

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г. И. Носова»
Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ
Директор
С.А. Махновский
«23» марта 2017 г.

**Методические указания
по выполнению и защите
выпускной квалификационной работы
для студентов по специальности
15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств
(по отраслям)
базовой подготовки**

Магнитогорск, 2017

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
Автоматизации технологических
процессов

Председатель Е.В. Менщикова
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

Разработчик:

Е.В. Менщикова, преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания разработаны на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «18» апреля 2014 г. № 349, СМК-О-К-РИ-50-17 Общие требования к структуре и оформлению выпускной квалификационной работы.

Методические указания содержат общие положения по выполнению и защите выпускной квалификационной работы студентов очной и заочной формы обучения, в полном объеме изложены требования, предъявляемые к оформлению дипломного проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

**1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

**2 ВЫБОР ТЕМЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЫ**

**3 ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

**4 ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

**5 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

5.1 Оформление пояснительной записки

5.2 Оформление графического материала

**4 РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЫ**

7 ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

7.1 Подготовка доклада на защите

7.2 Подготовка презентации на защите

7.3 Критерии оценки ВКР

8 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Приложение А Форма титульного листа дипломной работы/проекта

Приложение Б Форма задания на дипломный проект/работу

Приложение В Календарный график выполнения ВКР

Приложение Г Форма отзыва руководителя на ВКР

Приложение Д Форма рецензии на ВКР

Приложение Е Форма листа содержания ВКР

Приложение Ж Примеры оформления списка использованных источников

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная квалификационная работа (далее ВКР) - итоговая аттестационная работа студента, выполненная им на выпускном курсе, оформленная в письменном виде с соблюдением необходимых требований и представленная по окончании обучения к защите перед государственной экзаменационной комиссией, является обязательным аттестационным испытанием выпускника, завершающего обучение по специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) СПО базовой подготовки и выполняется в виде дипломного проекта.

Дипломный проект – это выпускная работа студентов по программам технического профиля на соискание квалификации по специальности среднего профессионального образования. Представляет собой решение конкретной инженерной задачи по специальности. Оформляется в виде чертежей и пояснительной записки. К дипломному проекту могут прилагаться расчетно-графические материалы, программные продукты, рабочие макеты, материалы научных исследований и другие материалы, разработанные студентами.

Выпускная квалификационная работа является самостоятельной работой студента, на основании которой Государственная экзаменационная комиссия (далее ГЭК) решает вопрос о присвоении выпускнику квалификации – техник.

Защита ВКР, как форма государственной итоговой аттестации, проводится с целью выявления соответствия уровня и качества подготовки выпускника требованиям Федерального государственного образовательного стандарта, установления уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям основной профессиональной образовательной программы.

Задачами выполнения ВКР по специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) являются: систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности; развитие навыков ведения самостоятельной работы; овладение методиками научного исследования и экспериментирования; определение уровня подготовленности студентов к самостоятельной работе в условиях современного производства, прогресса науки и техники, углубленное изучение технологических процессов, закрепление расчетно-графических навыков и овладение навыками самостоятельного решения инженерных задач.

К защите выпускной квалификационной работы допускается студент, успешно завершивший в полном объеме освоение основной образовательной программы по специальности.

Допуск студентов к защите ВКР осуществляется на основании приказа ректора.

Выполнение выпускной квалификационной работы (дипломного проекта) состоит из нескольких этапов:

- выбор и закрепление объекта преддипломной практики;
- выбор и закрепление темы ВКР (дипломного проекта);
- разработка и утверждение задания на ВКР (дипломный проект);
- сбор материала для ВКР на объекте преддипломной практики;
- написание и оформление пояснительной записки и презентации;
- предварительная защита дипломного проекта;
- внешнее рецензирование ВКР (дипломного проекта);
- защита ВКР на заседании ГЭК.

Для подготовки ВКР каждому студенту назначается руководитель и при необходимости консультанты. Утверждение темы ВКР и закрепление студента за руководителем (консультантами) оформляется приказом ректора по представлению заведующего отделением не позднее, чем за месяц до начала преддипломной практики по представлению заведующего отделением

По утвержденным темам руководители ВКР разрабатывают индивидуальные задания для каждого студента. В отдельных случаях допускается выполнение ВКР группой студентов. При этом индивидуальные задания выдаются каждому студенту.

Задания на ВКР:

- утверждаются заведующим отделением,
- выдаются студенту не позднее, чем за неделю до начала преддипломной практики,
- сопровождаются консультацией, в ходе которой разъясняются назначение и задачи, структура и объем работы, принципы разработки и оформления, примерное распределение времени на выполнение отдельных частей ВКР.

На период подготовки ВКР не позднее, чем за 2 недели до начала подготовки в колледже составляется расписание консультаций, утверждаемое по каждой программе директором.

Руководитель ВКР осуществляет общее руководство и контроль за ходом выполнения выпускной квалификационной работы.

Основными функциями руководителя ВКР являются:

- разработка индивидуальных заданий: составление задания на

преддипломную практику по изучению объекта практики и сбору материала для выполнения ВКР, составление задания и графика выполнения выпускной квалификационной работы;

— консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения выпускной квалификационной работы: составление плана ВКР, подбор литературы и фактического материала в ходе преддипломной практики;

— постоянный контроль за сроками и ходом выполнения ВКР, своевременностью и качеством написания отдельных глав и разделов работы;

— практическая помощь студенту в подготовке текста доклада и иллюстративного материала к защите;

— принятие решения о готовности ВКР к защите и подтверждение этого соответствующими подписями на составных частях и титульном листе ВКР;

— подготовка письменного отзыва на ВКР.

В обязанности консультанта входит:

— формулировка задания на выполнение соответствующего раздела ВКР по согласованию с руководителем ВКР;

— определение структуры соответствующего раздела ВКР;

— оказание необходимой консультационной помощи студенту при выполнении соответствующего раздела ВКР;

— проверка соответствия объема и содержания раздела ВКР заданию;

— принятие решения о готовности раздела, что подтверждается соответствующими подписями на разделе и титульном листе ВКР.

Выполненная ВКР, подписанная студентом и консультантами проходит процедуру нормоконтроля.

Нормоконтроль – процесс осуществляющий выполнение норм, правил и требований, установленных в стандартах и другой нормативно-технической документации при разработке студентами дипломных работ (проектов). Нормоконтроль дипломных работ (проектов) является завершающим этапом выполнения ВКР.

При обнаружении ошибок, небрежного выполнения работы, отсутствии обязательных подписей, несоблюдении требований нормоконтролер возвращает студенту дипломную работу (проект) на исправление. Без подписи нормоконтролера дипломная работа (проект) к защите не допускаются.

Выполненная ВКР, прошедшая процедуру нормоконтроля представляется руководителю ВКР не позднее, чем за неделю до даты защиты. После изучения содержания работы руководитель оформляет отзыв, при согласии на допуск ВКР к защите, подписывает ее и, вместе со

своим письменным отзывом, представляет на утверждение заведующему отделением.

Заведующий отделением на основании наличия подписанной руководителем, консультантами по разделам ВКР, отзыва руководителя решает вопрос о допуске студента к защите и делает об этом соответствующую запись на титульном листе ВКР.

ВКР подлежат обязательному рецензированию. На рецензию направляется ВКР, рекомендованная к защите. Внесение изменений в ВКР после получения рецензии не допускается.

Студент представляет ВКР, отзыв руководителя и рецензию на отделение не позднее одного рабочего дня до защиты. Представление ВКР в ГЭК организует заведующий отделением.

2 ВЫБОР ТЕМЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выбор темы выпускной квалификационной работы студент должен сделать перед началом преддипломной практики совместно с руководителем ВКР из предлагаемого перечня.

Темы ВКР определяются преподавателями колледжа по возможности совместно со специалистами других образовательных организаций и предприятий, заинтересованных в разработке данных тем.

Тема ВКР может быть предложена студентом при условии обоснования им целесообразности ее разработки.

Обязательным требованием к теме ВКР является соответствие профилю специальности, содержанию одного или нескольких профессиональных модулей. Тема работы должна быть актуальной и отражать конкретные задачи, стоящие перед предприятием, где выполняется выпускная квалификационная работа.

Темы выпускных квалификационных работ по специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) посвящены разработке локальных систем автоматического регулирования, выбору контрольно-измерительных приборов для реализации системы, настройке регулятора.

Темы ВКР по специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) связаны с автоматизацией отдельных узлов сложных промышленных агрегатов в различных производственных структурах. На основе применения ПЭВМ и адаптации известных пакетов прикладных программ, разрабатываются и настраиваются на процесс системы автоматического регулирования для решения различных задач предприятия.

Темы ВКР связаны с разработкой АСУ для различных

организационных систем, систем территориально - административного управления и многих других. Для этой группы объектов автоматизации разрабатываются базы и банки данных, автоматизированные системы для решения отдельных комплексов задач, а также автоматизированных систем управления деятельностью организаций.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

По структуре дипломный проект состоит из текстового документа (пояснительной записки) и графического материала.

Пояснительная записка – текстовая часть ВКР, содержащая пояснения и обоснования проектных решений или результаты научных исследований.

Текстовый документ (ТД) должен включать в указанной последовательности следующие элементы:

- титульный лист;
- задание;
- отзыв руководителя и рецензия;
- содержание;
- введение;
- основную часть (включает разделы в соответствии с утвержденным заданием или более подробной детализацией);
- список использованных источников;
- приложения.

К графическому материалу относятся:

- демонстрационные листы (плакаты);
- электронные презентации;

Демонстрационные листы в виде графиков, фотографий, схем, чертежей являются увеличенными до формата А1 элементами ТД и служат для наглядного представления материала работы при ее публичной защите.

Работа, наряду с бумажным носителем, должна быть полностью представлена руководителю на электронных носителях данных персональных компьютеров.

Объем записки должен составлять не менее 60 страниц печатного текста.

Объем графического материала составляет 3 листа формата А1.

Основная часть ВКР следующую структуру:

Содержание

Введение

- 1.Общая часть
 - 2.Специальная часть
 - 3.Организация производства
 4. Экономика производства
 5. Охрана труда
- Заключение
Список использованных источников
Приложения.

Схематично структура выпускной квалификационной работы представлена в таблице 1

Таблица 1

Стандартные листы, разделы и документы

Стандартные листы (формы) и разделы	Примерный объём раздела (%)
1. Пояснительная записка	75%
Титульный лист.	1%
Задание.	1%
Содержание	1%
Введение	2%
1.Общая часть	14%
2.Специальная часть	30%
3.Организация производства	8%
4. Экономика производства	10%
5. Охрана труда	3%
Заключение	1%
Список использованных источников	2% (не менее 25 источников)
Приложения.	2%
II. Графическая часть дипломного проекта	25% (Чертежи, схемы, рисунки на слайдах)

**4 ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Титульный лист выпускной квалификационной работы (дипломного проекта/работы) является первой страницей работы и оформляется в соответствии с приложением А.

Дипломная работа (проект) выполняется на основе индивидуального задания. Форма задания приведена в приложении Б. Форма задания заполняется рукописным или печатным способом.

Задание составляет руководитель работы (проекта) в соответствии с темой.

Календарный план выполнения работы представлен в приложении В.

Отзыв и рецензия на выпускную квалификационную работу

Руководитель ВКР, после изучения и соответствующей правки, пишет отзыв на ВКР, который заканчивается словами: *«Дипломный проект (дипломная работа) выполнен(а) в соответствии с требованиями, заслуживает оценку... и может быть допущен(а) к защите».*

Оформление отзыва осуществляется в соответствии с приложением Г.

В рецензии на ВКР должны быть освещены следующие вопросы: соответствие работы избранной теме, ее актуальность. В рецензии также отмечаются недостатки работы, если таковые имеются. В заключительной части рецензии дается мнение рецензента о соответствии выпускной квалификационной работы требованиям ГОС/ФГОС СПО, рекомендация ее к защите, общая оценка работы. Рецензия должна быть подписана рецензентом с полным указанием его фамилии, имени, отчества, ученого звания, ученой степени, места работы, занимаемой должности. Оформление рецензии осуществляется в соответствии с приложением Д.

Содержание должно отражать все материалы, помещенные в ТД.

Слово «СОДЕРЖАНИЕ» записывают в виде заголовка, симметрично тексту (выравнивание по центру), прописными буквами. При этом после заголовка каждого из указанных структурных элементов ставят отточие, а затем приводят номер страницы ТД, на которой начинается данный структурный элемент

В содержание включают введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием страниц, с которых начинаются эти элементы ТД.

Пример оформления содержания приведен в приложении Е.

Введение

Введение обязательно должно быть логически связано с темой дипломного проекта. Во Введении следует дать ответ на вопрос о развитии автоматизации производства и значении автоматизации данного процесса.

1 Общая часть

1.1 Характеристика технологического процесса и конструкции агрегата

В данном разделе рассматривается краткий анализ технологического процесса и конструкция агрегата.

1.2 Автоматизация процесса. Задачи управления

Рассматривается процесс как объект управления, какие параметры контролируются и регулируются, возмущающие и управляющие воздействия, сформулировать задачу управления.

1.3 Локальная САР

Указывается назначение САР, описание прохождения сигнала от датчика до исполнительного механизма с указанием типов поборов и видов сигнала, а также представляется функциональную схему локальной САР и ее структурную схему.

2 Специальная часть

В данной части студент должен критически подойти к уже имеющимся типовым решениям, выявить необходимые изменения

2.1 Анализ существующих методов контроля параметра

Надо дать сравнительную характеристику современных методов контроля параметра, указать преимущества и недостатки каждого метода.

2.2 Выбор КИПиА локальной. САР

Надо каждый прибор локальной САР представить в плане:

- назначение и область применения;
 - диапазон измерения;
 - входные и выходные сигналы;
 - питание;
 - потребляемая мощность;
- и др. необходимые характеристики.

2.3 Монтаж системы измерения параметра

Необходимо дать описание монтажа датчика, показывающего

прибора, соединительных линий, сопровождая это соответствующими иллюстрациями.

2.4 Расчет статической характеристики методом наименьших квадратов

Рассчитать статическую характеристику методом наименьших квадратов, представить графически реальную и рассчитанную характеристики на одном графике.

Метод наименьших квадратов необходимо использовать для того, чтобы получить математическое описание статической характеристики оптимизируемого процесса. Под математическим описанием понимается уравнение статической характеристики, полученной экспериментальным путем. Под оптимизацией понимается нахождение параметров системы, которые являются наилучшими для ее функционирования.

С помощью данного метода составляется полином, обычно 4 – ой степени, т.к. уравнение этой степени наиболее точно описывает статическую характеристику, следующего вида:

$$Y(x) = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4.$$

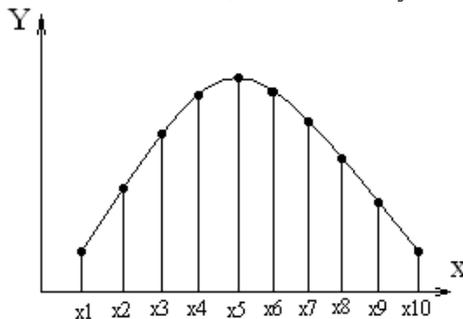
Получение полинома степени выше 4 – ой не имеет смысла, но если степень будет меньше 2 – ой, то это приведет к огромным погрешностям в построении характеристики.

Метод наименьших квадратов применяется только, если статическая характеристика является унимодальной, то есть имеет один экстремум (минимум или максимум).

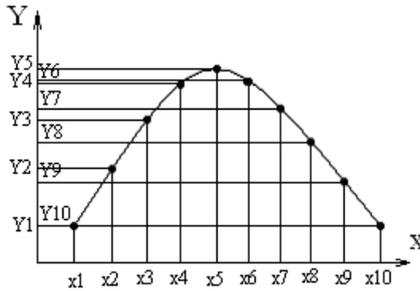
Если вид статической характеристики приближается к виду параболы, то степень полинома можно сокращать до 2 – ой.

Метод наименьших квадратов состоит в следующем:

1) полученная экспериментальным путем статическая характеристика разбивается по оси абсцисс на 10 – 12 участков:



2) каждой координате x_i необходимо найти соответствующую координату Y_i :



3) составляется следующая система уравнений:

$$\sum Y_i = na + b\sum x_i + c\sum x_i^2 + d\sum x_i^3 + e\sum x_i^4,$$

$$\sum X_i Y_i = a\sum x_i + b\sum x_i^2 + c\sum x_i^3 + d\sum x_i^4 + e\sum x_i^5,$$

$$\sum X_i^2 Y_i = a\sum x_i^2 + b\sum x_i^3 + c\sum x_i^4 + d\sum x_i^5 + e\sum x_i^6,$$

$$\sum X_i^3 Y_i = a\sum x_i^3 + b\sum x_i^4 + c\sum x_i^5 + d\sum x_i^6 + e\sum x_i^7,$$

$$\sum X_i^4 Y_i = a\sum x_i^4 + b\sum x_i^5 + c\sum x_i^6 + d\sum x_i^7 + e\sum x_i^8.$$

где n – это количество точек (в рассмотренном примере 10), которые разбивают характеристику на отрезки;

4) заполняется следующая таблица 2:

Таблица 2

N	X_i	Y_i	X_i^2	X_i^3	X_i^4	X_i^5	X_i^6	X_i^7	X_i^8	$X_i Y_i$	$X_i^2 Y_i$	$X_i^3 Y_i$	$X_i^4 Y_i$
1													

2														
3														
4														
5														
.....														
10														
Σ														

5) полученные значения подставляются в систему уравнений, которая решается способом, удобным для пользователя. В конце решения найдем значения коэффициентов a, b, c, d, e , которые подставляются в полином.

2.5 Выбор закона регулирования и проверка системы на устойчивость

Следует пользоваться методическими указаниями по выбору закона регулирования и проверки системы на устойчивость (курсовой проект по МДК.04.01).

Определение динамических характеристик объекта управления

Задается переходный процесс, взятый с производства, в виде графика, изображенного на рисунке 1.

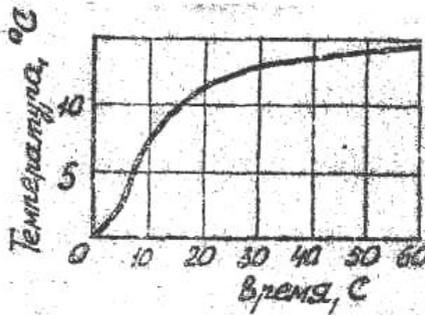


Рисунок 1. Переходный процесс

Нанеся сетку на рисунок 1 и произведя оцифровку точек на графике, заполняется таблица 3 исходных значений и по ним строится переходный процесс (рисунок 2):

Таблица 3

Исходные данные по заданной кривой разгона

Время, с	Температура, °C

По построенному переходному процессу определяются статические и динамические характеристики объекта.

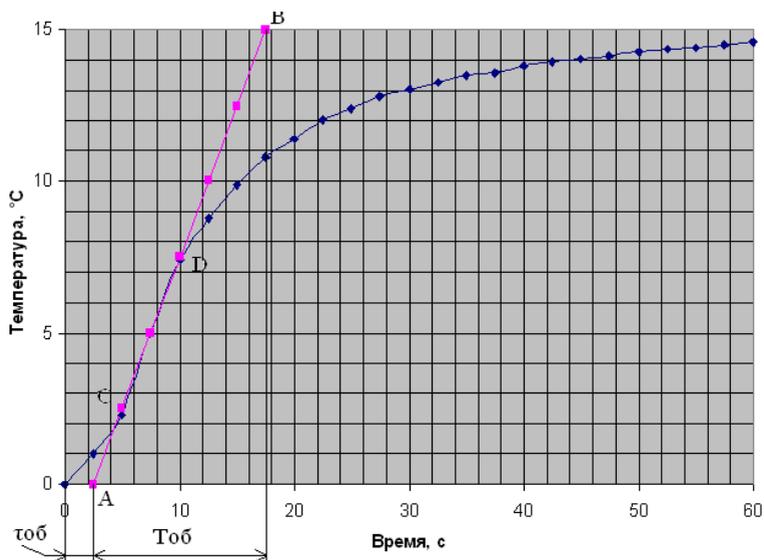


Рисунок 2. График для определения динамических характеристик объекта, построенный по таблице исходных значений.

Постоянная времени будет определяться как разница между абсциссой точки В и точки А. Координаты этих точек находим из уравнения касательной АВ.

Находится уравнение касательной АВ, для этого используется метод наименьших квадратов. Для этого выбираются 3 точки: С ($x_i; y_i$), F($x_i; y_i$) и D ($x_i; y_i$), одновременно принадлежащие касательной и кривой переходного процесса.

По рисунку 2 определяются характеристики объекта:

- коэффициент передачи объекта $k_{об}$;
- постоянная времени $T_{об}$;
- время запаздывания $\tau_{об}$;
- время переходного процесса $t_{пер.пр}$.

Аппроксимация моделью первого порядка

Исходные данные об объекте задаются в виде графика его переходной функции. Предполагается, что у переходной функции отсутствуют колебания, т.е. она имеет качественный вид, показанный на рис. 3.

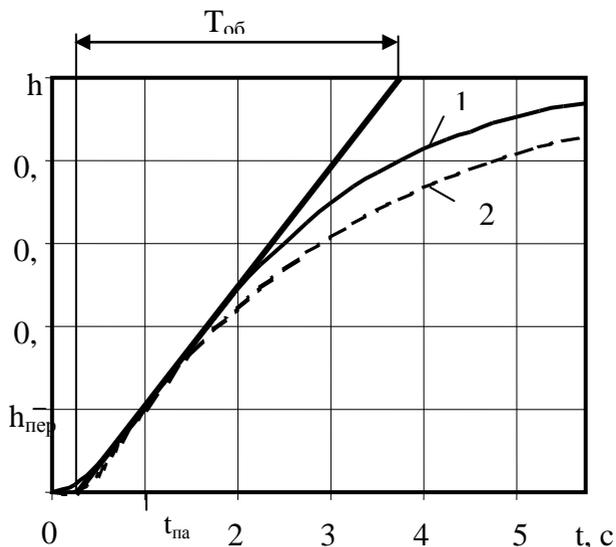


Рисунок 3- Переходная функция объекта:

- 1 – переходный процесс объекта;
- 2 – переходный процесс модели.

Передаточная функция ищется в виде

$$H_M(p) = \frac{k_{об} e^{-\tau_M p}}{T_M + 1}$$

Ей соответствует переходная функция

$$h_M(t) = k_{об} \left(1 - e^{-\frac{(t - \tau_M)}{T_M}} \right) \quad (1)$$

Выбираются следующие два условия приближения переходной функции модели к переходной функции объекта:

1. В точке перегиба переходной функции объекта, значения

переходных функций должны совпадать.

2. В точке перегиба переходной функции объекта, скорость изменения переходной функции объекта должна совпадать со скоростью изменения переходной функции модели.

Эти два условия удовлетворяют следующим образом. Находится точка перегиба переходной функции. Для этого время от начала переходного процесса до его завершения разбивается на 20-30 равных частей, и находятся приращения переходной функции на каждом временном интервале Δt . На отрезке времени, где приращение переходной функции максимально и лежит абсцисса точки перегиба. Если таких интервалов несколько (приращения максимальны и одинаковы), то берётся интервал ближе всего расположенный к началу координат. Выбирается точка в середине найденного интервала и принимается за точку перегиба. Координаты этой точки обозначаются соответственно $t_{пер}$ и $h_{пер}$ (рис. 3). Через точку перегиба проводится касательная к переходной функции и находится точка пересечения касательной с установившимся значением переходной функции и с осью абсцисс. Находится длина отрезка, обозначенного на рис. 3 как $T_{об}$. Установившееся значение переходной функции равно передаточному коэффициенту, т.е. $h(\infty)=k_{об}$. Из графика на рис. 3 находится скорость изменения переходной функции в точке перегиба:

$$\frac{dh(t)}{dt} \Big|_{t=t_{пер}} = \frac{k_{об}}{T_{об}}$$

и значение коэффициента b , как отношение двух отрезков:

$$b = \frac{h_{пер}}{k_{об}}$$

Первое условие соответствия в аналитическом виде будет таким: $h_{пер}=h_m(t_{пер})$; используя его и уравнение (1), получается

$$1 - b = e^{-\frac{(t_{пер} - \tau_m)}{T_m}} \quad (2)$$

Производная для переходной функции модели

$$\frac{dh_M(t)}{dt} = \frac{k_{об}}{T_M} e^{-\frac{(t-\tau_M)}{T_M}}.$$

Используя эту формулу и второе условие соответствия, получают:

$$\frac{k_{об}}{T_{об}} = \frac{k_{об}}{T_M} e^{-\frac{(t_{пер} - \tau_M)}{T_M}}. \quad (3)$$

Из формул (2) и (3) следует первая рабочая формула

$$T_M = T_{об} (1 - b). \quad (4)$$

Подставляя (2) в выражение (3), получают

$$1 - b = e^{-\frac{(t_{пер} - \tau_M)}{T_M}}.$$

Логарифмируя правую и левую части последнего выражения, получают вторую рабочую формулу

$$\tau_M = t_{пер} + T_M \ln(1 - b). \quad (5)$$

Формулы (4) и (5) позволяют получить параметры математической модели. Далее по формуле (1) следует построить переходную функцию модели и сравнить её с переходной функцией объекта. При этом следует иметь в виду, что формулой (1) можно пользоваться, начиная с $t = \tau_M$, а до этого момента принимать $h_M(t) = 0$.

Для расчета можно использовать программу ТАУ-3. Полученная передаточная функция в виде:

$$H_M(p) = \frac{k \cdot e^{-\tau p}}{T_M + 1}$$

задается в программе ТАУ-3 Linsys. Полученный переходный процесс оцифровывается по тому же принципу, что и исходная кривая разгона. И производится построение исходной и аппроксимированной кривых разгона на одном графике для произведения сравнительного анализа.

На рис. 3 переходная функция модели, построенная по формуле (1), показана пунктирным графиком. Графики 1 и 2 рис. 3 показывают, что хорошее совпадение переходных функций имеет место только в окрестности $t=t_{пер}$. Для $t>t_{пер}$ переходная функция модели проходит значительно ниже переходной функции объекта. Чтобы "пригнать" график модели ближе к графику объекта, следует взять более сложную модель.

Аппроксимация моделью второго порядка

Аппроксимация двумя инерционными звеньями первого порядка с разными постоянными времени

Если на графике переходной функции объекта $h_0(t)$ не просматривается характерный для s-образных кривых прямолинейный участок, а сама переходная кривая приближается к установившемуся значению $h_0(\infty)=k_0$ сравнительно медленно, то для аппроксимации можно выбрать передаточную функцию второго порядка с запаздыванием τ_c и различными постоянными времени:

$$H_M(p) = \frac{k_0 \cdot e^{-\tau_c p}}{(T_{o1} p + 1) * (T_{o2} p + 1)}$$

Постоянные времени T_{o1} и T_{o2} определяются по некоторым характерным точкам переходного процесса.

В большинстве случаев модель обеспечивает достаточную точность для практических расчетов, если принять $T_{o1}/T_{o2}=0,5$. При этом постоянные времени T_{o1} и T_{o2} определяют следующим образом: по ординате $h(t_2)=0,63k_0$ экспериментальной переходной характеристики находят момент времени t_2 , отсчитываемый от окончания времени

чистого запаздывания, а затем вычисляют $T_{o2}=0,64t_2$ и $T_{o1}=0,5T_{o2}$. Такая аппроксимация целесообразна, когда $h(0,5 t_2)>0,3k_0$.

Полученная передаточная функция в виде:

$$H_M(p) = \frac{k_{00} e^{-\tau_0 p}}{(T_{o1} p + 1) \cdot (T_{o2} p + 1)}$$

задается в программе ТАУ-3 Linsys. Полученный переходный процесс оцифровывается по тому же принципу, что и исходная кривая разгона. И производится построение исходной кривой разгона и аппроксимированной с различными постоянными времени на одном графике для произведения сравнительного анализа.

Аппроксимация двумя инерционными звеньями первого порядка с одинаковыми постоянными времени

Модель второго порядка с одинаковыми постоянными времени и запаздыванием имеет вид:

$$H_M(p) = \frac{k_o \cdot e^{-p\tau'_o}}{(T_{oi} p + 1)^2},$$

где $T_{oi} = T_o/2,72$;

$$\tau'_o = \tau_o - \tau'_n = \tau_o - 0,107 \cdot T_o.$$

Параметры данной модели однозначно выражаются через параметры T_0 и τ_0 экспериментальной переходной характеристики (рисунк 4).

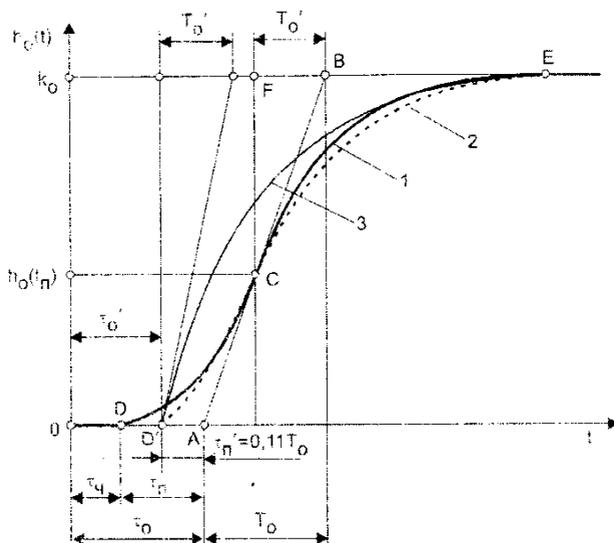


Рисунок 4 - Переходные характеристики реального объекта (кривая 1) и его приближенных моделей второго (кривая 2) и первого (кривая 3) порядков с запаздыванием

Этой передаточной функции соответствует кривая 2, которая начинается в точке D'. Очевидно, что при данном способе аппроксимации почти весь интервал τ_0 должен быть смоделирован как чистое запаздывание, т.е. $\tau_ч = \tau_0'$.

Полученная передаточная функция в виде:

$$H_M(p) = \frac{k_o \cdot e^{-p\tau_0'}}{(T_{oi}p + 1)^2}$$

задается в программе ТАУ-3 Linsys. Полученный переходный процесс оцифровывается по тому же принципу, что и исходная кривая разгона. И производится построение исходной кривой разгона и аппроксимированной с одинаковыми постоянными времени на одном графике для произведения сравнительного анализа.

Определение оптимальной передаточной функции

Критерием выбора выбирается квадратичный интегральный критерий качества, характеризующий суммарную площадь, ограниченную кривой переходного процесса.

Таблица 4
Определение интегральной квадратичной ошибки для различных моделей аппроксимации

Время	Переходные функции объектов и моделей				Вычисление ошибки		
	Исходная	1 пор.	2 п. разл. T	2 п. один. T	1 пор.	2 п. разл. T	2 п. один. T
	Ошибка:				σ_1	σ_{2p}	σ_{2o}

Интегральная квадратичная ошибка вычисляется по формуле:

$$\sigma = \sum_{i=1}^{t_{ПЕР}} (y_i^{аннр} - y_i^{исх})^2.$$

Подсчитывается квадратичная ошибка для каждой модели и объекта: σ_1 , σ_{2o} , σ_{2p} . Рассчитанные квадратичные ошибки сравниваются между собой, и в дальнейших расчетах за объект принимается модель с наименьшей ошибкой.

Расчет настроек регулятора и его выбор

Выбирается типовой переходный процесс апериодическим, окончание переходного процесса при вхождении в зону 0,1% от заданного значения.

Показатель колебательности принимается равным 1,3.

Расчет пропорционально-интегрального регулятора (ПИ-регулятора)

Расчет ПИ-регулятора осуществляется по формуле:

$$W_p(p) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_{up}} \right),$$

где k_p , k_i – коэффициенты соответственно пропорциональной и интегральной частей;

T_i и $T_{из}$ – постоянные времени интегрирования и изодрома.

Для упрощенной типовой модели первого порядка с запаздыванием настроечные параметры регулятора принимают вид:

$$K_p = 0,6 / (k_o \cdot (\tau_o / T_o)) ; T_i = 0,6 T_o.$$

В программе ТАУ-3 Control для объекта задаются параметры выбранной модели, а для регулятора – полученная передаточная функция. Представить график.

По переходному процессу определяются следующие показатели качества:

1) величина перерегулирования σ – это отношение первого максимального отклонения управляемой переменной $y(t)$ от ее установившегося значения $y(\infty)$ к этому установившемуся значению:

$$\sigma = \frac{y_M - y(\infty)}{y(\infty)} \cdot 100 \%$$

2) длительность переходного процесса t_n – интервал времени от момента приложения ступенчатого воздействия до момента, когда переходный процесс вошел в зону $\pm 0,1\%$ от заданного значения.

3) количество колебаний n .

4) коэффициент затухания:

$$\zeta = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \cdot 100 \%$$

Расчет пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора (ПИД-регулятора)

Расчет ПИД-регулятора осуществляется по формуле:

$$W_p(p) = k_n \left(1 + \frac{1}{T_{инт}} + T_{ДП} p \right),$$

где k_n , k_i – коэффициенты соответственно пропорциональной и интегральной частей;

$T_{ин}$ и $T_{инт}$ – постоянные времени интегрирования и изодрома.

Для упрощенной типовой модели с запаздыванием настроечные параметры регулятора принимают вид:

$$K_p = 0,95/k_o \tau_o / T_o; T_{ин} = 2,4 \tau_o; T_{д} = 0,4 \tau_o.$$

В программе ТАУ-3 Control для объекта задаются параметры выбранной модели, а для регулятора – полученная передаточная функция. Представить график.

По переходному процессу определяются следующие показатели качества:

1) величина перерегулирования σ - это отношение первого максимального отклонения управляемой переменной $y(t)$ от ее установившегося значения $y(\infty)$ к этому установившемуся значению:

$$\sigma = \frac{y_M - y(\infty)}{y(\infty)} \cdot 100 \%,$$

2) длительность переходного процесса t_n – интервал времени от момента приложения ступенчатого воздействия до момента, когда переходный процесс вошел в зону $\pm 0,1\%$ от заданного значения.

3) количество колебаний n .

4) коэффициент затухания:

$$\zeta = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \cdot 100 \%,$$

Выбор регулятора

Выбор регулятора по прямым показателям качества

Таблица 5

Сравнительная таблица для разных типов регуляторов

Регулятор/ Параметр	Перерегулирование σ , %	Время переходного процесса $t_{пер}$, с	Затуха- ние ξ , %	Число колебан- ий переход- ного процесс- а n
ПИ- регулятор				
ПИД- регулятор				

Выбор регулятора по частотным показателям качества

В программе ТАУ-3 Control для системы с полученными параметрами при помощи функции критерия Найквиста строятся годографы АФЧХ и определяются запасы устойчивости по фазе γ и по модулю a для каждой модели регуляторов (рисунок 5). Представить график.

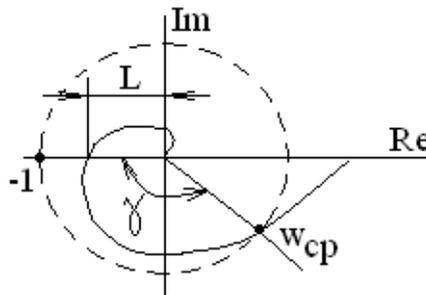


Рисунок 5 - Определение частотных показателей качества системы

Для нормально работающей системы запас устойчивости по фазе γ составляет $30 - 40^\circ$.

Запасы устойчивости по модулю a показывает, во сколько раз можно увеличить текущее k_p , чтобы выйти на границу устойчивости.
 $a = 1/L$.

ω_{cp} – это частота среза. При данной частоте амплитуда входного сигнала равна амплитуде выходного сигнала.

Таблица 6

Сравнительная таблица для разных моделей регуляторов

Регулятор/ Параметр	Запас по модулю	Запас по фазе, °	Частота среза, рад/с
ПИ-регулятор			
ПИД-регулятор			

По результатам двух сравнительных анализов выбирается наилучший регулятор, который будет использоваться при дальнейшем исследовании САР.

Исследование системы автоматического регулирования

Изучение поведения системы при воздействии помех (f)

В программе ТАУ-3 Control на вход САР с выбранными ранее параметрами объекта и регулятора подается импульсное воздействие в виде $f(t) = a$ при $t < t_1$ и $f(t) = 0$ при $t > t_1$. Исследовать влияние на работу САР величины параметров a и t_1 . Представить полученные переходные процессы $y(t)$. Сделать вывод о помехоустойчивости системы.

Изучение поведения системы при возмущающих воздействиях

Возмущение по каналу измерения (z)

В программе ТАУ-3 Control на вход САР с выбранными ранее параметрами объекта и регулятора подается возмущающее воздействие в виде $f(t) = a$ при $t < t_1$ и $f(t) = 0$ при $t > t_1$ ($a = 0,025$ и $t = 10$). Исследовать влияние на работу САР величины параметра t . Представить полученные переходные процессы $y(t)$. Сделать вывод.

Возмущение по нагрузке (g)

В программе ТАУ-3 Control на вход САР с выбранными ранее параметрами объекта и регулятора подается возмущающее воздействие в виде $f(t) = a$ при $t < t_1$ и $f(t) = 0$ при $t > t_1$ ($a = 0,5$ и $\tau t = 10$). Исследовать влияние на работу САР величины параметра t . Представить полученные

переходные процессы $y(t)$. Сделать вывод.

Возмущение по управляющему воздействию (v)

В программе ТАУ-3 Control на вход САР с выбранными ранее параметрами объекта и регулятора подается возмущающее воздействие в виде $f(t) = a$ при $t < t_1$ и $f(t) = 0$ при $t > t_1$ ($a = 0,5$ и $\tau t = 10$). Исследовать влияние на работу САР величины параметра t . Представить полученные переходные процессы $y(t)$. Сделать вывод.

3 Организация производства

При разработке вопросов разделов "Организация производства" и "Экономики производства" необходимо пользоваться специальной литературой, указанной в задании на дипломный проект и методическими указаниями по экономике, организации и планированию производства.

3.1 Должностные обязанности слесаря КИПиА

Описать должностные обязанности и права слесаря контрольно-измерительных приборов и автоматики.

3.2 Расчет штата работающих

Для расчета раздела № 2 необходимы документы: «Штатное расписание» и «Тарифные сетки и ставки», которые берутся на предприятии с практики.

Все рабочие по их роли в производстве подразделяются на производственных рабочих (ПР), содержащих оборудование (СО), рабочих, занятых текущими ремонтами (ТР) и вспомогательных рабочих (ВС).

Планирование численности рабочих производится на основе штатного расписания, в котором определяется профессиональный, квалификационный и расстановочный состав рабочих.

В плане по труду рассчитывают суточный и полный списочный состав.

Расстановочный штат ($Чр$) – количество рабочих, которое необходимо для непрерывной работы на участке в течение смены (определяется из штатного расписания по цеховым данным).

Суточный штат ($Чс$) – количество рабочих, которое необходимо для бесперебойной работы на участке в течение суток (с учетом штата, необходимого на подмену в выходные дни).

Полный списочный состав (Чп) – складывается из суточного штата и резерва на подмену временно отсутствующих, то есть отпусков, больных и выполняющих общественные и государственные обязанности.

Рабочее время регулируется при помощи графиков. В настоящее время на предприятиях черной металлургии существует 5 графиков и 5 бригад.

При непрерывном производстве:

График № 1: трехсменный, четырех бригадный. Работают 4 смены по 8 часов, затем на выходные – 48 часов. График непрерывный и ненормальный.

График № 2: двухсменный, четырех бригадный, железнодорожный. Работают 2 смены по 12 часов, затем на выходные – 48 часов. График непрерывный и ненормальный.

График № 3: трехсменный, четырех бригадный. Работают 4 смены по 7 часов 40 минут, затем на выходные - 48 часов. График непрерывный и ненормальный.

При прерывном производстве:

График № 4: односменный, одно бригадный. Работают 5 дней по 7 часов, в субботу 5 часов, предпраздничные смены на 1 час короче, воскресенье – выходной. График нормальный.

График № 5: односменный, одно бригадный. Работают 5 дней по 8 часов, перед праздниками по 7 часов, суббота и воскресенье – выходные дни. График нормальный.

Пояснения к расчетам.

1. Определяем суточный штат (Чс), чел.

$$Чс = Чр \cdot Кбр, \quad (1)$$

где Кбр – количество бригад по данному графику работы;

2. Определяем полный списочный состав (Чп), чел.

$$Чп = Чс \cdot Кс, \quad (2)$$

где K_c – коэффициент списочности

$$K_c = \frac{100 + a}{100}, \quad (3)$$

где a - % резервных рабочих на подмену

$$a = \frac{O + B + ОГО}{D} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где O – количество отпускных дней на 1 рабочего;

B – количество больничных дней на 1 рабочего;

$ОГО$ – количество дней на выполнение общественных и государственных обязанностей одним рабочим.

D – количество дней выходов на работу в течение года по данному графику.

Для графиков № 1 и 3 $D = 274$ дня;

Для графика № 2 $D = 183$ дня;

Для графика № 5 $D = 249$ дней.

3. Определяем резерв на подмену временно отсутствующих (РП), чел.

$$РП = Ч_n - Ч_c \quad (5)$$

Полученные расчеты заносим в таблицу «Штатная ведомость».

3.3 Расчет планового фонда заработной платы работающих

Расчет фонда заработной платы производится на основании: принятой системы оплаты труда и положения о премировании и доплатах; графиков работы.

Фонд заработной платы – это сумма денежных средств, выплачиваемых рабочим в соответствии с затраченным трудом в течение планового периода. Фонд заработной платы складывается из фондов основной и дополнительной заработной платы.

Фонд основной заработной платы – это плата за время работы: по тарифу, производственная премия, приработок сельщика, доплаты (за работу в ночь, праздники, за переработку по графику, вредность, стаж, по районному коэффициенту).

Фонд дополнительной заработной платы – плата за время не связанное с выполнением работы: оплата отпусков, выполнение государственных и общественных обязанностей.

Пояснения к расчету

1. Определяем заработок по тарифу, Z_t , руб.

$$Z_t = T_{ст} \cdot V, \quad (6)$$

где $T_{ст}$ - тарифная ставка i разряда, руб.

V - отработанное время, час.

а) для непрерывных графиков работы (1, 2 и 3):

$$V = \frac{V_k \cdot c_m}{br} \cdot D_{cm}, \quad (7)$$

где V_k - календарное время, дн.;

c_m – количество смен по данному графику работы;

br – количество бригад по данному графику работы;

D_{cm} - длительность смены, час.

б) для прерывных графиков работы (4 и 5):

$$V = (V_k - V_v - V_p) \cdot D_{cm} - V_{пп} \cdot 1, \quad (8)$$

где V_v - выходные дни;

V_p - праздничные дни;

$V_{пп}$ – предпраздничные дни

2. Определяем сумму производственной премии, Π , руб.

$$\Pi = \frac{Z_t \cdot a}{100}, \quad (9)$$

где а - % премии на участке

3. Определяем доплату по уральскому коэффициенту, Z_y , руб.

$$Z_y = \frac{(3m + \Pi) \cdot Y}{100}, \quad (10)$$

где Y - уральский коэффициент – 15%.

4. Определяем доплату за работу в праздничные дни, Z_n , руб.

$$Z_n = T_{cm} \cdot Bn_q, \quad (11)$$

где Bn_q – количество праздничных часов

$$Bn_q = \frac{Bn \cdot cm}{бр} \cdot Dcm, \quad (12)$$

где Bn – праздничные дни

5. Определяем доплату за работу в ночь, Z_n , руб.

$$Z_n = T_{cm} \cdot Bn \cdot 0,6, \quad (13)$$

где Bn – количество ночных часов

$$Bn = \frac{B}{3} \quad (14)$$

6. Определяем доплату за инструктаж, Z_i , руб.

$$Z_i = \frac{3m \cdot i}{100}, \quad (15)$$

где i - % доплаты за инструктаж

7. Определяем доплату за вредные условия труда, Z_v , руб.

$$Зв = \frac{Зт \cdot в}{100}, \quad (16)$$

где в - % доплаты за вредность

8. Определяем доплату за стаж, Зс, руб.

$$Зс = \frac{Зт \cdot с}{100}, \quad (17)$$

где с - % доплаты за стаж: от 1-3 лет – 5%;
 3-5 лет – 10%;
 5-10 лет - 15%;
 свыше 10 лет – 20%.

9. Определяем фонд основной заработной платы, Зо, руб.

$$Зо = Зт + П + Зу + Зп + Зн + Зи + Зв + Зс \quad (18)$$

10. Определяем фонд дополнительной заработной платы, Зд, руб.

$$Зд = \frac{Зт \cdot д}{100}, \quad (19)$$

где д - % доплаты за дополнительный заработок – 13,7%

11. Определяем весь фонд заработной платы, Зф, руб.

$$Зф = Зо + Zd \quad (20)$$

12. Определяем среднемесячную заработную плату рабочего, Зм, руб.

$$Зм = \frac{Зф}{М}, \quad (21)$$

где М – количество месяцев в периоде.

Полученные расчеты заносим в таблицу «План по труду».

4 Экономика производства

4.1 Расчет сметной стоимости

Для расчета сметы капитальных затрат необходимо знать стоимость проектируемого оборудования.

Смета – это группировка предстоящих плановых затрат предприятия на производство и реализацию продукции, а также работ и услуг по экономически однородным статьям затрат на определенный период времени.

Смета капитальных затрат складывается из трех разделов:

- 1.Стоимости оборудования;
- 2.Стоимости монтажных работ;
- 3.Стоимости плановых накоплений и неучтенного оборудования.

1. Расчет стоимости оборудования.

Таблица 7 – Заявочная ведомость на оборудование

№ п\п	Наименование оборудования	Кол.-во	Стоимость оборудования, руб.\шт.	Стоимость монтажа, руб.\шт.	Основная з/пл при монтаже, руб.\шт.	Прямые затраты на эксплуатацию, руб.\шт.
	ИТОГО					

Капитальные затраты на оборудование складываются из следующих расходов:

- 1) общей стоимости оборудования (данные берутся на предприятии)
- 2) затрат на тару, упаковку и транспортировку, они составляют 10,2% от общей стоимости оборудования.
- 3) затрат на комплектацию, они составляют 1% от общей стоимости оборудования.

4) затрат на запасные части для ремонта, они составляют 2% от общей стоимости оборудования.

Всего по 1 разделу: суммируем общую стоимость оборудования, транспортно-заготовительные затраты, затраты на комплектацию и затраты на запасные части для ремонта.

2. Расчет стоимости монтажных работ.

Монтажные работы складываются из следующих расходов:

1) стоимости монтажных работ, которая составляет 30% от общей стоимости оборудования;

2) затрат на основную заработную плату при монтаже оборудования с учетом поправочного коэффициента – 60%;

3) прямых затрат на эксплуатацию оборудования с учетом поправочного коэффициента – 10%.

Всего по 2 разделу: суммируем стоимость монтажных работ, затрат на основную зарплату при монтаже и прямых затрат на эксплуатацию с учетом поправочных коэффициентов.

3. Расчет стоимости плановых накоплений и неучтенного оборудования.

1) стоимость плановых накоплений учитывается в размере 8% от общей стоимости монтажных работ (всего по 2 разделу);

2) стоимость неучтенного оборудования и материалов учитывается в размере 12% от общей стоимости оборудования и общей стоимости монтажных работ (всего по 1 и 2 разделам).

3) стоимость резервного оборудования учитывается в размере 14% от общей стоимости оборудования (всего по 1 разделу).

Всего по 3 разделу: суммируем стоимость плановых накоплений, стоимость неучтенного оборудования и стоимость резервного оборудования.

Всего по смете: суммируем итоги трех разделов (всего по 1, 2 и 3 разделам)

Все расчеты заносим в таблицу 8 – «Смета капитальных затрат».

Таблица 8 – Смета капитальных затрат

Наименование	КО ДИ	Сметная стоимость(руб)
--------------	----------	------------------------

оборудования		единицы				общая			
		оборудования	монтажа	Основной зарплаты	Прямых затрат на эксплуатацию	оборудование	монтажа	Основной зарплаты	Прямых затрат на эксплуатацию
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Оборудование									
			-	-	-		-	-	-
			-	-	-		-	-	-
			-	-	-		-	-	-
Всего:			-	-	-		-	-	-
Транспортно-заготов.расходы	-	-	-	-	-		-	-	-
Затраты на комплектацию	-	-	-	-	-		-	-	-
Затраты на зап.части.	-	-	-	-	-		-	-	-
Всего по 1 разделу:	-	-	-	-	-		-	-	-
2. Монтажные работы									
			-				-		
			-				-		
Всего:			-				-		

Корректир: 60%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего по 2 разделу:	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Плановые накопления и неучтенное оборудование.									
Плановые накопления	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Неучтенное оборудование	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Резервное оборудование	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего по 3 разделу:	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего по смете:	-	--	-	--	--	-	-	-	-

4.2 Расчет себестоимости продукции

Для расчета раздела № 4 необходима калькуляция себестоимости продукции, которая берется на предприятии с практики.

Себестоимость продукции – это затраты предприятия на производство и реализацию продукции.

Виды себестоимости:

1) Цеховая себестоимость – включает в себя заданное в производство и расходы по переделу;

2) Производственная себестоимость – включает в себя цеховую себестоимость общезаводские расходы (расходы, связанные с организацией и управлением производством).

3) Полная себестоимость – включает в себя производственную себестоимость и коммерческие расходы (расходы, связанные с транспортировкой продукции, содержанием склада готовых изделий, упаковкой продукции).

Статьи калькуляции:

1. Заданное в производство (сырье, материалы, полуфабрикаты).
2. Отходы и брак.

3. Расходы по переделу:
 - Топливо технологическое;
 - Энергетические затраты (расходы электроэнергии, пара, воды, сжатого воздуха, кислорода);
 - Основная заработная плата производственных рабочих;
 - Дополнительная заработная плата производственных рабочих
 - Отчисления на социальное страхование;
 - Сменное оборудование, инструмент и малоценный инвентарь;
 - Текущий ремонт и содержание основных средств;
 - Работа транспортных цехов (затраты на передвижение грузов, погрузку и выгрузку их);
 - Амортизация основных средств (возмещение износа основных средств, путем перенесения их стоимости на себестоимость производимой продукции);
 - Прочие расходы цеха (расходы по организации, управлению и обслуживанию производства, расходы по охране труда);
4. Расходы на подготовку и освоение производства (расходы на освоение новых предприятий, производств, цехов, агрегатов);
5. Прочие производственные расходы (включают содержание и текущие ремонты общезаводских зданий, сооружений, инвентаря);
6. Общезаводские расходы (расходы на организацию управления предприятием, содержание общезаводского хозяйства, общее обслуживание цехов завода);
7. Коммерческие расходы (включают транспортные расходы по сбыту готовой продукции).

1. Определяем цеховую себестоимость:

$C_c = \text{Итого задано за вычетом отходов и брака} + \text{Итого расходов по переделу};$

2. Определяем производственную себестоимость:

$P_c = C_c + \text{Общезаводские расходы};$

3. Определяем полную себестоимость:

$P = P_c + \text{Коммерческие расходы}.$

Таблица 9 – Структура себестоимости продукции

Статьи затрат	По плану		По факту	
	Сумма, руб.	%	Сумма, руб.	%
1. Заданное				
2. Отходы и брак				
3. Расходы по переделу				
Цеховая себестоимость				
4. Общезаводские расходы				
Производственная себестоимость				

Таблица 10 – Структура расходов по переделу

Статьи затрат	По плану		По факту	
	Сумма, руб.	%	Сумма, руб.	%
1. Технологическое топливо				
2. Энергетические затраты				
3. Основная зарплата				
4. Дополнительная зарплата				
5. Отчисления на соц.страхование				
6. Сменное оборудование				
7. Текущий ремонт				
8. Амортизация				
9. Работа транспортных цехов				
10. Прочие расходы по цеху				
Итого расходов по переделу				

4.3 Расчет экономической эффективности САР

Внедрение нового мероприятия позволит увеличить годовой

выпуск продукции, что приведет к снижению себестоимости 1 тонны продукции за счет экономии на условно-постоянных расходах.

Таблица 11 – Расходы по переделу

Статьи затрат	Затраты на 1 т. до внедрения мероприятия, руб.	Доля условно-постоянных расходов, %	Затраты на 1 т. после внедрения мероприятия, руб.
1. Технологическое топливо			
2. Энергетические затраты			
3. Основная зарплата			
4. Дополнительная зарплата			
5. Отчисления на соц. страхование			
6. Сменное оборудование			
7. Текущий ремонт и содержание основных средств			
8. Амортизация			
9. Работа транспортных цехов			
10. Прочие расходы по цеху			
Итого расходов по переделу:		-	

Пояснения к расчетам:

1. Определяем годовой выпуск продукции после внедрения мероприятия

(Q_2 , тонн)

$$Q_2 = Q_1 + \frac{Q_1 \cdot \%}{100}, \quad (22)$$

где Q_1 - годовой выпуск продукции в существующих условиях, тонн.

2. Определяем коэффициент увеличения выпуска продукции, β

$$\beta = \frac{Q_2}{Q_1}, \quad (23)$$

3. Определяем затраты по статье калькуляции после внедрения мероприятия

(S_2 , руб.)

$$S_2 = S_1 \cdot \left(1 - \alpha + \frac{\alpha}{\beta}\right), \quad (24)$$

где S_1 - затраты по статье калькуляции в существующих условиях, руб.

4. Определяем экономию по статьям калькуляции (ΔS , руб.)

$$\Sigma \Delta S = S_1 - S_2 \quad (25)$$

5. Определяем годовую сумму экономии на условно-постоянных расходах ($\Sigma \Delta S$, руб.)

$$\Sigma \Delta S = \Sigma \Delta S \cdot Q_2 \quad (26)$$

6. Определяем срок окупаемости капитальных затрат (T , год.)

$$T = \frac{K}{\Sigma \Delta S}, \quad (27)$$

где K – капитальные затраты на проведение мероприятия, руб. (берется из сметы капитальных затрат)

Технико–экономические показатели работы цеха

Таблица 12 – Техничко-экономические показатели работы цеха.

№ п\п	Наименование показателей	Величина
1.	Годовой выпуск продукции - до внедрения мероприятия, тыс.тонн - после внедрения мероприятия, тыс.тонн.	
2.	Среднесписочная численность рабочих, чел.	
3.	Среднемесячная заработная плата рабочих, руб.	
4.	Себестоимость - до внедрения мероприятия, руб. - после внедрения мероприятия, руб.	
5.	Годовая сумма экономии на условно-постоянных расходах, тыс.руб.	
6.	Сумма капитальных затрат, тыс.руб.	
7.	Срок окупаемости капитальных затрат, год	

5 Экология и охрана труда

5.1 Анализ опасностей и вредностей на проектируемом объекте

Производится анализ вредных факторов, влияющих на человека в процессе работы.

5.2 Обеспечение безопасности труда

Рассматриваются меры по обеспечению охраны труда.

5.3 Охрана окружающей среды

В данном разделе необходимо описать охрану окружающей среды в условиях цеха (см. цеховые инструкции)

5.4 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций

Рассматриваются мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных и опасных ситуаций.

5 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

5.1 Оформление пояснительной записки

1 Требования к оформлению текста дипломной работы (проекта)

1.1 Общие требования

1.1.1 Пояснительная записка ДР (ДП) должна быть оформлена в печатном виде и сброшюрована. Объем ТД должен составлять не более 120 страниц.

1.1.2 Оформление ТД выполняют в соответствии с требованиями стандарта СМК-О-СМГТУ-36-07 и ГОСТ 2.105. Страницы ТД, включая иллюстрации и таблицы, должны соответствовать формату А4 (210x297 мм) по ГОСТ 9327. Текст должен быть выполнен с одной стороны листа белой бумаги печатным способом на печатающих или графических устройствах вывода ЭВМ (компьютерная распечатка). Распечатка выполняется через 1 или 1,5 интервал, основной шрифт Times New Roman или Arial, предпочтительный размер шрифта 12, цвет – черный.

1.1.3 Иллюстрации, таблицы, схемы допускается выполнять на листах формата А3. При этом лист должен быть сложен в формат А4 «гармоникой» по ГОСТ 2.501 и учитывается как один.

1.1.4 Текст пояснительной записки следует выполнять, соблюдая размеры полей: левое – 20 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, абзацный отступ – 10 мм.

1.1.5 Опечатки, описки, графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения пояснительной записки, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста машинописным способом или черными чернилами – рукописным способом. Повреждение листов ТД, помарки и следы не полностью удаленного текста не допускаются.

1.2 Построение текста пояснительной записки

1.2.1 Текст пояснительной записки следует делить на разделы, подразделы, пункты. Пункты, при необходимости, могут быть разделены на подпункты.

1.2.2 Каждый раздел текста рекомендуется начинать с новой страницы.

1.2.3 Разделы должны иметь порядковые номера в пределах ТД, обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела, пункты – в пределах подраздела, подпункты – в пределах пункта.

Пример – 1, 2, 3 и т.д.

1.2.4 Если раздел или подраздел состоит, соответственно, из одного подраздела или пункта, то этот подраздел или пункт нумеровать не следует. Точка в конце номеров разделов, подразделов, пунктов, подпунктов не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Примеры

1 Общая часть

1.1..... } **Нумерация подразделов первого раздела**

1.2..... }

2 Специальная часть

2.1 } **Нумерация подразделов второго раздела**

2.2..... }

2.3..... }

2.3.1..... } **Нумерация пунктов третьего подраздела**

2.3.2..... } **второго раздела**

1.2.5 Количество номеров в нумерации структурных элементов документов не должно превышать четырех.

1.2.6 Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

1.2.7 Перед каждым перечислением следует ставить дефис или, при необходимости, ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву (за исключением ё, з, о, г, ь, й, ы, ъ), после которой ставится скобка. Для дальнейшей, детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых, ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример – Для всех медицинских изделий установлены следующие дополнительные требования:

~~5~~ а) проведение контроля окружающей среды, который осуществляют в следующих случаях:

- ~~5~~ 1) при поставке стерильных изделий;
2) при поставке нестерильных изделий, которые стерилизуются перед использованием;

3) когда микробиологическая и/или макробиологическая чистота имеет значение при эксплуатации изделий;

б) установление поставщиком и соблюдение им требований к чистоте следующих изделий:

1) предварительно очищенных до стерилизации и/или использования;

- 2) поставляемых нестерильными, но подлежащими предстерилизационной очистке;*
- 3) предназначенных для использования нестерильными;*
- в) установление поставщиком требований по обслуживанию, если это может повлиять на качество изделия.*

1.2.8 Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

1.3 Заголовки

1.3.1 Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты заголовков могут не иметь. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов, пунктов.

1.3.2 Каждый раздел пояснительной записки рекомендуется начинать с нового листа. Не допускается помещать на странице заголовков раздела, подраздела без относящейся к ним текстовой части.

1.3.3 Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует начинать с абзацного отступа, с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая. В начале заголовка помещают номер соответствующего раздела, подраздела, либо пункта. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

1.3.4 Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно удвоенному межстрочному расстоянию; между заголовками раздела и подраздела – одному межстрочному расстоянию (приложение Е).

1.4 Требования к тексту пояснительной записки

1.4.1 В ТД должны применяться термины, обозначения и определения, установленные стандартами по соответствующему направлению науки, техники и технологии, а при их отсутствии - общепринятые в научно-технической литературе.

1.4.2 В ТД не допускается:

- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять индексы стандартов (ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ и т.п.), технических условий (ТУ), строительных норм и правил (СНиП) и других документов без регистрационного номера;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами, а также в данном документе;

– сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

1.4.3 В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

– применять математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);

– применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»).

– применять без числовых значений математические знаки, например > (больше), < (меньше), = (равно), а также знаки № (номер), % (процент).

1.4.4 Если в документе приводятся поясняющие надписи, наносимые непосредственно на изготавливаемое изделие (например на планки, таблички к элементам управления и т.п.), их выделяют шрифтом (без кавычек), например ВКЛ., ОТКЛ., или кавычками – если надпись состоит из цифр и (или) знаков.

1.4.5 Наименования команд, режимов, сигналов и т.п. в тексте следует выделять кавычками, например, «Сигнал +27 включено».

1.4.6 Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316.

1.4.7 В документе следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417.

1.4.8 В тексте документа числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами.

Примеры

Провести испытания пяти труб, каждая длиной 5 м.

Отобрать 15 труб для испытаний на давление.

1.4.9 Единица физической величины одного и того же параметра в пределах одного документа должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения.

Пример – 1,50; 1,75; 2,00 м.

1.4.10 Если в тексте документа приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона.

Примеры

- *от 1 до 5 мм;*
- *от 10 до 100 кг;*
- *от плюс 10 до минус 40 °С;*
- *от плюс 10 до плюс 40 °С.*

1.4.11 Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы). Между последней цифрой числа и обозначением единицы оставляют пробел.

Примеры

- 100 кВт;*
- 80 %;*
- 20 °С.*

1.4.12 Исключения составляют обозначения в виде знака, поднятого над строкой, перед которыми пробел не оставляют.

Пример – 20°

1.4.13 При указании значений величин с предельными отклонениями числовые значения с предельными отклонениями заключают в скобки и обозначения единиц помещают за скобками или проставляют обозначение единицы за числовым значением величины и за ее предельным отклонением.

Примеры

- (100,0 ± 0,1) кг;*
- 50 г ± 1 г.*

1.4.14 Числовые значения величин в тексте следует указывать со степенью точности, которая необходима для обеспечения требуемых свойств изделия, при этом в ряду величин осуществляется выравнивание числа знаков после запятой.

1.4.15 Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах. При невозможности

выразить числовое значение в виде десятичной дроби, допускается записывать в виде простой дроби в одну строчку через косую черту.

Пример – $5/32$; $(50A - 4C)/(40B + 20)$.

1.4.16 Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, отделяют точками на средней линии как знаками умножения. Не допускается использовать для этой цели символ «×».

Примеры

Н·м; А·м²; Па·с.

1.5 Построение таблиц

1.5.1 Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей и, как правило, оформляются в соответствии с рисунком 1.

1.5.2 Таблица помещается в тексте сразу же за первым упоминанием о ней или на следующей странице. Расстояние между таблицей и текстом должно быть равно удвоенному межстрочному расстоянию.

1.5.3 Таблицы, за исключением приведенных в приложении, нумеруются в пределах каждого раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы в пределах раздела, разделенных точкой. Допускается сквозная нумерация таблиц арабскими цифрами по всему ТД. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

1.5.4 Если в тексте одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

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

1.5.6 Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы помещают над таблицей после ее номера через тире, с прописной буквы (остальные строчные), без абзацного отступа. Надпись «Таблица...» пишется над левым верхним углом таблицы и выполняется строчными буквами (кроме первой прописной) без подчеркивания.

1.5.7 Заголовки граф таблицы выполняют с прописных букв, а подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописной – если они самостоятельные. В конце заголовка и подзаголовка знаки препинания не ставятся. Заголовки указываются в единственном числе. Допускается применять размер

шрифта в таблице меньший, чем в тексте. При этом высота букв и цифр должна быть не менее 8 шрифта. Диагональное деление головки таблицы не допускается.

1.5.8 Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

1.5.9 Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу заголовок помещают только перед первой частью таблицы, над другими частями справа пишется слово «Продолжение» и указывается порядковый номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 2.7». Нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

1.5.10 Если строки и графы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется головка, во втором случае – боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

1.5.11 Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием.

1.5.12 Если цифровые данные в пределах графы таблицы выражены в одних единицах физической величины, то они указываются в заголовке каждой графы в соответствии с рисунком 5. Включать в таблицу отдельную графу «Единицы измерений» не допускается.

1.5.13 Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями, установленными ГОСТ 2.321, или другими обозначениями, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях, например D – диаметр, H – высота, L – длина.

1.5.14 Обозначение единицы физической величины, общей, для всех данных в строке, следует выносить в боковик таблицы.

1.5.15 Слова «более», «не более», «менее», «не менее», «в пределах» и другие ограничительные слова следует помещать в боковике таблицы рядом с наименованием соответствующего параметра, после обозначения единицы физической величины и отделять запятой.

1.5.16 Повторяющийся в графе таблицы текст, состоящий из одного слова, допускается заменять кавычками, если строки в таблице не разделены линиями. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же» и далее кавычками.

1.5.17 Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов не допускается.

1.5.18 При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

1.6 Формулы

1.6.1 Формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки.

1.6.2 Формулы должны приводиться в общем виде с расшифровкой входящих в них буквенных значений. Буквы греческого, латинского алфавитов и цифры следует выполнять с помощью компьютерного набора курсивом или чертежным шрифтом в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Высота букв и цифр должна быть в пределах 5-7 мм.

1.6.3 Если уравнение или формула не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (\cdot), деления ($:$), или других математических знаков, причем этот знак повторяют в начале следующей строки. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак « \times ».

Пример –

$$(\sqrt{a+b} + \sqrt[3]{a} + \sqrt[3]{ab} - 0,5a + 2b)(a - v)(\sqrt{a - v} - 3c) + 5c + 2av - 4c\sqrt[3]{(a - c)(c + v)} \times \\ \times c - 5av = 3avc, \quad (5.1)$$

где a, v, c – коэффициенты.

1.6.4 Расчёты, приводимые в пояснительной записке должны сопровождаться необходимыми пояснениями хода решений. При выполнении расчётов необходимо сначала посередине строки написать формулу (приложение Ж). В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные стандартами. Пояснение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле.

1.6.5 Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример – Максимальное напряжение при изгибе σ , H/m^2 , вычисляют по формуле (1):

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x}, \quad (1)$$

где M_x – изгибающий момент, $H\cdot m$;

W_x – осевой момент сопротивления сечения, m^3 .

1.6.6 Затем в формулу подставляют числовые значения. Промежуточных расчётов производить не следует.

Пример –

$$\sigma = \frac{138 \cdot 10^6}{10^6} = 138 \text{ H} / \text{m}^2$$

1.6.7 Нумерация формул в пояснительной записке, за исключением приложения, должна быть сквозная, в случае если в тексте встречается не более 10 формул. Номера обозначают арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках.

1.6.8 Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в пределах раздела, разделенных точкой.

Примеры

(2.10) – десятая формула второго раздела;

(B.1) – первая формула, помещенная в Приложение B.

1.6.9 Формулы, помещаемые в приложениях, обозначают отдельной нумерацией, арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения.

1.6.10 Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках.

Примеры

в формуле (4.2), в формулах (4.3)-(4.5).

1.6.11 Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, отделяют запятой.

Пример –

$$TC = VC + FC, \quad (6.4)$$

$$P_n = (П + (C \cdot V)) \cdot 100 \%, \quad (6.5)$$

где *TC* – общие затраты, руб.;

VC – постоянные затраты, руб.;

FC – переменные затраты, руб.;

P_n – рентабельность продукции, %;

П – прибыль от реализации продукции, руб.;

C – себестоимость продукции, руб.;

V – объем производства, л.

1.6.12 Помещать обозначение единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимости между величинами, не допускается.

Примеры

Неправильно:

$$R = \frac{U}{I} \text{ Ом}$$

Правильно:

$$R = \frac{U}{I},$$

где *R* – электрическое сопротивление, Ом;

I – сила тока, А;

U – напряжение, В.

$$R = \frac{125}{16 \cdot 10^{-3}} = 7,8 \text{ кОм}$$

1.6.13 Расчёты следует проводить в системе СИ. Основные единицы системы СИ даны в таблице 13, производные – в таблице 14.

Таблица 13 – Основные и дополнительные единицы

Величина	Наименование	Обозначение
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг

Время	секунда	с
Сила электрического тока	ампер	А
Термодинамическая температура	Кельвин	К
Количества вещества	моль	моль
Сила света	кандела	кд
Плоский угол	радиан	рад
Телесный угол	стерадиан	ср

Таблица 14 – Производные единицы

Величина	Наименование	Обозначение	Выражение
Частота	герц	Гц	с^{-1}
Сила	ньютон	Н	$\text{м}\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$
Давление	паскаль	Па	$\text{м}^{-1}\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$
Работа, энергия, количество теплоты	джоуль	Дж	$\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$
Мощность	ватт	Вт	$\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-3}$
Количество электричества	кулон	Кл	$\text{с}\cdot\text{А}$
Электрическое напряжение	вольт	В	$\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^3\cdot\text{А}^{-1}$
Электрическое	ом	Ом	$\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^3\cdot\text{А}^{-2}$
Электрическая	сименс	См	$\text{м}^2\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{с}^3\cdot\text{А}^2$
Электрическая ёмкость	фарад	Ф	$\text{м}^2\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{с}^4\cdot\text{А}^2$
Поток магнитной	вебер	Вб	$\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{А}^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	Тл	$\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{А}^{-1}$
Индуктивность	генри	Гн	$\text{м}^2\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{А}^{-2}$
Световой поток	люмен	Лм	кд·ср
Освещённость	люкс	Лк	$\text{м}^{-2}\cdot\text{кд}\cdot\text{ср}$

1.7 Иллюстрации

1.7.1 Количество иллюстраций, помещаемых в ТД, должно быть достаточным для раскрытия содержания. Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки и т.п.) следует располагать непосредственно после текста, в котором они

упоминаются впервые, или на следующей странице. Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

1.7.2 Все иллюстрации именуется в тексте рисунками и нумеруются в пределах каждого раздела. Номер иллюстрации составляется из номера раздела и порядкового номера иллюстрации в пределах данного раздела, разделенных точкой.

Примеры

«рисунок 5.1» (первый рисунок пятого раздела);

«Рисунок А.3.» (третий рисунок, помещенный в приложение А).

1.7.3 Допускается сквозная нумерация рисунков арабскими цифрами по всему ТД. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

1.7.4 На все иллюстрации должны быть даны ссылки в ТД. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

1.7.5 Иллюстрации, помещаемые в ТД, должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и системы проектной документации для строительства (СПДС).

1.7.6 Иллюстрация располагается по тексту документа, если она размещается на листе формата А4. Если формат иллюстрации больше А4, то ее следует помещать в приложении. Иллюстрации следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота документа или с поворотом по часовой стрелке.

1.7.7 Иллюстрации следует выполнять на той же бумаге, что и текст, либо на кальке того же формата с соблюдением тех же полей, что и для текста. При этом кальку с иллюстрацией следует помещать на лист белой непрозрачной бумаги.

1.7.8 Иллюстрации должны иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст).

Пример – «Рисунок В.2 – Схема алгоритма»

1.7.9 Слово «рисунок», его номер и наименование помещают ниже изображения после пояснительных данных симметрично (приложение Д).

1.7.10 Расстояние между иллюстрацией и текстом должно быть равно удвоенному межстрочному расстоянию.

1.7.11 График целесообразно использовать для характеристики и прогнозирования динамики непрерывно меняющегося показателя при наличии функциональной связи между фактором и показателем.

1.7.12 Графики, отображающие качественные зависимости, изображаются на плоскости, ограниченной осями координат, заканчивающихся стрелками. При этом слева от стрелки оси ординат и под стрелкой оси абсцисс проставляется буквенное обозначение, соответственно, функции и аргумента без указания их единиц измерения (рисунок 6).

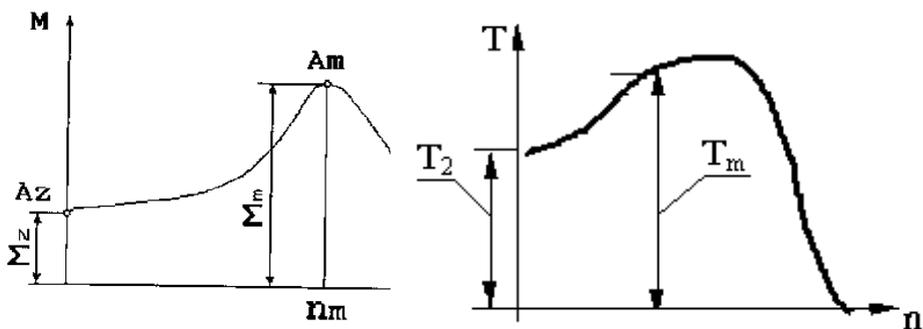


Рисунок 6 – График зависимости

1.7.13 Графики, по которым можно установить количественную связь между независимой и зависимыми переменными, должны снабжаться координатной сеткой равномерной или логарифмической.

1.7.14 Графики должны иметь координатную сетку, состоящую исключительно из основных линий. Координатная сетка не должна быть слишком частой. Оси координат выполняются сплошными основными линиями, линии координатной сетки и делительные штрихи – тонкими сплошными линиями. Линия кривых графика должна быть толще линий координатных осей.

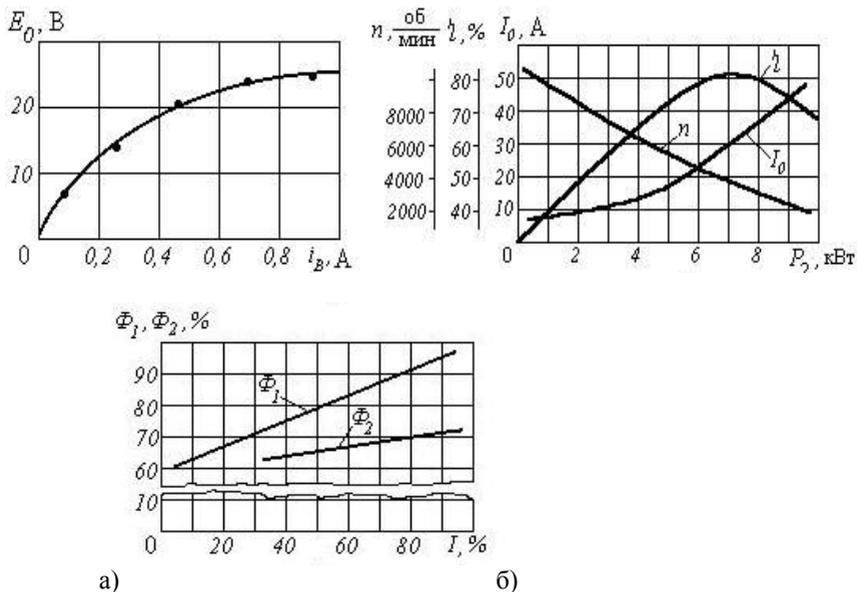
1.7.15 Количество числовых значений по осям координат должно быть сокращено.

1.7.16 Буквенные обозначения изменяющихся переменных проставляются сверху слева от левой границы координатного поля и справа под нижней границей поля. Единицы измерения проставляются в

одной строке с буквенными обозначениями переменных и отделяются от них запятой.

1.7.17 Числовые значения должны иметь минимальное число значащих цифр. Надписи, относящиеся к кривым и точкам, производят только в тех случаях, когда их немного и они кратки. Многословные надписи заменяют цифрами, расшифровка которых приводится в пояснительных данных (рисунок 7, поз. а).

1.7.18 На одном графике не следует приводить больше трех кривых (рисунок 7, поз. б). Свободные поля в графиках не допускаются. Если показатели графика не занимают всей его площади, то следует избегать изображения свободной площади графика или делать разрывы, сохраняя при этом начало координат (рисунок 7, поз. в).



а) б) в)
 $E_0 - \dots, В$; $i_B - \dots, А$; $n - \dots, об/мин$; $I_0 - \dots, А$; $\Phi_1 \Phi_2 - \dots, \%$; $\eta - \dots, \%$; $I - \dots, \%$.

Рисунок 7 – Примеры приведения графиков

а) – графическая зависимость;

б) – несколько графических зависимостей;

в) – несколько графических зависимостей с использованием разрывов и сохранением начала координат

1.8 Ссылки

1.8.1 В ТД допускаются ссылки на элементы самого ТД, стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования и не вызывают затруднений в пользовании документом.

1.8.2 При ссылках на элементы ТД указывают номера структурных частей текста, формул, таблиц, рисунков, обозначения чертежей и схем, а при необходимости – графы и строки таблиц, позиции составных частей изделия на рисунке, чертеже или схеме.

1.8.3 При ссылках на структурные части ТД указывают номера разделов (со словом «раздел»), приложений (со словом «приложение»), подразделов, пунктов, подпунктов, перечислений.

Примеры

«...в соответствии с разделом 2», «... согласно 3.1», «..., по 3.1.1»; «...в соответствии с 5.2.2, перечисление б»; «(приложение Л)»; «... как указано в приложении М»

1.8.4 Ссылки в тексте на номер формулы дают в скобках.

Примеры

«...согласно формуле (В.1)»; «...как следует из выражения (2.5)»

1.8.5 На все таблицы и иллюстрации должны быть приведены ссылки.

Примеры

«(таблица 4.3)»; «... в таблице 1.1, графа 4»; «(рисунок 2.11)»; «... в соответствии с рисунком 1.2»; «... как показано на рисунке В.7, поз. 12 и 13»

1.8.6 Ссылки на чертежи и схемы, выполненные на отдельных листах, делают с указанием обозначений этих документов.

1.8.7 При ссылке в тексте на использованные источники информации следует приводить порядковые номера по списку использованных источников, заключенные в квадратные скобки (приложение Е).

Примеры

«... как указано в монографии [103]»; «... в работах [11, 12, 15-17]»

1.8.8 При необходимости в дополнение к номеру источника указывают номер его раздела, подраздела, страницы, иллюстрации, таблицы.

Примеры

[12, раздел 2]; [18, подраздел 1.3, приложение А]; [19, С. 28, таблица 8.3]

1.8.9 При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения при условии полного описания стандарта в списке использованных источников в соответствии с ГОСТ 7.1.

1.9 Сокращения

1.9.1 При многократном упоминании устойчивых словосочетаний в тексте ПЗ следует использовать аббревиатуры или сокращения.

1.9.2 При первом упоминании должно быть приведено полное название с указанием в скобках сокращенного названия или аббревиатуры, а при последующих упоминаниях следует употреблять сокращенное название или аббревиатуру.

Примеры

«фильтр низкой частоты (ФНЧ)»; «амплитудная модуляция (АМ)»

1.9.3 Расшифровку аббревиатур и сокращений, установленных государственными стандартами и правилами русской орфографии, допускается не приводить.

Примеры

ЭВМ, НИИ, АСУ, с. (страница), т.е. (то есть), г. (год), в. (век) и др.

1.10 Оформление расчетов

1.10.1 Расчеты в ПЗ должны выполняться с использованием физических величин системы СИ.

1.10.2 Порядок изложения расчетов в ПЗ определяется характером рассчитываемых величин. Согласно ЕСКД расчеты в общем случае должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого изделия;
- задачу расчета (с указанием, что требуется определить при расчете);
- данные для расчета;
- условия расчета;

- расчет;
- заключение.

1.10.3 Эскиз или схема должны обеспечивать четкое представление о рассчитываемом объекте.

1.10.4 Данные для расчета, в зависимости от их количества, могут быть изложены в тексте или приведены в таблице.

1.10.5 Условия расчета должны пояснять особенности принятой расчетной модели и применяемые средства автоматизации инженерного труда.

1.10.6 Приступая к расчету, следует указать методику и источник, в соответствии с которым выполняются конкретные расчеты.

Пример – «Расчет теплового режима проводим по методике, изложенной в [2]».

1.10.7 Расчет, как правило, разделяют на пункты, подпункты или перечисления. Пункты (подпункты, перечисления) расчета должны иметь пояснения.

Пример – «Определяем...»; «по графику, приведенному на рисунке 3.4, находим...»; «согласно рекомендациям [4], принимаем...».

1.10.8 В изложении расчета, выполненного с применением ЭВМ, следует привести краткое описание методики расчета с необходимыми формулами и, как правило, структурную схему алгоритма или программы расчета. Распечатка расчета с ЭВМ помещается в приложении, а в тексте делается ссылка.

Пример – «Результаты расчета на ЭВМ приведены в приложении С».

1.10.9 Заключение должно содержать выводы о соответствии объекта расчета требованиям, изложенным в задаче расчета.

Пример – «Заключение: заданные допуски на размеры составных частей позволяют обеспечить сборку изделия по методу полной взаимозаменяемости».

1.11 Нумерация страниц

1.11.1 Страницы ПЗ следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы без точки проставляют в центре нижней части листа. Шрифт, используемый

для обозначения номера страницы, аналогичен основному шрифту (Times New Roman или Arial), предпочтительный размер шрифта 10, цвет – черный.

1.11.2 Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер страницы на нем не проставляют.

1.11.3 Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц отчета. Иллюстрации и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

2 Требования к оформлению графического материала

2.1 Общие требования

2.1.1 Графический материал, представленный в виде чертежей, эскизов и схем, характеризующих основные выводы и предложения исполнителя, должен совместно с ТД

раскрывать содержание дипломной работы.

2.1.2 Состав и объем графического материала, применительно к работам по конкретной образовательной программе или конкретному образовательному направлению должны, определяться методическими указаниями выпускающей кафедры, руководителем дипломной работы и указываться в задании на дипломный проект. В общем случае объем графической части – до 12 листов формата А1.

2.1.3 Графический материал, предназначенный для демонстрации при публичной защите работы, необходимо располагать, как правило, на листах формата А1. Расположение листа может быть принято как горизонтальным, так и вертикальным. Листы оформляются рамкой стандартных размеров и основной надписью стандартной формы.

2.1.4 Графический материал должен отвечать требованиям действующих стандартов по соответствующему направлению науки, техники или технологии и может выполняться:

- традиционным способом – карандашом или тушью;
- автоматизированным способом – с применением графических и печатающих устройств вывода ЭВМ.

2.1.5 Цвет изображений чертежей и схем – черный на белом фоне. На демонстрационных листах (плакатах) допускается применение цветных изображений и надписей.

2.1.6 В оформлении комплекта листов графического материала работы следует придерживаться единого стиля.

2.1.7 По решению ПЦК во время защиты дипломной работы ее графическая часть может представляться в полном объеме или частично с использованием технических носителей данных ЭВМ и проекционной аппаратуры. В этом случае чертежи и демонстрационные листы должны быть приведены в конце пояснительной записки в виде копий формата

А4, распечатанных на бумаге, названия листов графической части включаются в содержание, а члены государственной аттестационной комиссии должны быть обеспечены раздаточным материалом, повторяющим графическую часть выпускной работы в полном объеме.

2.2 Оформление демонстрационных листов (плакатов)

2.2.1 Демонстрационный лист должен содержать:

- заголовков;
- изображения, формулы, таблицы и т.п.;
- поясняющий текст (при необходимости).

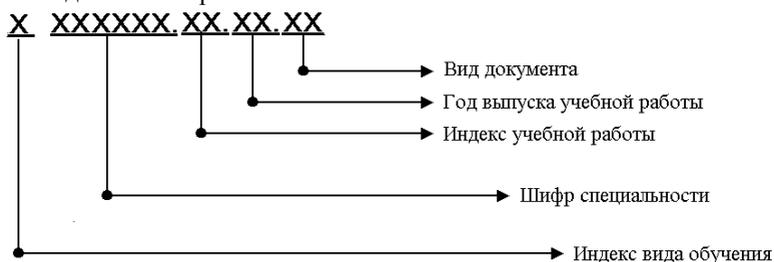
2.2.2 Заголовок должен быть кратким и соответствовать содержанию демонстрационного листа. Его располагают в верхней части листа посередине. Заголовок, надписи и поясняющий текст следует выполнять либо печатным способом, либо чертовым шрифтом. Высота букв должна быть не менее 14 мм и обеспечивать прочтение содержимого демонстрационного листа членами государственной аттестационной комиссии во время защиты.

2.2.3 Графики, таблицы, диаграммы (надписи, линии, условные изображения) должны выполняться в соответствии с ГОСТ 2.104, ГОСТ 2.303, ГОСТ 2.305, ГОСТ 2.602, ГОСТ 2.708.

2.2.4 Графические обозначения элементов на демонстрационных листах для наглядности можно увеличивать пропорционально размерам, указанным в ГОСТ 2.302. Допускается изображения на демонстрационных листах выполнять многоцветными. Цветовые обозначения при необходимости должны быть пояснены.

3 Обозначение документов

3.1.1 Устанавливается следующая структура обозначения документов дипломной работы:



Индексы вида обучения:

Д – дневное обучение;

З – заочное обучение;

Шифры специальностей:

Шифры специальностей проставляются в соответствии с Перечнем направлений подготовки и специальностей среднего профессионального образования.

Индекс учебной работы:

ДР – дипломная работа;

ДП– дипломный проект.

Вид документа:

Каждому документу присваивается буквенный шифр:

ПЗ – пояснительная записка (текстовый документ);

СБ – сборочный чертеж;

ВО – чертеж общего вида;

ГЧ – габаритный чертеж;

МЭ – электромонтажный чертеж;

АС – архитектурно-строительный чертеж;

ППР – проект производства работ;

СР – схема расположения сборных элементов конструкций;

ДЛ – демонстрационный лист;

Пример –

Д.230105.ДР.12.ПЗ

Дипломная работа выполнена студентом дневной формы обучения по специальности 230105 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», дипломная работа выполнена в 2012 году, пояснительная записка.

Д.150106.ДП.12.СБ

Дипломная работа выполнена студентом дневной формы обучения по специальности 150412 «Обработка металлов давлением», дипломная работа выполнена в 2012 году, сборочный чертеж.

4 Отзыв и рецензия на выпускную квалификационную работу

Руководитель ВКР, после изучения и соответствующей правки, пишет отзыв на ВКР (приложение В), который заканчивается словами: «Дипломный проект (дипломная работа) выполнен(а) в соответствии с требованиями, заслуживает оценку... и может быть допущен(а) к защите».

5.2 Оформление графической части и технологической документации

Назначение функциональных схем, методика и общие принципы их выполнения

Схемы функциональные разъясняют определенные процессы,

протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Этими схемами пользуются для изучения принципов работы изделия, а также при их наладке, контроле, ремонте.

Функциональная схема по сравнению со структурной более подробно раскрывает функции отдельных элементов и устройств.

Функциональные схемы являются основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации (в том числе средствами телемеханики и вычислительной техники).

Объектом управления в системах автоматизации технологических процессов является совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулирующими органами, а также энергии, сырья и других материалов, определяемых особенностями используемой технологии.

Задачи автоматизации решаются наиболее эффективно тогда, когда они прорабатываются в процессе разработки технологического процесса.

В этот период нередко выявляется необходимость изменения технологических схем с целью приспособления их к требованиям автоматизации, установленным на основании технико-экономического анализа.

Создание эффективных систем автоматизации предопределяет необходимость глубокого изучения технологического процесса не только проектировщиками, но и специалистами монтажных, наладочных и эксплуатационных организаций.

При разработке функциональных схем автоматизации технологических процессов необходимо решить следующее:

- получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- непосредственное воздействие на технологический процесс для управления им;
- стабилизация технологических параметров процесса;
- контроль и регистрация технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

Указанные задачи решаются на основании анализа условий работы технологи-ческого оборудования, выявленных законов и критериев управления объектом, а также требований, предъявляемых к точности стабилизации, контроля и регистрации технологических параметров, к качеству регулирования и надежности.

Функциональные задачи автоматизации, как правило, реализуются с помощью технических средств, включающих в себя: отборные

устройства, средства получения первичной информации, средства преобразования и переработки информации, средства представления и выдачи информации обслуживающему персоналу, комбинированные, комплектные и вспомогательные устройства. **Результатом** составления функциональных схем являются:

- 1) выбор методов измерения технологических параметров;
- 2) выбор основных технических средств автоматизации, наиболее полно отвечающих предъявляемым требованиям и условиям работы автоматизируемого объекта;
- 3) определение приводов исполнительных механизмов регулирующих и запорных органов технологического оборудования, управляемого автоматически или дистанционно;
- 4) размещение средств автоматизации на щитах, пультах, технологическом оборудовании и трубопроводах и т.п. и определение способов представления информации о состоянии технологического процесса и оборудования.

Современное развитие всех отраслей промышленности характеризуется большим разнообразием используемых в них технологических процессов.

Практически не ограничены и условия их функционирования и требования по управлению и автоматизации. Однако, базирясь на опыте проектирования систем управления и автоматизации, можно сформулировать некоторые **общие принципы**, которыми следует руководствоваться при разработке функциональных схем автоматизации:

- 1) уровень автоматизации технологического процесса в каждый период времени должен определяться не только целесообразностью внедрения определенного комплекса технических средств и достигнутым уровнем научно-технических разработок, но и перспективой модернизации и развития технологических процессов. Должна сохраняться возможность наращивания функций управления;
- 2) при разработке функциональных и других видов схем автоматизации и выборе технических средств должны учитываться: вид и характер технологического процесса, условия пожаро- и взрывоопасное, агрессивность и токсичность окружающей среды и т.д.; параметры и физико-химические свойства измеряемой среды; расстояние от мест установки датчиков, вспомогательных устройств, исполнительных механизмов, приводов машин и запорных органов до пунктов управления и контроля; требуемая точность и быстродействие средств автоматизации;
- 3) система автоматизации технологических процессов должна строиться, как правило, на базе серийно выпускаемых средств автоматизации и вычислительной техники. Необходимо стремиться к применению однотипных средств автоматизации и предпочтительно

унифицированных систем, характеризующихся простотой сочетания, взаимозаменяемостью и удобством компоновки на щитах управления. Использование однотипной аппаратуры дает значительные преимущества при монтаже, наладке, эксплуатации, обеспечении запасными частями и т. п.

4) в качестве локальных средств сбора и накопления первичной информации (автоматических датчиков), вторичных приборов, регулирующих и исполнительных устройств следует использовать преимущественно приборы и средства автоматизации Государственной системы промышленных приборов (ГСП);

5) в случаях, когда функциональные схемы автоматизации не могут быть построены на базе только серийной аппаратуры, в процессе проектирования выдаются соответствующие технические задания на разработку новых средств автоматизации;

6) выбор средств автоматизации, использующих вспомогательную энергию (электрическую, пневматическую и гидравлическую), определяется условиями пожаро- и взрывоопасное автоматизируемого объекта, агрессивности окружающей среды, требованиями к быстродействию, дальности передачи сигналов информации и управления и т.д.;

7) количество приборов, аппаратуры управления и сигнализации, устанавливаемой на оперативных щитах и пультах, должно быть ограничено. Избыток аппаратуры усложняет эксплуатацию, отвлекает внимание обслуживающего персонала от наблюдения за основными приборами, определяющими ход технологического процесса, увеличивает стоимость установки и сроки монтажных и наладочных работ. Приборы и средства автоматизации вспомогательного назначения целесообразнее размещать на отдельных щитах, располагаемых в производственных помещениях вблизи технологического оборудования.

Перечисленные принципы являются общими, но не исчерпывающими для всех случаев, которые могут встретиться в практике проектирования систем автоматизации технологических процессов. Однако для каждого конкретного случая их следует иметь в виду при реализации технического задания на автоматизацию проектируемого объекта.

Изображение технологического оборудования и коммуникаций

Технологическое оборудование и коммуникации при разработке функциональных схем должны изображаться, как правило, упрощенно, без указания отдельных технологических аппаратов и трубопроводов вспомогательного назначения. Однако изображенная таким образом

технологическая схема должна давать ясное представление о принципе ее работы и взаимодействии со средствами автоматизации.

На технологических трубопроводах обычно показывают ту регулируемую и запорную арматуру, которая непосредственно участвует в контроле и управлении процессом, а также запорные и регулирующие органы, необходимые для определения относительного расположения мест отбора импульсов или поясняющие необходимость измерений. Технологические аппараты и трубопроводы вспомогательного назначения показывают только в случаях, когда они механически соединяются или взаимодействуют со средствами автоматизации. В отдельных случаях некоторые элементы технологического оборудования допускается изображать на функциональных схемах в виде прямоугольников с указанием наименования этих элементов или не показывать вообще.

Около датчиков, отборных, приемных и других подобных по назначению устройств следует указывать наименование того технологического оборудования, к которому они относятся.

Технологические коммуникации и трубопроводы жидкости и газа изображают условными обозначениями в соответствии с ГОСТ 2.784-70, приведенными в [табл. 15](#), а также [ГОСТ 21.408-93](#) СПДС.

Для более детального указания характера среды к цифровому обозначению может добавляться буквенный индекс, например вода чистая - 1ч, пар перегретый - 2п, пар насыщенный - 2н и т. п. Условные числовые обозначения трубопроводов следует проставлять через расстояния не менее 50 мм.

Детали трубопроводов, арматура, теплотехнические и санитарно-технические устройства и аппаратура показываются условными обозначениями по ГОСТ 2.785-70 и стандартам СПДС.

Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов по ГОСТ 2. 784-70

Таблица 15

Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение	Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение
Вода	-1-1-	Жидкое горючее	-15-15-
Пар	-2-2-	Горючие и взрывоопасные газы:	

Воздух	-3-3-	водород	-16-16-
Азот	-4-4-	ацетилен	-17-17-
Кислород	-5-5-	фреон	-18-18-
Инертные газы:		метан	-19-19-
аргон	-6-6-	этан	-20-20-
неон	-7-7-	этилен	-21-21-
гелий	-8-8-	пропан	-22-22-
криптон	-9-9-	пропилен	-23-23-
ксенон	-10-10-	бутан	-24-24-
Аммиак	-11-11-	бутилен	-25-25-
Кислота (окислитель)	-12-12-	Противопожарный трубопровод	-26-26-
Щелочь	-13-13-	Вакуум	-27-27-
Масло	-14-14-		

Для жидкостей и газов, не предусмотренных [табл. 14](#), допускается использовать для обозначения другие цифры, но обязательно с необходимыми пояснениями новых условных обозначений.

Если обозначения трубопроводов на технологических чертежах не стандартизированы, то на функциональных схемах автоматизации следует применять условные обозначения, принятые в технологических схемах.

У изображения технологического оборудования, отдельных его элементов и трубопроводов следует давать соответствующие поясняющие надписи (наименование технологического оборудования, его номер, если таковой имеется, и др.), а также указывать стрелками направление потоков. Отдельные агрегаты и установки технологического оборудования можно изображать оторвано друг от друга с соответствующими указаниями на их взаимосвязь.

На трубопроводах, на которых предусматривается установка отборных устройств и регулирующих органов, указывают диаметры условных проходов.

Изображение средств автоматизации на функциональных схемах

Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах

автоматизации показываются в соответствии с [ГОСТ 21.404-85](#), [ГОСТ 21.408-93](#) и отраслевыми нормативными документами. Общие требования к выполнению функциональных схем систем автоматизации изложены в [ГОСТ 24.302-80](#) (п.п.2.1 - 2.4)

При отсутствии в стандартах необходимых изображений разрешается применять нестандартные изображения, которые следует выполнять на основании характерных признаков изображаемых устройств.

[ГОСТ 21.404-85](#) предусматривает систему построения графических и буквенных условных обозначений по функциональным признакам, выполняемым приборами ([табл. 15](#)).

В стандарте установлены два способа построения условных обозначений: упрощенный и развернутый.

Для упрощенного способа построения достаточно основных условных обозначений, приведенных в [табл. 15](#), и буквенных обозначений, приведенных в [табл. 16](#).

Развернутый способ построения условных графических обозначений может быть выполнен путем комбинированного применения основных ([табл. 15](#) и [16](#)) и дополнительных обозначений, приведенных в [табл. 17](#) и [18](#).

Сложные приборы, выполняющие несколько функций, допускается изображать несколькими окружностями, примыкающими друг к другу.

Методика построения графических условных обозначений для упрощенного и развернутого способов является общей.

В верхней части окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора.

В нижней части окружности наносится позиционное обозначение (цифровое или буквенно-цифровое), служащее для нумерации комплекта измерения или регулирования (при упрощенном способе построения условных обозначений) или отдельных элементов комплекта (при развернутом способе построения условных обозначений).

Порядок расположения буквенных обозначений в верхней части (слева направо) должен быть следующим: обозначение основной измеряемой величины; обозначение, уточняющее (если необходимо) основную измеряемую величину; обозначение функционального признака прибора.

Функциональные признаки (если их несколько в одном приборе) также располагаются в определенном порядке.

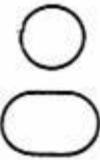
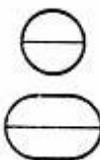
Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления приведен на [рис. 7](#).

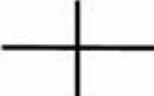
При построении условных обозначений приборов следует

указывать не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используются в данной схеме. Так, при обозначении показывающих и самопишущих приборов (если функция «показание» не используется) следует писать **TR** вместо **TIR**, **PR** вместо **PIR** и т.п.

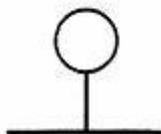
Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21. 404-85

Таблица 16

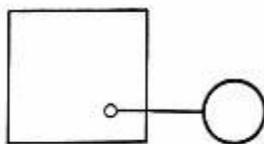
Наименование	Обозначение
1. Прибор, устанавливаемый вне щита (по месту): а) основное обозначение б) допускаемое обозначение	
2. Прибор, устанавливаемый на щите, пульте: а) основное обозначение б) допускаемое обозначение	
3. Исполнительный механизм. Общее обозначение	
4. Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала: а) открывает регулирующий орган б) закрывает регулирующий орган в) оставляет регулирующий орган в неизменном положении	

<p>5. Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом Примечание. Обозначение может применяться с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала</p>	
<p>6. Линия связи. Общее обозначение</p>	
<p>7. Пересечение линий связи без соединения друг с другом</p>	
<p>8. Пересечение линий связи с соединением между собой</p>	

Отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов изображают сплошной тонкой линией, соединяющей технологический трубопровод или аппарат с прибором ([черт.1](#)). При необходимости указания конкретного места расположения отборного устройства (внутри контура технологического аппарата) его обозначают кружком диаметром 2 мм ([черт.2](#)).



Черт. 1



Черт. 2

Буквенные обозначения

Основные буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов должны соответствовать приведенным в [табл. 17](#).

Буквенные условные обозначения по ГОСТ 21. 404-85

Таблица 17

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
A	+	-	Сигнализация	-	-
B	+	-	-	-	-
C	+	-	-	Автоматическое регулирование, управление	-
D	Плотность	Разность, перепад	-	-	-
E	Электрическая величина	-	+	-	-
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	-	-	-
G	Размер, положение, перемещение	-	+	-	-
H	Ручное воздействие	-	-	-	Верхний предел измеряемой величины
I	+	-	Показание	-	-
J	+	Автоматическое переключение, обегание	-	-	-
K	Время, временная программа	-	-	+	-
L	Уровень	-	-	-	Нижний предел измеряемой величины

M	Влажность	-	-	-	-
N	+	-	-	-	-
O	+	-	-	-	-
P	Давление, вакуум	-	-	-	-
Q	Величина, характеризующая качество: состав, концентрация и т.п.	Интегрирование, суммирование по времени	-	+	-
R	Радиоактивность	-	Регистрация	-	-
S	Скорость, частота	-	-	Включение, отключение, переключение, блокировка	-
T	Температура	-	-	+	-
U	Несколько разнородных измеряемых величин	-	-	-	-
V	Вязкость	-	+	-	-
W	Масса	-	-	-	-
X	Нерекомендуемая резервная буква	-	-	-	-
Y	+	-	-	+	-
Z	+	-	-	+	-

Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов по ГОСТ 21. 404 - 85

Таблица 18

Наименование	Обозначение	Назначение
Чувствительный элемент	E	Устройства, выполняющие первичное преобразование: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров и т.п.

Дистанционная передача	T	Приборы бесшкальные с дистанционной передачей сигнала: манометры, дифманометры, манометрические термометры
Станция управления	K	Приборы, имеющие переключатель для выбора вида управления и устройство для дистанционного управления
Преобразование, вычислительные функции	Y	Для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств

Дополнительные обозначения, отражающие функциональные признаки преобразователей сигналов и вычислительных устройств по ГОСТ 21. 404-85

Таблица 19

Наименование	Обозначение
1. Род энергии сигнала: электрический пневматический гидравлический	E P G
2. Виды форм сигнала: аналоговый дискретный	A D
3. Операции, выполняемые вычислительным устройством: суммирование умножение сигнала на постоянный коэффициент k перемножение двух и более сигналов друг на друга деление сигналов друг на друга возведение величины сигнала f в степень n	

извлечение из величины сигнала корня степени n	Σ
логарифмирование	k
дифференцирование	\times
интегрирование	:
изменение знака сигнала	f_n
ограничение верхнего значения сигнала	$\sqrt{\quad}$
ограничение нижнего значения сигнала	\lg
	dx/dt
	\int
	$x(-1)$
	max
	min
4. Связь с вычислительным комплексом:	
передача сигнала на ЭВМ	Bi
вывод информации с ЭВМ	B0

При построении условного обозначения сигнализатора уровня, блок сигнализации которого является бесшкальным прибором и снабжен контактным устройством и встроенными сигнальными лампами, следует писать:

а) LS - если прибор используется только для дистанционной сигнализации отклонения уровня, включения, выключения насоса, блокировок и т. д;

- б) LA - если используются только сигнальные лампочки самого прибора;
- в) LSA - если используются обе функции в соответствии с а) и б);
- г) LC - если прибор используется для позиционного регулирования уровня.

Размеры графических условных обозначений по [ГОСТ 21.404-85](#) приведены в [табл. 20](#). Условные графические обозначения на схемах должны выполняться линиями толщиной **0,5 - 0,6 мм**.

Горизонтальная разделительная черта внутри обозначения и линии связи должны выполняться линиями толщиной **0,2 - 0,3 мм**.

В обоснованных случаях (например, при позиционных обозначениях, состоящих из большого числа знаков) для обозначения первичных преобразователей и приборов допускается вместо окружности применять обозначения в виде эллипса.

Примеры построения условных обозначений, устанавливаемых [ГОСТ 21.404-85](#), приведены в [табл. 19](#).

При использовании условных обозначений по [ГОСТ 21.404-85](#) необходимо руководствоваться следующими правилами:

1) буква **A** (см. [табл. 18](#)) применяется для обозначения функции сигнализации при упрощенном способе построения условных обозначений, а также при развернутом способе, когда для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор. Во всех остальных случаях для обозначения контактного устройства прибора применяется буква **S** и при необходимости символ ламп, гудка, звонка. Сигнализируемые предельные значения измеряемых величин следует конкретизировать добавлением букв **H** и **L**. Эти буквы наносятся вне графического обозначения, справа от него (см. табл. 7.7, [пп. 31, 32](#)). Букву **S** не следует применять для обозначения функции регулирования (в том числе позиционного);

2) для конкретизации измеряемой величины около изображения прибора (справа от него) необходимо указывать наименование или символ измеряемой величины, например "напряжение", "ток", pH, O₂ и т. д. (см. табл. 7.7, [пп. 41-43](#));

3) в случаях необходимости около изображения прибора допускается указывать вид радиоактивности, например альфа -, бета - или гамма - излучение (см. табл. 7.7, [п. 44](#));

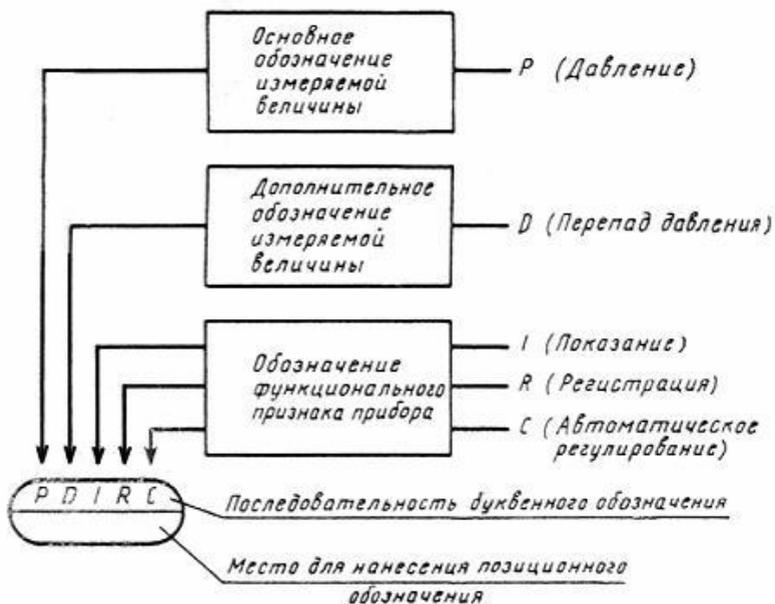


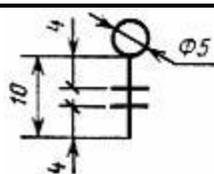
Рисунок 7 - Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления

Размеры графических условных обозначений приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21. 404-85

Таблица 20

Наименование	Обозначение
Прибор: а) основное обозначение б) допускаемое обозначение	

Исполнительный механизм



6 РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

Выполненные выпускные квалификационные работы рецензируются специалистами из числа работников образовательных организаций, предприятий, владеющих вопросами, связанными с тематикой выпускных квалификационных работ.

Рецензенты ВКР назначаются приказом ректора на основании представления заведующих отделениями не позднее двух недель до начала защиты.

Студенты должны быть ознакомлены с приказом о назначении рецензентов не позднее, чем за десять дней до даты защиты ВКР. Представление работы на рецензирование должно осуществляться не позднее, чем за три дня до даты защиты. Содержание рецензии доводится до сведения студента не позднее, чем за день до защиты ВКР. Внесение изменений в выпускную квалификационную работу после получения рецензии не допускается.

Рецензия на ВКР должна включать:

- заключение о соответствии ВКР заданию;
- оценку качества выполнения каждого раздела ВКР;
- оценку теоретической и практической значимости работы, степени разработки вопросов, оригинальности решений (предложений);
- оценку уровня сформированности общих и профессиональных компетенций выпускника;
- оценку ВКР в целом.

7 ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Защита ВКР проводится в период, установленный учебным планом по основной профессиональной образовательной программы в соответствии с утвержденный директором графиком защит. График формируется по представлению заведующего отделением не позднее, чем за неделю до начала защит.

Защиты ВКР проводятся на открытых заседаниях ГЭК с участием не менее двух третей её состава. Защита ВКР проводится в специально подготовленных аудиториях, выведенных на время защиты из

расписания.

Студентам во время защиты ВКР запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

Присутствие на защите посторонних лиц допускается с разрешения председателя ГЭК.

На защиту ВКР в обязательном порядке предоставляются:

- оригинал ВКР (с визами руководителя, консультантов по разделам и заведующего отделением о допуске к защите);
- отзыв руководителя по установленной форме;
- рецензия на ВКР по установленной форме.

Заседание ГЭК по защите ВКР проводится при условии допуска не менее 8 выпускных квалификационных работ к защите.

На защиту одной ВКР отводится до 30 минут. Процедура защиты устанавливается председателем ГЭК по согласованию с членами комиссии и, как правило, включает доклад студента (не более 10 – 15 минут), чтение отзыва и рецензии, вопросы членов комиссии, ответы студента на вопросы членов ГЭК. Может быть предусмотрено выступление руководителя ВКР, а также рецензента, если он присутствует на заседании ГЭК.

Сообщение выпускника по содержанию ВКР сопровождается необходимыми графическими материалами и/или презентацией с раздаточным материалом для членов ГЭК. В ГЭК могут быть представлены также другие материалы, характеризующие практическую ценность выполненной ВКР – макеты, образцы материалов, изделий и т.п.

По окончании выступления выпускнику задаются вопросы по теме его работы. Вопросы могут задавать все присутствующие. Все вопросы протоколируются.

Затем слово предоставляется руководителю, который дает характеристику работы.

При отсутствии руководителя отзыв зачитывается одним из членов ГЭК.

После этого одним из членов ГЭК зачитывается рецензия.

Затем председатель ГЭК просит присутствующих выступить по существу выпускной квалификационной работы. Выступления членов комиссии и присутствующих на защите (до 2-3 мин. на одного выступающего) в порядке свободной дискуссии и обмена мнениями не являются обязательным элементом процедуры, поэтому, в случае отсутствия желающих выступить, он может быть опущен.

После дискуссии по теме работы студент выступает с заключительным словом. Этика защиты предписывает при этом выразить

благодарность руководителю за проделанную работу, а также членам ГЭК и всем присутствующим за внимание.

7.1 Подготовка доклада для защиты

Подготовке доклада (речи) на защите ВКР следует уделить особое внимание. Текст выступления составляется заранее и согласовывается с руководителем ВКР. Доклад рекомендуется не читать по тексту, а рассказывать. Он может быть проиллюстрирован таблицами, схемами, рисунками, диаграммами, графиками и т.д. на презентационном материале. Речь должна быть ясной, грамматически правильной, уверенной. К иллюстрациям необходимо обращаться только тогда, когда это требуется по ходу доклада, избегая бесцельного обращения к ним.

В своем выступлении студент должен отразить:

- содержание проблемы и актуальность исследования;
- цель и задачи исследования;
- объект и предмет исследования;
- методику своего исследования;
- полученные теоретические и практические результаты исследования;
- выводы и заключение.

Примерная структура доклада при защите ВКР:

1. ВСТУПЛЕНИЕ доклада должно быть очень коротким, состоять из одной-двух фраз и определять область, к которой относится тема дипломного проекта/работы.

2. После этого необходимо очень четко и коротко сформулировать цель дипломного проекта/работы, дать ПОСТАНОВКУ ЗАДАЧИ. Это сразу определяет круг вопросов, которые могут рассматриваться в дипломе и обеспечивает правильное восприятие представляемых материалов доклада.

3. Абсолютное большинство дипломов не являются пионерскими, они базируются на уже известных знаниях, результатах, имеют некую "основу", с которой и начинается творческая часть работы автора дипломного проекта/работы. Именно это надо коротко осветить в докладе (речи) как СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. Обычно этот материал представлен в обзорных главах дипломного проекта/работы.

4. ПУТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ - один из основных разделов доклада к диплому. Здесь необходимо кратко рассмотреть возможные подходы к решению поставленной задачи и более подробно представить выбранный автором диплома, объяснить, как решалась задача, и обосновать правильность принимаемого решения.

5. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ должны давать полное

представление о том, чего достиг автор дипломного проекта/работы, насколько полученные результаты оригинальны и соответствуют поставленным целям. Желательно в докладе (речи) перечислить все полученные результаты, а подробнее остановиться на наиболее важных.

6. В каждом дипломном проекте/работе имеются ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ (экономика, охрана труда) о которых в докладе желательно коротко упомянуть. Можно очень коротко сказать о полученных в этих разделах диплома результатах или назвать темы, которые там рассматриваются.

7. В ЗАКЛЮЧЕНИИ доклада необходимо кратко изложить результаты работы по каждому разделу диплома .

Предлагаемая структура доклада на защиту диплома является наиболее общей и может конкретизироваться и изменяться в зависимости от особенностей и содержания дипломного проекта/работы, полученных результатов и представленных демонстрационных материалов.

В докладе должны упоминаться ВСЕ представленные ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. Плакат, о котором в докладе не сказано ни слова, явно является «лишним». Состав демонстрационных материалов может корректироваться до утверждения диплома и должен наилучшим образом поддерживать доклад.

7.2 Подготовка презентации на защите

Защита ВКР является завершающим, а поэтому наиболее важным этапом обучения. Это мероприятие состоит из двух этапов: презентация работы (доклад) и Ваши ответы на вопросы, задаваемые членами государственной экзаменационной комиссии (непосредственная защита). От того насколько четко по теме и доступно для восприятия слушателей будет сделан доклад, на столько будут вопросы задаваемые комиссией понятны. Для этого необходимо иметь сам доклад, таблично-справочный материал для каждого члена экзаменационной комиссии, а так же презентационное сопровождение, которое может включать в себя как использование мультимедийного оборудования (проектор, экран), на котором будут прокручиваться слайды, так и любой другой материал (плакаты, макеты или образцы продукции).

7.3 Критерии оценки ВКР

Результаты защиты ВКР определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в день защиты после оформления в установленном порядке протоколов заседания ГЭК.

Оценка, полученная на защите, фиксируется в зачетной книжке и вносится в приложение к диплому о среднем профессиональном образовании с указанием темы ВКР.

Студент, получивший на защите ВКР оценку «неудовлетворительно» отчисляется из университета, как не подтвердивший соответствие подготовки требованиям ГОС/ФГОС СПО, с формулировкой «...как не защитивший ВКР» с выдачей справки установленного образца.

Студенты, выполнившие выпускную квалификационную работу, но получившие при защите оценку «неудовлетворительно», имеют право на повторную защиту.

Решение об оценке принимается на закрытом заседании ГЭК по окончании процедуры защиты всех работ, намеченных на данное заседание. Для оценки ВКР государственная экзаменационная комиссия руководствуется следующими критериями:

1. Оценка и рекомендации руководителя и рецензента.
2. Оценка квалификации студента в процессе защиты:
 - актуальность проведенного исследования;
 - полнота раскрытия исследуемой темы;
 - иллюстративность материала;
 - соблюдение требований, предъявляемых к структуре ВКР;
 - качество оформления работы;
 - умение представить работу на защите, уровень речевой культуры;
 - компетентность в области избранной темы;
 - свободное владение материалом, умение вести диалог, отвечать на вопросы и замечания.

При определении итоговой оценки по защите учитывается:

- доклад выпускника;
- ответы на вопросы;
- оценка рецензента;
- отзыв руководителя.

Критерии оценки выпускной квалификационной работы приведены в таблице 21

Таблица 21

Показатели качества и критерии оценки выпускной квалификационной работы

<i>№</i>	<i>Критерии</i>	<i>отлично</i>	<i>хорошо</i>	<i>удовлетворительно</i>	<i>неудовлетворительно</i>
1.	<i>Актуальность темы ВКР</i>	<i>Обоснована актуальность проблемы и темы ВКР, её практическая значимость.</i>	<i>В основном определена актуальность проблемы, практическая значимость темы ВКР</i>	<i>Не разводится актуальность проблемы и темы ВКР</i>	<i>Не обоснована актуальность темы ВКР</i>
2.	<i>Разработка методологического аппарата ВКР</i>	<i>Определены и обоснованы объект, предмет, цель, задачи, гипотеза, методы исследования</i>	<i>Определён и в основном обоснован методологический аппарат исследования.</i>	<i>Имеются рассогласования в методологическом аппарате исследования.</i>	<i>Не соотносятся объект и предмет, цели и задачи, цели и методы ВКР.</i>
3.	<i>Оформление библиографического списка</i>	<i>Выдержаны требования ГОСТа к объему и оформлению источников.</i>	<i>Имеются отдельные нарушения в оформлении, список в основном соответствует теме</i>	<i>Имеются нарушения в оформлении списка, отбор источников недостаточно обоснован.</i>	<i>Список литературы свидетельствует о слабой изученности проблемы.</i>
4.	<i>Структура работы</i>	<i>Структура ВКР соответствует целям и задачам, содержание соответствует</i>	<i>Структура ВКР соответствует целям и задачам, имеются незначительные</i>	<i>Имеется ряд нарушений в выборе структуры ВКР</i>	<i>Структура работы не обоснована.</i>

		<i>названию параграфов, части работы соразмерны.</i>	<i>рассогласования содержания и названия параграфов, некоторая несоразмерность частей работы.</i>		
5.	<i>Оформление выводов и заключения</i>	<i>Выводы логичны, обоснованы, соответствуют целям, задачам и методам работы. В заключении указаны степень подтверждения гипотезы, возможности внедрения результатов исследования и дальнейшей перспективы работы над темой.</i>	<i>Выводы и заключение в целом обоснованы. Содержание работы допускает дополнительные выводы.</i>	<i>Имеются логические погрешности в выводах, их недостаточная обоснованность</i>	<i>Выводы и заключение не обоснованы.</i>
6.	<i>Глубина теоретического анализа</i>	<i>Изучены основные теоретические работы, посвящённые</i>	<i>Изучена большая часть основных работ, проведён их</i>	<i>Изучены недостаточно или не полностью основные</i>	<i>Не изучены основные теоретические работы, отсутствует</i>

	<i>проблемы</i>	<i>проблеме ВКР, проведён сравнительно-сопоставительный анализ источников, выделены основные методологические и теоретические подходы к решению проблемы, определена и обоснована собственная позиция автора</i>	<i>сравнительно-сопоставительный анализ, определена собственная теоретическая позиция автора.</i>	<i>работы по проблеме, теоретический анализ носит описательный характер, отсутствует собственная позиция автора</i>	<i>анализ источников, сплошное конспектирование работ.</i>
7.	<i>Обоснованность практической части и результаты ее проведения</i>	<i>Определены и обоснованы методы, сроки и база исследования в соответствии с целями и гипотезой ВКР. Проведена сравнительная характеристика количественных и качественных показателей входной и</i>	<i>Определены и в основном обоснованы методы, сроки и база исследования. Затрудняется провести сравнительный анализ количественных и качественных показателей диагностической</i>	<i>Методы исследования недостаточно или частично обоснованы, база исследования соответствует целям. Затрудняется интерпретировать результаты диагностической программы.</i>	<i>Методы, база, сроки исследования не соответствуют задачам исследования. Анализ опытно-практической работы отсутствует.</i>

		<i>итоговой диагностики.</i>	<i>программы.</i>		
8.	<i>Объём работы</i>	<i>30-50 страниц компьютерного текста, выдержано соотношение частей работы по объёму</i>	<i>Работа превышает рекомендуемый объём, теоретическая часть превышает по объёму практическую</i>	<i>Работа меньше рекомендованного объёма как в теоретической, так и в практической части.</i>	<i>Работа не соответствует требованиям по объёму</i>
9.	<i>Оформление работы</i>	<i>Ссылки, графики, таблицы, заголовки, оглавление оформлены безупречно, работа вычитана.</i>	<i>Имеются отдельные нарушения в оформлении</i>	<i>Имеется ряд нарушений в оформлении ВКР</i>	<i>Работа не вычитана, содержит оформительские, пунктуационные ошибки.</i>
10.	<i>Степень организованности и самостоятельности при выполнении работы</i>	<i>Студентом соблюдается график выполнения ВКР, проявляется высокая степень самостоятельности, в подборе и анализе литературы, проектировании эксперимента.</i>	<i>График выполнения ВКР в основном соблюдается, работа выполняется в сотрудничестве с руководителем</i>	<i>График соблюдается, работа ведётся в рамках указаний руководителя.</i>	<i>График не соблюдается, указания руководителя выполняются частично или не выполняются.</i>
11.	<i>Уровень защиты ВКР</i>	<i>Студент раскрыл сущность своей</i>	<i>В целом раскрыта сущность работы,</i>	<i>Сущность работы раскрыта частично,</i>	<i>Сущность работы студентом осознана</i>

	<p><i>работы, точно ответил на вопросы, продемонстрировал умение вести научную дискуссию, отстаивать свою позицию, признавать возможные недочёты.</i></p>	<p><i>даны точные ответы на вопросы, отчасти студент испытывает затруднение в ведении научной дискуссии.</i></p>	<p><i>ответы на вопросы недостаточно убедительны.</i></p>	<p><i>недостаточно, студент слабо ориентируется в содержании ВКР.</i></p>
--	---	--	---	---

8 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. Менщикова, Е. В. Основы контроля и анализа функциональных систем автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие [для СПО] / Е. В. Менщикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=S61.pdf&show=dcatalogues/5/88/10/S61.pdf&view=true>. – Макрообъект.
2. Менщикова, Е. В. Технология формирования систем автоматического управления типовых технологических процессов, средств измерений, несложных мехатронных устройств и систем [Электронный ресурс] : учебное пособие. Ч. 2. Средства измерений / Е. В. Менщикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=S153.pdf&show=dcatalogues/5/9/353/S153.pdf&view=true>. – Макрообъект.
3. Рульнов, А. А. Автоматическое регулирование [Электронный ресурс] : учебник для СПО / А. А. Рульнов. – Москва : Инфра-М, 2017. – 218 с. - Режим доступа: <https://new.znaniium.com/read?id=148508>
4. Афонин, А. М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. М. Афонин, Ю. Н. Царегородцев, А. М. Петрова и др. – Москва : Форум, 2019. – 192 с. – Режим доступа: <https://new.znaniium.com/read?id=338851>
5. Рульнов, А. А. Автоматическое регулирование [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Рульнов, И. И. Горюнов, К. Ю. Евстафьев. - 2-е изд., стер. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 219 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-006216-7. - Режим доступа: <https://new.znaniium.com/read?id=329639>

Дополнительные источники:

1. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами [Электронное пособие] : учебное пособие / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 400 с. - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread.php?book=118076>
2. Шишов, О. В. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.В. Шишов. – Москва : ИНФРА-М, 2012. – 397 с. – Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread.php?book=242497>
3. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2017. – 273 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: <https://znaniium.com/bookread2.php?book=774201>
4. Молдабаева, М. Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Н. Молдабаева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 332 с. - ISBN 978-5-9729-0327-6. - Режим доступа: <https://znaniium.com/bookread2.php?book=346056>
5. Методическая разработка КППК «Персонал». Аппаратные средства и основы программного обеспечения контроллеров Simatic S7-300/400 [Текст]

Приложение А
Форма титульного листа дипломной работы (проекта)
Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»
Многопрофильный колледж

Направление подготовки _____

Отделение _____

ПЦК _____

Допустить к защите
Заведующий отделением
_____ / _____ / 20__ г.

« ____ » _____

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА (ПРОЕКТ)
X.XXXXXX.XX.ПЗ

Студента _____
(фамилия имя отчество)

На тему _____
(полное наименование темы)

Состав дипломной работы (проекта):

1. Пояснительная записка на _____ страницах
2. Графическая часть на _____ листах

Руководитель _____

Консультанты _____

Рецензент _____

(подпись, дата, должность, ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Студент _____

(подпись)

« ____ » _____ 20__ г.

Приложение Б

Форма задания на выполнение дипломной работы (проекта) Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»
Многопрофильный колледж

Отделение _____

Утверждаю:

Заведующий отделением:

_____/_____/_____/

«_____» _____ 20__ г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА (ПРОЕКТ)

ЗАДАНИЕ

Тема _____

Студенту _____

(фамилия имя отчество)

Тема утверждена приказом № _____ от _____ 20__ г.

Исходные данные к работе (проекту) _____

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломной работе (проекте) _____

Приложение В

Образец заполнения календарного графика подготовки

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»
Многопрофильный колледж

Направление подготовки _____

ПЦК _____

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий отделением

И.О. Фамилия _____

“ _____ ” _____ 20__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

на выпускную квалификационную работу
(дипломной работы (проекта))

Тема _____

Студент _____

Группа _____

Тема ВКР _____

ФИО студента _____

№ п/п	Наименование этапа работы	Срок представления (недели)	Примечания
1	Формулирование темы, составление предварительного плана работы;	с _____.____.20__ по _____.____.20__	
2	изучение литературы по теме;	с _____.____.20__ по _____.____.20__	
3	выявление и изучение источников по теме;	с _____.____.20__ по _____.____.20__	
4			
5	подготовка обзора источников и литературы;	с _____.____.20__ по _____.____.20__	

6 7	проведение обследования (учреждения, предприятия) или изучение организации, или проблемы;	с _____.____.20_ по _____.____.20_	
8	составление плана;	с _____.____.20_ по _____.____.20_	
9	обобщение и анализ полученных материалов;	с _____.____.20_ по _____.____.20_	
	разработка рекомендаций и обоснование эффективности предлагаемых решений или определение значения разрабатываемой проблемы;	с _____.____.20_ по _____.____.20_	
	представление черновика выпускной квалификационной работы руководителю;	с _____.____.20_ по _____.____.20_	
	корректирование текста по замечаниям руководителя;	с _____.____.20_ по _____.____.20_	
	оформление выпускной квалификационной работы, представление ее руководителю и рецензентам;	с _____.____.20_ по _____.____.20_	
	прохождение предзащиты;	с _____.____.20_ по _____.____.20_	
	подготовка вступительного слова о выполненной работе и ее защита на заседании ГЭК	с _____.____.20_ по _____.____.20_	

Руководитель _____
Подпись Ф.И.О.

Студент _____
Подпись Ф.И.О.

Приложение Г

Форма отзыва руководителя на дипломную работу (проект)

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»
Многопрофильный колледж

ОТЗЫВ

На дипломную работу (проект) студента _____

группы _____

Тема _____

Состав дипломной работы (проекта):

1. Пояснительная записка на _____ страницах

2. Графическая часть на _____ листах

Консультант (ты)

Руководитель _____

Оценка руководителя _____ / _____ /
(подпись, дата) (ФИО)

Приложение Д

Форма рецензии на дипломную работу (проект)

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова»
Многопрофильный колледж

Рецензия на дипломную работу (проект)

Студент _____

Тема _____

Специальность и группа _____

Объем дипломной работы (проекта) _____

Количество листов чертежей _____

Количество листов пояснительной записки _____

Краткое описание дипломной работы (проекта) и принятых решений _____

Отрицательные стороны работы (проекта) _____

Положительные стороны работы (проекта) _____

Оценка конструкторской разработки и графического
оформления _____

Оценка общеобразовательной, технической подготовки и деловых качеств
студента _____

Предлагаемая оценка дипломной работы (проекта) _____

Рецензент _____ / _____ /
(подпись) (ФИО)

« _____ » _____ 20__ г.
(дата)

Приложение Е
Форма листа содержания дипломной работы (проекта)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

- 1.1 Характеристика технологического процесса и конструкции агрегата.
- 1.2 Автоматизация процесса. Задачи управления.
- 1.3 Локальная САР.

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

- 2.1 Анализ существующих методов контроля параметра.
- 2.2 Выбор КИПиА локальной САР.
- 2.3 Монтаж системы измерения параметра.
- 2.4 Расчет статической характеристики методом наименьших квадратов.
- 2.5 Выбор закона регулирования и проверка системы на устойчивость.

3 Организация производства

3.1 Должностные обязанности слесаря КИПиА

3.2 Расчет штата работающих

3.3 Расчет планового фонда заработной платы работающих

4 Экономика производства

4.1 Расчет сметной стоимости

4.2 Расчет себестоимости продукции

4.3 Расчет экономической эффективности САР

5 Экология и охрана труда

5.1 Анализ опасностей и вредностей на проектируемом объекте

5.2 Обеспечение безопасности труда

5.3 Охрана окружающей среды

5.4 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Приложения

Графическая часть

Лист 1 - Функциональная схема автоматизации агрегата

Лист 2- Принципиальная схема локальной САР

Презентация

Приложение Ж

Примеры оформления списка использованных источников

Пример описания стандартов

1 **ГОСТ Р 51705.1-2001.** Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. Требования [Текст]. – Введ. 2001-07-01. – М.: Госстандарт России: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 15 с.

2 **ГОСТ Р 51760-2001.** Тара потребительская полимерная. Общие технические условия [Текст]. – Введ. 2002-01-01 – М.: Госстандарт России: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 59 с.

Пример описания электронного источника

1 http://www.proco.ru/haccp_6.htm

2 Международные профессиональные стандарты внутреннего аудита. – <http://www/iaa-ru.ru/goods/index.html#top>.

Пример описания статьи из журнала, газеты

1 **Аршакуни, В.** Система ХАССП: российской версии – два года. Стандарты и качество [Текст]: научно-технический и экономический журнал/учредитель Госстандарт России. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2003, № 9. – с. 85-87. – ISSN 0038-9692.

2 **Кайшев, В.Г.** Состояние и развитие продовольственного комплекса России. Пищевая промышленность [Текст]: научно-технический журнал/учредитель «Пищепромиздат». – М.: Пищевая промышленность, 2006, № 3. – с. 6-8. – ISSN 0235-2486.

Пример описания книги одного автора

1 **Криштофович, В.И.** Товароведение и экспертиза продовольственных товаров [Текст]: учебник / В.И. Криштофович. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К⁰», 2008. – 592 с. – ISBN 978-5-91131-495-8.

2 **Семакин, И.Г.** Основы алгоритмизации и программирования [Текст]: учебник / И.Г. Семакин. – М.: «Академия», 2008. – 280 с.

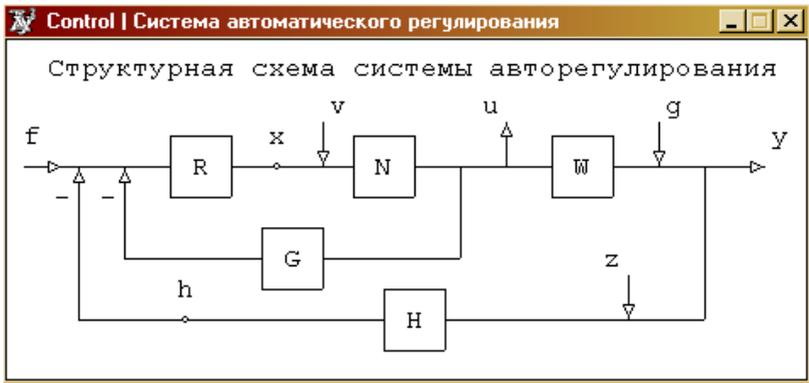
Пример описания книги под редакцией

1 **Магомедов, М.Д.** Управление качеством в отраслях пищевой промышленности [Текст]: учебное пособие / М.Д. Магомедов, А.В. Рыбин. – М.: «Дашков и К⁰», 2006. – 192с. – ISBN 5-94798-892-5.

2 **Ребезов, М.Б.** Экономика предприятия молочной промышленности [Текст]: учебное пособие / М.Б. Ребезов, С.В. Манылов, А.Н. Зайцев. – Магнитогорск: МГТУ, 2007. –123 с.

Пример описания книги под заглавием

1 **Математика** [Текст]: учебное пособие / Ю.М. Данилов, Л.Н. Журбенко, Г.А. Никонова и др.; под ред. Л.Н. Журбенко, Г.А. Никоновой. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 496 с.: ил., табл.



- f – задающее воздействие
- R – регулятор
- x – входная величина объекта
- v – возмущение по управляющему воздействию
- N – нелинейный элемент (x – линейная система)
- u – управляющее воздействие
- W – объект управления
- g – возмущение по нагрузке
- y – выходная величина
- z – возмущение по каналу измерения
- H – обратная связь ($H = 1$)
- h – сигнал обратной связи
- G – местная обратная связь ($G = 0$)

Приложение И

Порядок работы с прикладной программой ТАУ 3 Linsys

1. Открыть папку ТАУ 3;
2. Найти программу Linsys;
3. Запустить Linsys, должно открыться следующее окно:

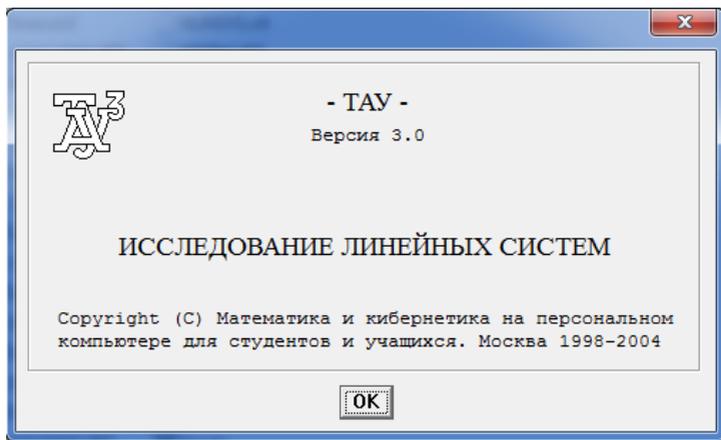


Рисунок 1.

4. Нажать Ок, откроется окно:

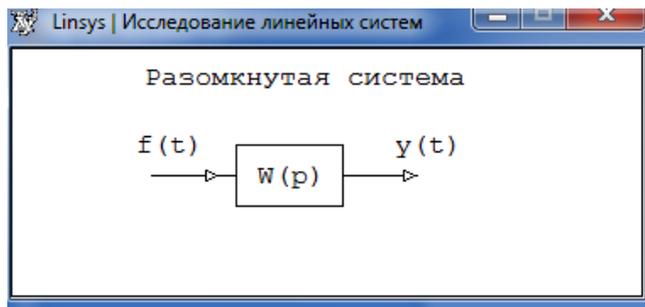


Рисунок 2.

5. Щелкните правой кнопкой мыши, выйдет следующее поле:

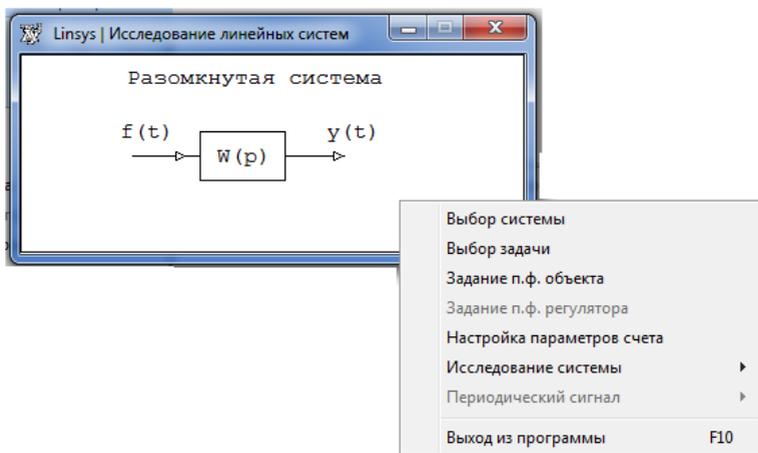


Рисунок 3.

6. Выбрать «задание п.ф. (передаточной функции) объекта, появится таблица:

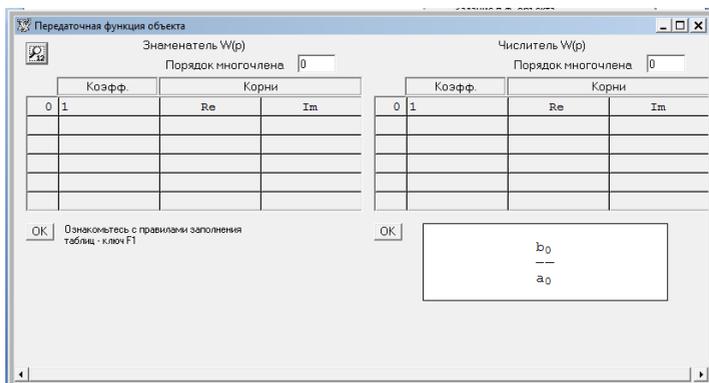


Рисунок 4.

7. В поле «Знаменатель» задать порядок многочлена 2, т.к. рассчитывается аппроксимация модели 2 порядка. После ввода или введения каких-либо изменений **обязательно** нажать Ок как в знаменателе, так и в числителе. Числитель остается без изменений:

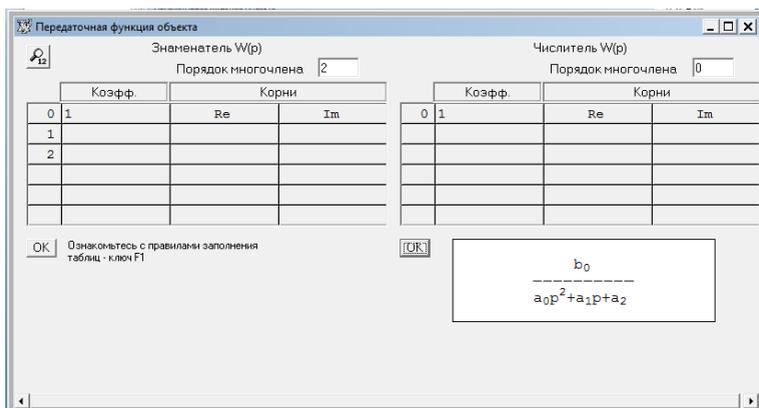


Рисунок 5.

8. В низу таблицы в поле появится передаточная функция модели 2 порядка. Для ее реализации необходимо ввести коэффициенты b_0 , a_0 , a_1 , a_2 . Для решения поставленной задачи необходимо вспомнить передаточную функцию инерционного звена второго порядка с разными постоянными времени:

$$W(p) = \frac{K_{об}}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)} = \frac{K_{об}}{T_1 T_2 p^2 + p(T_1 + T_2) + 1}.$$

Таким образом, можно провести соответствие между коэффициентами программы и коэффициентами передаточной функции звена:

$$\begin{aligned} b_0 &= K_{об}, \\ a_0 &= T_1 T_2, \\ a_1 &= T_1 + T_2, \\ a_2 &= 1. \end{aligned}$$

Постоянные времени T_1 и T_2 находятся по методическим рекомендациям из пункта 2.6.1.

9. После расчета требуемых величин их необходимо внести в числитель и знаменатель таблицы (рис. 5). Для этого заполняется графа «Коэффициенты», причем 0 соответствует коэффициенту a_0 , b_0 , 1 - a_1 , 2 - a_2 . После ввода чисел, необходимо **обязательно** нажать Ок как в знаменателе, так и в числителе. Таблицу можно закрывать.

10. Щелкнув правой кнопкой мыши (рис.3), выбрать «исследование системы»:

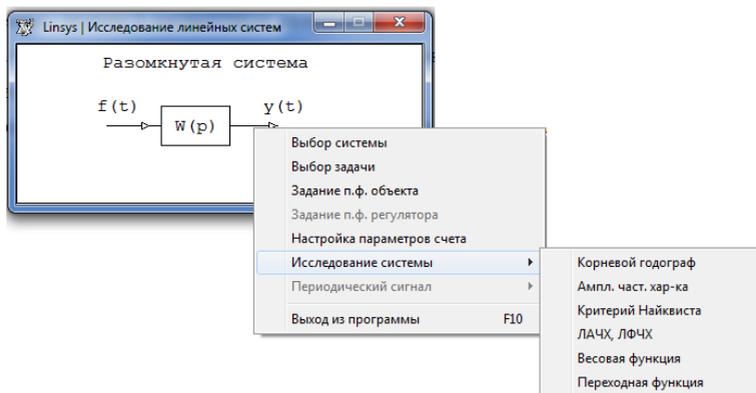


Рисунок 6.

11. Выбрать «Переходная функция». Появится переходная характеристика модели второго порядка (рис. 7). Выбор соответствующей области данных можно выбрать, щелкнув правой кнопкой мыши на поле функции, при этом выйдет окно (рис. 8):

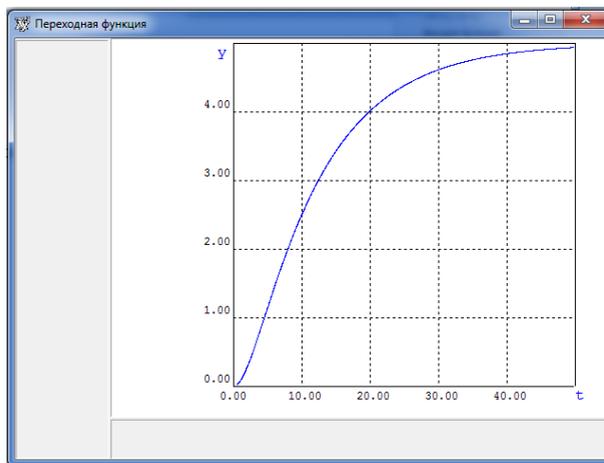


Рисунок 7.

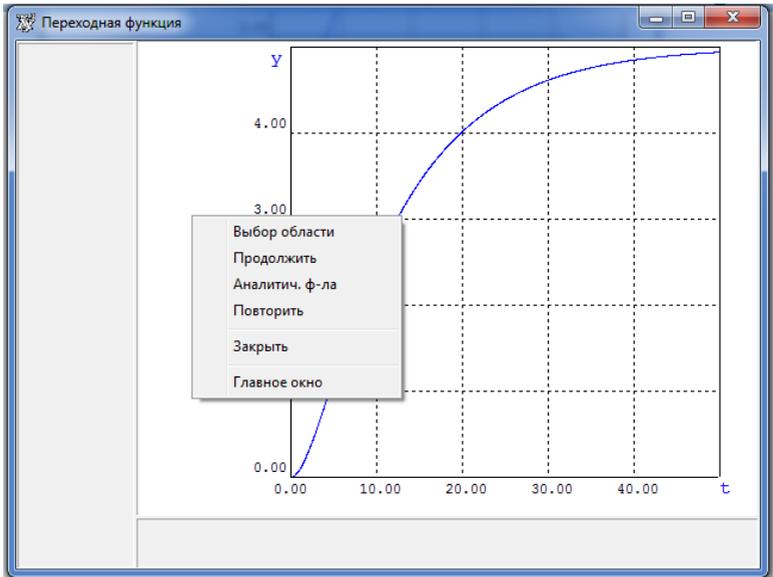


Рисунок 8.

12. Полученный процесс оцифровывается и переносится в программу Excel.

13. Пункт 2.6.1 заканчивается сравнением реальной характеристики с полученной.

14. Аналогично выполняется пункт 2.6.2 для модели второго порядка с одинаковыми постоянными времени.

Передаточная функция инерционного звена с одинаковыми постоянными времени имеет вид:

$$W(p) = \frac{K_{об}}{(Tp + 1)(Tp + 1)} = \frac{K_{об}}{T^2 p^2 + 2Tp + 1}.$$

Коэффициенты определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} b_0 &= K_{об}, \\ a_0 &= T^2, \\ a_1 &= 2T, \\ a_2 &= 1. \end{aligned}$$

Приложение К

Порядок работы с прикладной программой ТАУ 3 Control

1. Открыть папку ТАУ 3;
2. Найти программу Control;
3. Запустить Control, должно открыться следующее окно:

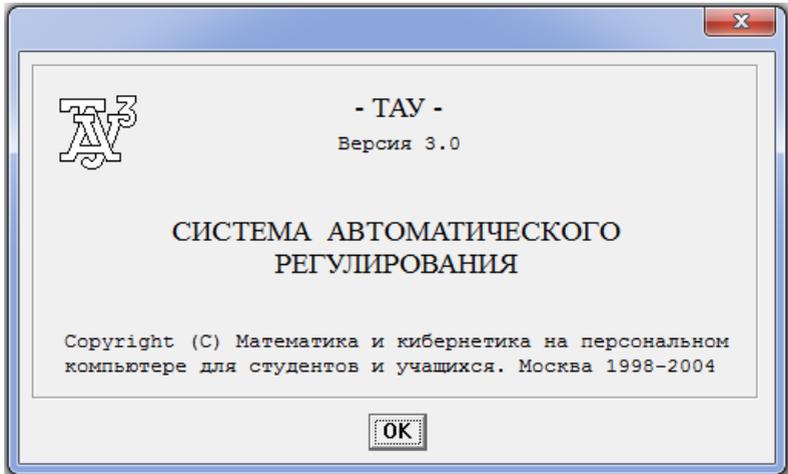


Рисунок 1.

4. Нажать Ок, откроется окно:



Рисунок 2.

5. Щелкнув правой кнопкой мыши, выйдет следующее поле:

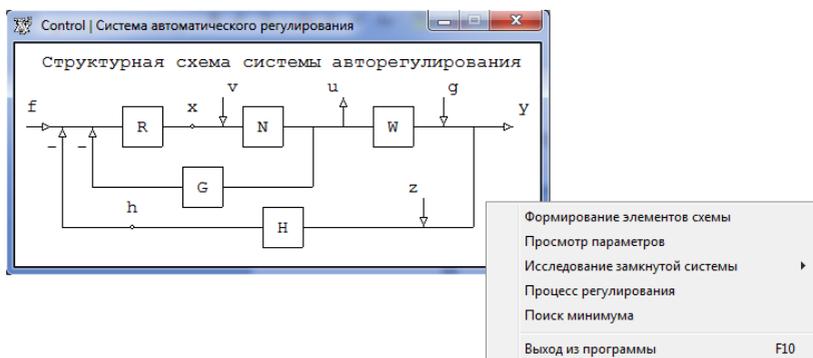


Рисунок 3.

6. Выбрать «Формирование элементов схемы».

7. Задать задающее воздействие f (ввести 1). После ввода или введения каких-либо изменений **обязательно** нажать Ок:

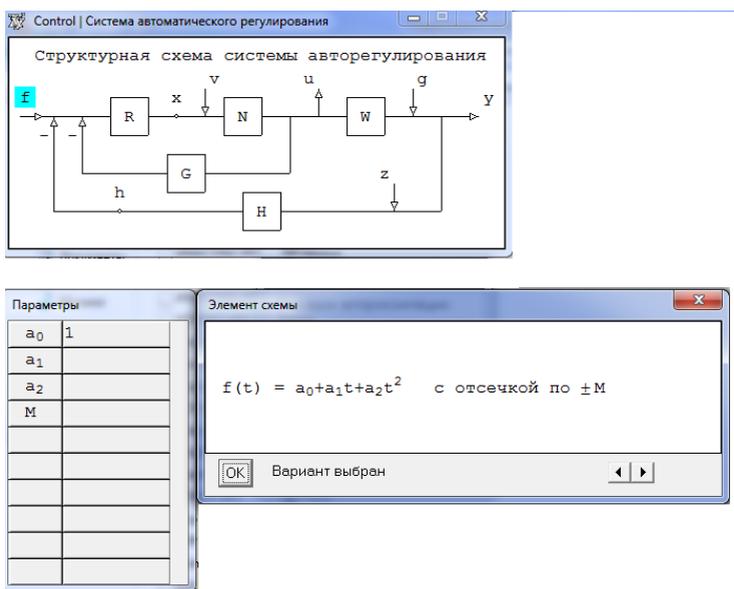


Рисунок 5.

8. Затем необходимо задать объект W . Для этого задается следующая передаточная функция:

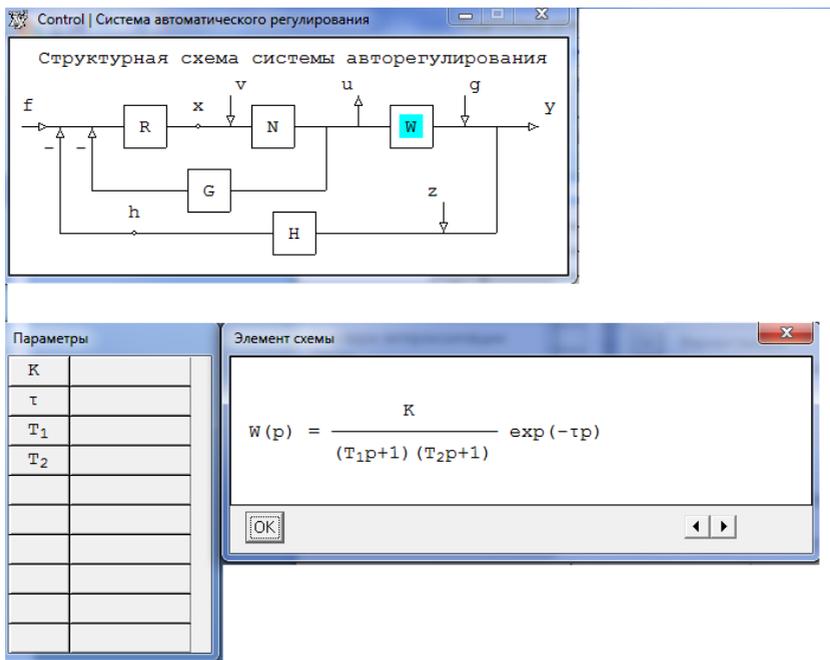


Рисунок 6.

где $K = K_{\text{ОБ}} = \Delta Y$

T_1 и T_2 – это значения постоянных времени, рассчитанных в пунктах 2.5 или 2.6 (выбрать по модели с наименьшей квадратичной ошибкой)

$\tau_p = \tau_M$ из пункта 2.5

После ввода чисел, необходимо **обязательно** нажать Ок.

9. После этого задается регулятор R. Для ПИ-регулятора выбирается следующая передаточная функция:

где $K = K_p$ (рассчитывать по формуле из пункта 2.8.1)

$b_7 = a_8 = T_{\text{из}}$ (рассчитывать по формуле из пункта 2.8.1)

$b_8 = 1$

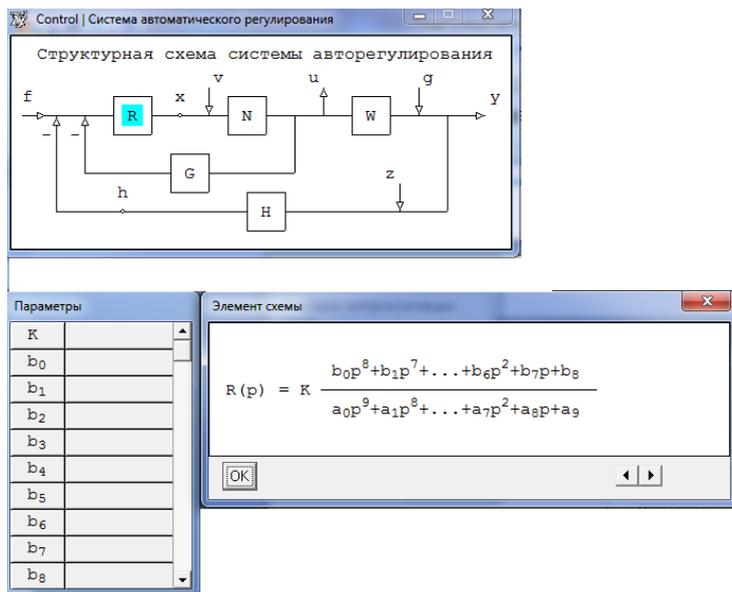


Рисунок 7.

После ввода чисел, необходимо **обязательно** нажать Ок
 10. После, щелкнув правой кнопкой мыши, появится окно (рис. 3),
 выбрать «Процесс регулирования», нажать Ок:

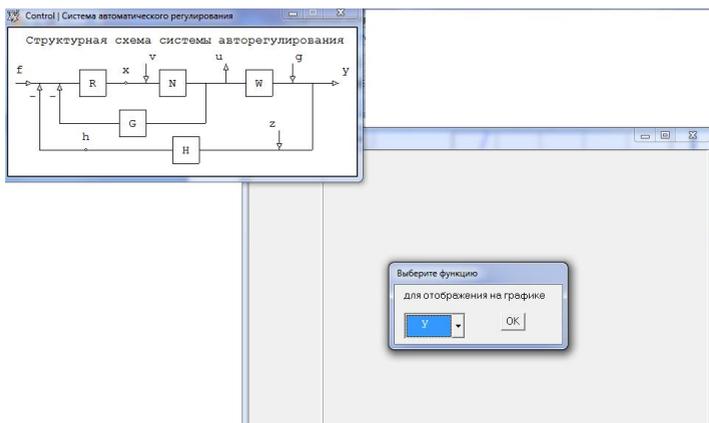


Рисунок 8.

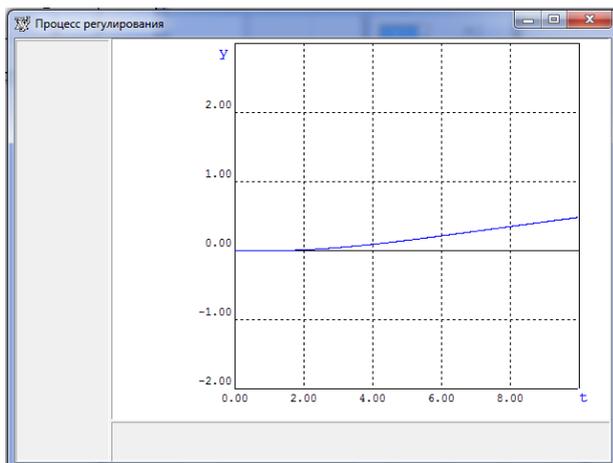


Рисунок 9.

11. При помощи выбора области ввести необходимые значения по оси X и Y.

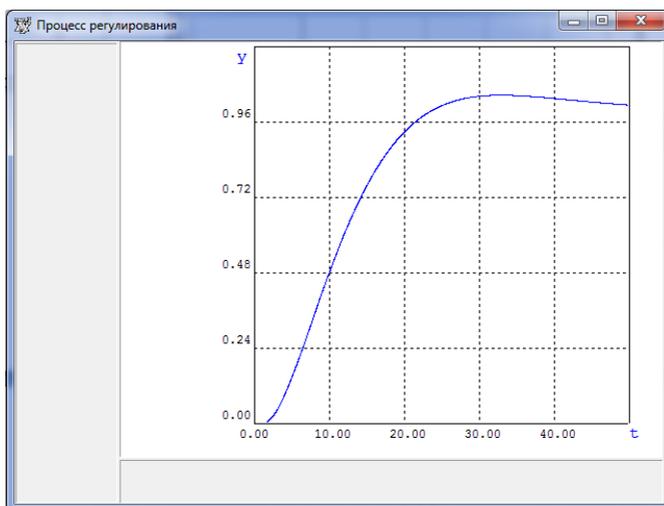


Рисунок 10.

12. Далее по полученной характеристике определяются прямые показатели качества (см. пункт 2.8.1).

13. После определения показателей определяются частотные показатели качества. Для этого закрыть график и выполнить пункт 5, выбрать

исследование замкнутой системы, критерий Найквиста:



Рисунок 11.

Появится следующая таблица:

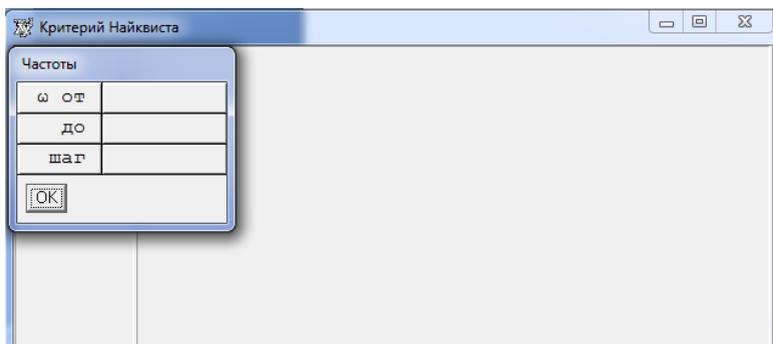


Рисунок 12.

Частота подбирается произвольно. Итогом будет получение АФЧХ системы:

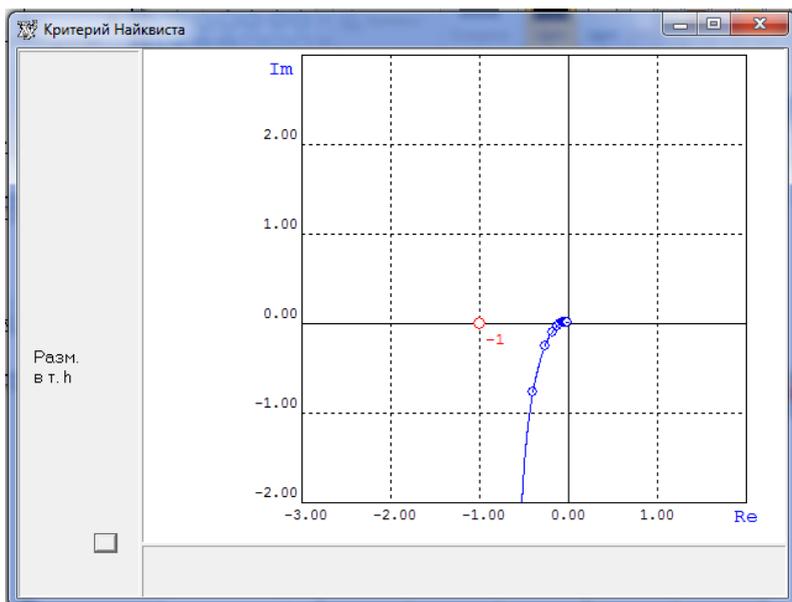


Рисунок 13.

14. Далее по полученной АФЧХ определяются частотные показатели качества (см. пункт 2.8.3.2).

15. Для ПИД - регулятора выбирается следующая передаточная функция:

где $K_1 = K_p$ (рассчитывать по формуле из пункта 2.8.2)

$K_2 = K_{p1}$ (рассчитывать из лекций по регуляторам)

$K_3 = K_{p2}$ (рассчитывать из лекций по регуляторам)

$T = T_d$ (рассчитывать по формуле из пункта 2.8.2)

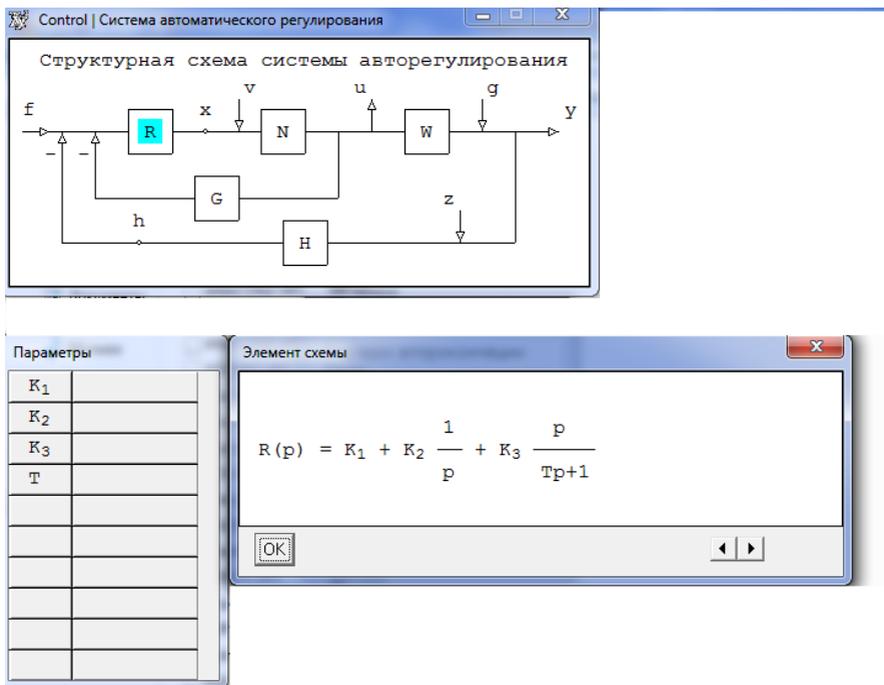


Рисунок 14.

- После ввода чисел, необходимо **обязательно** нажать Ок.
15. Затем выполняются пункты с 10 по 14.
 16. Итогом пункта 2.8 является заполнение таблиц 4 и 5.
 17. К каждой таблице формулируется вывод о выборе регулятора.