и расчетно-пояснительной записки (до 10 баллов)

6. Основные положительные стороны выпускной работы:

– актуальность используемых решений (до 10 баллов): _____

– проведение экспериментов (до 5 баллов) _____

– участие в конференциях, конкурсах студенческих работ, наличие публикаций по теме работы (до 5 баллов) _____

7. Замечания по работе: _____

Студент _____ заслуживает
присвоения квалификации магистр по направлению 15.04.04

«Автоматизация технологических процессов и производств»

с оценкой _____

оценка работы

Рецензент _____

(степень, звание, должность, фамилия, имя, отчество)

« _____ » _____ 20__ г.

Подпись _____

ПРИЛОЖЕНИЕ К Бланк рецензии на ВКР для заочной формы обучения

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ВПИ (филиал) ВолгГТУ)

Направление 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Рецензия на выпускную квалификационную работу магистра

Студент _____ группа ВАЭЗ-330

Тема выпускной работы _____

1. Заключение о степени соответствия выполненной выпускной работы заданию

2. Краткая характеристика содержания выпускной работы

3. Актуальность и научная ценность работы _____

4. Использование литературных источников по теме работы, в том числе и на иностранных языках

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ К

5. Качество графической части и расчетно-пояснительной записки

6. Основные положительные стороны выпускной работы:

– актуальность используемых решений: _____

– проведение экспериментов _____

– участие в конференциях, конкурсах студенческих работ, наличие публикаций по теме работы _____

7. Замечания по работе: _____

Студент _____ заслуживает
присвоения квалификации магистр по направлению 15.04.04

«Автоматизация технологических процессов и производств» _____

с оценкой _____

оценка работы

Рецензент _____

(степень, звание, должность, фамилия, имя, отчество)

« _____ » _____ 20__ г.

Подпись _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Л Заявление о размещении в электронную библиотеку системы ВПИ

Директору ВПИ (филиал) ВолгГТУ
доценту А.В.Фетисову
студента **Иванова Ивана Ивановича**
факультет **вечерний**
направление **15.04.04** «Автоматизация
технологических процессов
и производств»
группа ВХАЗ-330

ЗАЯВЛЕНИЕ О РАЗМЕЩЕНИИ В ЭЛЕКТРОННУЮ БИБЛИОТЕКУ СИСТЕМЫ ВПИ

Прошу Вас разместить написанную мною выпускную квалификационную работу магистра на тему:

«Разработка и исследование автоматизированной системы управления проливым стоком»

научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры ВАЭ **Сергеев Сергей Сергеевич**

в файловом хранилище ВПИ, расположенном по адресу: <http://dump.vstu.ru>, за исключением разделов:

содержащих производственные и технические данные, свидетельствующие о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности третьим лицам.

Дата защиты **21.06.2019**

Подпись **Иванов И.И.**

ПРИЛОЖЕНИЕ М Оценочный лист для члена ГЭК

ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ ДЛЯ ЧЛЕНА ГЭК

Защита 17 июня 2019 г.

ВАЭ-2

Профиль «Автоматизация технологических процессов и производств»

Ф.И.О. члена

ГЭК _____

№	Ф.И.О.	Средний балл за весь период обучения	Оценка руководителя	Оценка рецензента	Оценка члена ГЭК						
					Обоснованность актуальности, научной новизны и практической полезности цели магистерской диссертации (от 0 до 15)	Достоверность и обоснованность полученных практических результатов (от 0 до 15)	Качество доклада и презентации, ведения дискуссии. Полнота и точность ответов на вопросы. (от 0 до 20)	Степень владения современными техническими средствами автоматизации (от 0 до 20)	Готовность к практической деятельности в рамках предметной области и практических навыков (от 0 до 20)	Уровень апробации работы и публикаций (от 0 до 10)	Итоговая оценка
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											
6.											
7.											

ПРИЛОЖЕНИЕ Н Титульный лист автореферата

На правах рукописи

Иванов Иван Иванович

ОРГАНИЗАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ И ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ **СЖИГАНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

15.04.04 - «Автоматизация технологических процессов и производств»

АВТОРЕФЕРАТ
выпускной квалификационной
работы магистра

Волжский – 2019

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Н

Работа выполнена на кафедре «Автоматика, электроника и вычислительная техника» Волжского политехнического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет».

Научный руководитель к.т.н. **Петров П.П.**

Список литературы

1. Карев М. Н., Гарькина И. А. Математическое описание объектов управления // Молодой ученый. — 2015. — №5. — С. 153-155. — URL <https://moluch.ru/archive/85/16000/> (дата обращения: 17.03.2019).
2. Сенигов П.Н. Теория автоматического управления: Конспект лекций. – Челябинск: ЮУрГУ, 2001 - 93с.
3. Лапшенков, Г.И. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности/ Г.И. Лапшенков, Л.М. Полоцкий. – М.: Химия, 1988. – 288с.
4. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат. 1985. - 296 с.
5. Силаев, А. А. Выпускная квалификационная работа магистра [Электронный ресурс] методические указания. / А. А. Силаев, А. А. Силаев, В. И. Капля, А. Г. Бурцев, А. В. Савчиц. - Волжский, 2016. - 26с.

Электронное учебное пособие

Алексей Александрович **Силаев**
Людмила Ивановна **Медведева**
Артём Вячеславович **Савчиц**

Выпускная квалификационная работа магистра

Учебное пособие

Электронное издание сетевого распространения

Редактор Матвеева Н.И.

Темплан 2019 г. Поз. № 34.

Подписано к использованию 13.09.2019. Формат 60x84 1/16.

Гарнитура Times. Усл. печ. л. 5,25.

Волгоградский государственный технический университет.
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.

ВПИ (филиал) ВолгГТУ.
404121, г. Волжский, ул. Энгельса, 42а.