

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»  
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой  
«ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ АВТОМАТИКА ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ»

Протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
Автор: \_\_\_\_\_

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ С МЕТОДИЧЕСКИМИ  
УКАЗАНИЯМИ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Технические средства автоматизации и управления**

**Уровень ВО:** *Бакалавриат*

**Форма обучения:** *Заочная*

**Курс:** *4*

**Специальность/Направление:** *27.03.04 Управление в технических системах (УТб)*

**Специализация/Профиль/Магистерская программа:** *(УТ) Системы и технические средства автоматизации и управления*

Москва

## ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Название проекта: «Синтез и исследование системы автоматического регулирования параметров технологического процесса с передачей информации по телемеханическому каналу связи»

В процессе выполнения задания студенту необходимо:

1. Разработать устройства организации телемеханического канала связи между пунктом управления и объектом управления, осуществить их настройку и исследовать их характеристики. Для этого:
  - синтезировать структурные схемы кодирующего и декодирующего устройства для передачи сообщений по телемеханическому каналу в заданном помехозащищенном коде;
  - разработать модели канала связи с возможностью имитации ошибок при передаче данных, а также анализатора, для оценки достоверности передачи данных при наличии ошибок;
  - рассчитать корректирующие способности заданного помехозащитного кода и оценить достоверность передачи данных при известной вероятности одиночных искажений символов.
2. Для объекта управления с заданными характеристиками разработать структурную схему системы автоматического регулирования замкнутого типа, осуществить её настройку и анализ качества регулирования. Для этого:
  - по кривой разгона определить характеристики объекта управления;
  - выбрать тип регулятора и настроить его параметры для обеспечения заданных показателей качества переходного процесса, снять и проанализировать характеристики процесса регулирования.
3. Синтезировать модель передачи уставок параметров технологического процесса по заданной программе и получить график процесса регулирования при отсутствии искажений в канале связи;
4. Сформировать перечень технических характеристик разработанной системы.
5. Сформулировать выводы по работе.

Исходные данные для выполнения курсового проекта:

- количество передаваемых уставок по телемеханическому каналу связи – 16
- в случае обнаружения ошибок в принимаемом сообщении должна использоваться уставка с десятичным номером «0»;
- используемый для передачи сообщений помехозащитный код, а также режим работы декодирующего устройства определяются из таблицы 1 по предпоследней и последней цифре шифра студента (самой правой) соответственно

Таблица 1

Предпоследняя цифра шифра	Помехозащитный код	Последняя цифра шифра	Режим работы
0	Инверсный код	0	Обнаружение ошибок
1	Инверсный код	1	Обнаружение и исправление ошибок
2	Модифицированный код Бауэра	2	Обнаружение ошибок
3	Модифицированный код Бауэра	3	Обнаружение и исправление ошибок
4	Код Хемминга	4	Обнаружение ошибок
5	Код Хемминга	5	Обнаружение и исправление ошибок
6	Модифицированный код Хемминга	6	Обнаружение ошибок
7	Модифицированный код Хемминга	7	Обнаружение и исправление ошибок
8	Модифицированный код Бауэра	8	Обнаружение ошибок
9	Модифицированный код Хемминга	9	Обнаружение и исправление ошибок

– вероятности искажения одиночных символов в канале связи определяются младшим символом суммы предпоследней и последней цифр шифра студента из таблицы 2

Таблица 2

Младший символ суммы предпоследней и последней цифр шифра	Вероятность искажения символа
0	0.01
1	0.05
2	0.03
3	0.07
4	0.04
5	0.02
6	0.09
7	0.06
8	0.08
9	0.1

– характеристики каждого из используемых помехозащитных кодов для проведения расчетов приведены в таблице 3

Таблица 3

Помехозащитный код	Количество различных сообщений	Общее количество символов в сообщении	Минимальное кодовое расстояние
Инверсный код	16	8	4
Модифицированный код Бауэра	16	8	4
Код Хемминга	16	7	3
Модифицированный код Хемминга	16	8	4

– время моделирования для всех вариантов равно 12.8 сек, максимальный шаг моделирования равен 0.01 сек.

– программа изменения уставок заданного параметра технологического процесса с шагом 0.1 сек представлена в таблице 4 вектором данных и определяется младшим символом произведения предпоследней и последней цифр шифра студента (вектор программы должен начинаться выполняться левым символом, а заканчиваться – правым символом программы).

Таблица 4

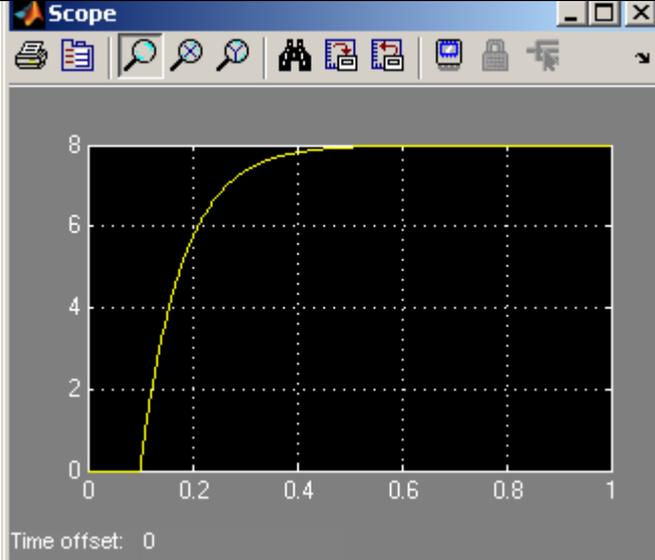
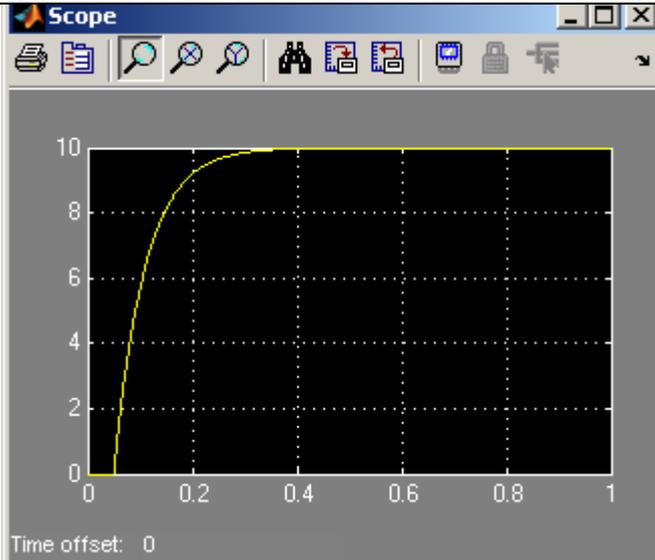
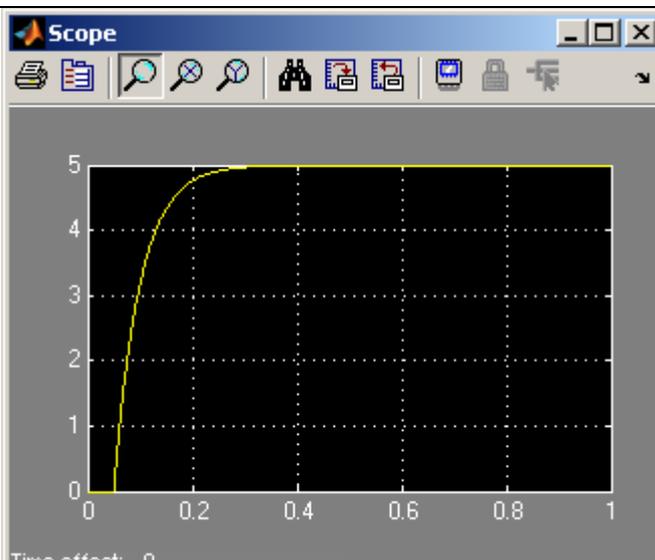
Младший символ произведения предпоследней и последней цифр шифра	Программа изменения уставок
0	[1111222255588]
1	[3331122223333]
2	[4444442222211]
3	[2211122222111]
4	[555553333222]
5	[6666677333333]
6	[9999977773333]
7	[7777776666655]
8	[8888884499999]
9	[222222333322]

– тип регулятора определяется в зависимости от четности последней цифры шифра студента: ПИ – нечетная, ПИД – четная.

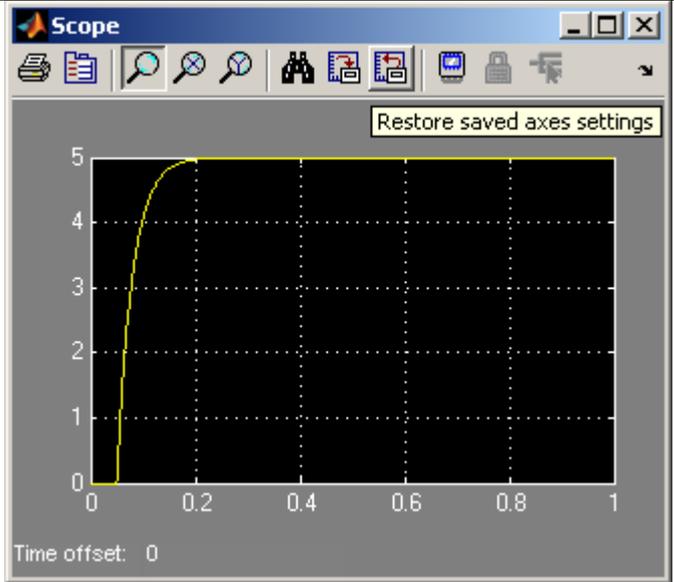
– типовой переходной процесс в зависимости от четности предпоследней цифры: с 20% перерегулированием – нечетная, с минимумом средней квадратичной ошибки – четная.

– кривая разгона объекта регулирования определяется младшим символом произведения предпоследней и последней цифр шифра студента из таблицы 5.

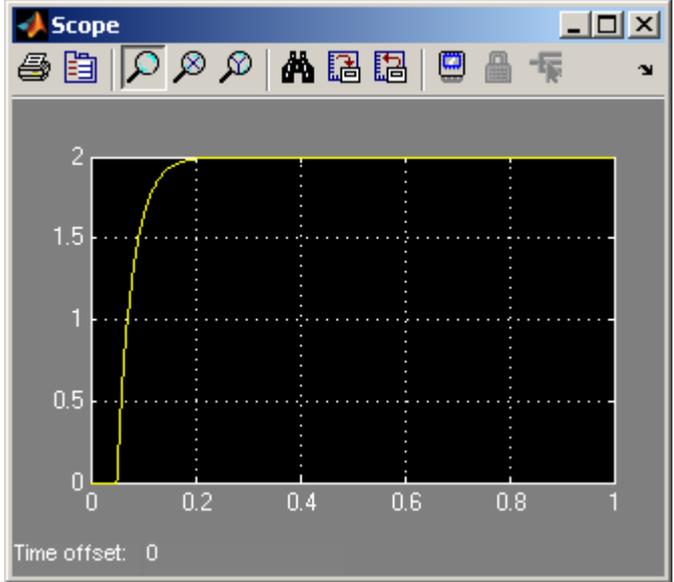
Таблица 5

<p>Младший символ произведения предпоследней и последней цифр шифра</p>	<p>Кривая разгона</p>
<p>0</p>	 <p>Scope window showing a curve starting at (0,0) and rising to a steady state value of 8. The x-axis is labeled from 0 to 1, and the y-axis from 0 to 8. The curve reaches 8 by approximately x=0.4. Time offset: 0</p>
<p>1</p>	 <p>Scope window showing a curve starting at (0,0) and rising to a steady state value of 10. The x-axis is labeled from 0 to 1, and the y-axis from 0 to 10. The curve reaches 10 by approximately x=0.4. Time offset: 0</p>
<p>2</p>	 <p>Scope window showing a curve starting at (0,0) and rising to a steady state value of 5. The x-axis is labeled from 0 to 1, and the y-axis from 0 to 5. The curve reaches 5 by approximately x=0.4. Time offset: 0</p>

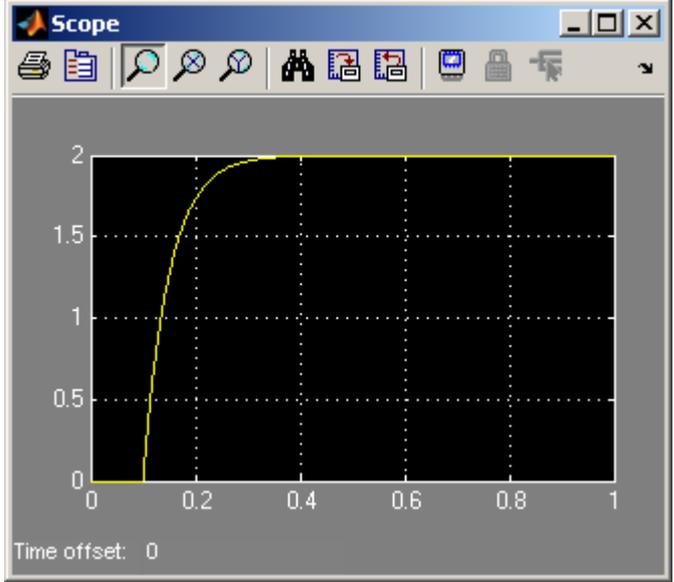
3



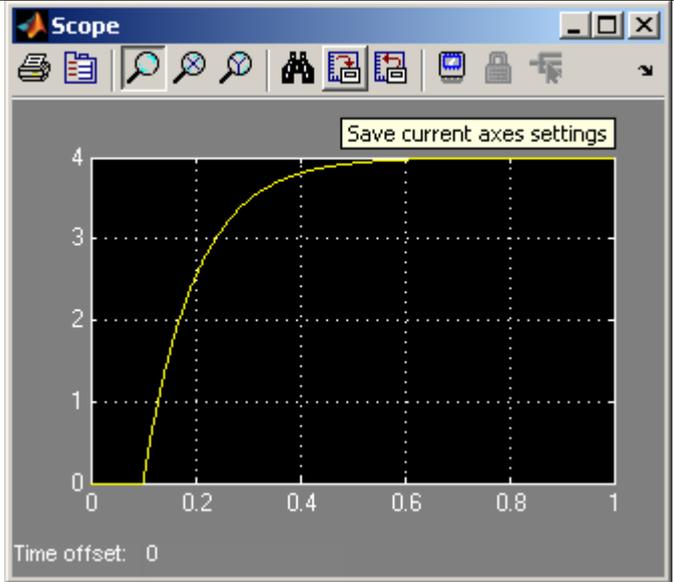
4



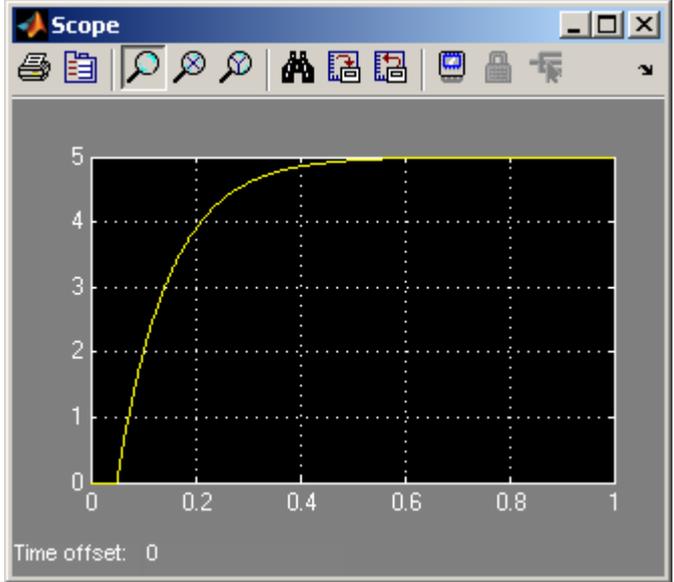
5



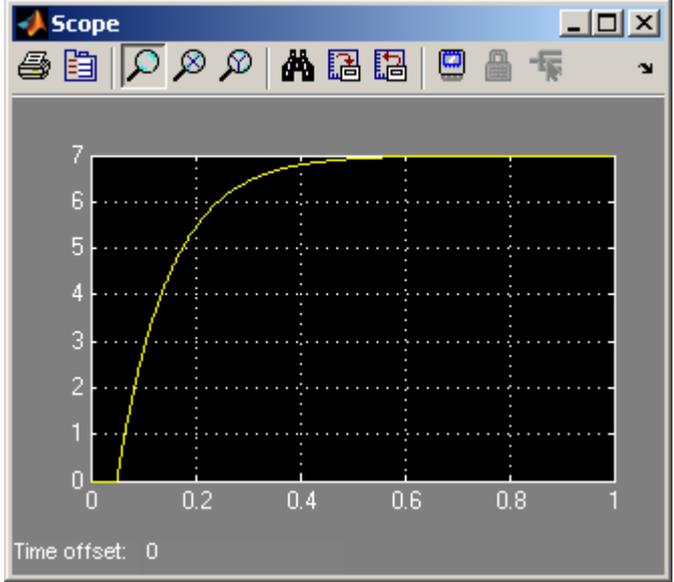
6

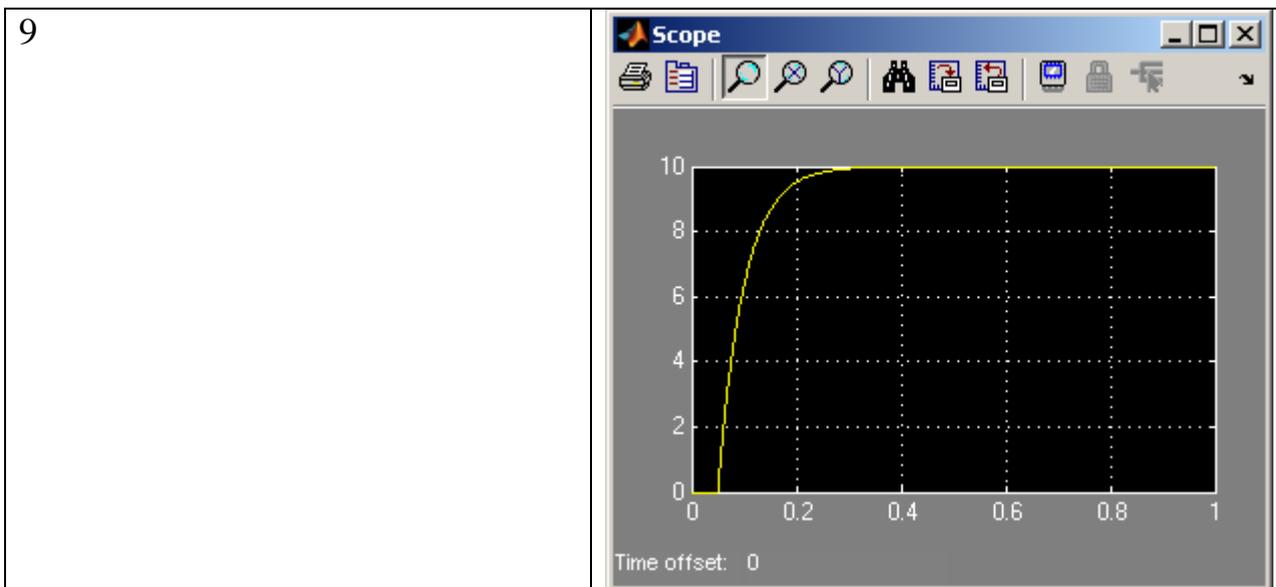


7



8





– закон изменения возмущения во времени определяется предпоследней цифрой шифра студента из таблицы 6

Таблица 6

Предпоследняя цифра шифра	Закон изменения и его параметры
0	Синусоида с амплитудой 2, фазой 0 и периодом 0.5
1	Однополярные прямоугольные импульсы с амплитудой 3 и периодом 0.5
2	Линейно возрастающий сигнал с коэффициентом наклона линии 0.5
3	Линейно убывающий сигнал с коэффициентом наклона линии -0.5
4	Ступенчатое воздействие амплитудой 2 в возникающее момент времени 6 сек
5	Ступенчатое воздействие амплитудой 4 в исчезающее момент времени 6 сек
6	Синусоида с амплитудой 3, фазой 0 и периодом 0.25
7	Однополярные прямоугольные импульсы с амплитудой 1 и периодом 0.25
8	Линейно возрастающий сигнал с коэффициентом наклона линии 1
9	Синусоида с амплитудой 1, фазой 0 и периодом 0.25

Сведения о параметрах настроек регуляторов приведены в таблице 7

Таблица 7

Тип регулятора	Типовой переходный процесс		
	Апериодический	С 20% перерегулированием	$\min \int \Delta y^2 dt$ (с 40% перерегулированием)
И	$K_p = \frac{1}{4.5 \cdot K_o \cdot T_o}$	$K_p = \frac{1}{1.7 \cdot K_o \cdot T_o}$	$K_p = \frac{1}{1.7 \cdot K_o \cdot \tau_o}$
П	$K_p = \frac{0.3 \cdot T_o}{K_o \cdot \tau_o}$	$K_p = \frac{0.7 \cdot T_o}{K_o \cdot \tau_o}$	$K_p = \frac{0.9 \cdot T_o}{K_o \cdot \tau_o}$
ПИ	$K_p = \frac{0.6 \cdot T_o}{K_o \cdot \tau_o}$ $T_{up} = 0.6 \cdot T_o$	$K_p = \frac{0.7 \cdot T_o}{K_o \cdot \tau_o}$ $T_{up} = 0.7 \cdot T_o$	$K_p = \frac{1.0 \cdot T_o}{K_o \cdot \tau_o}$ $T_{up} = T_o$
ПИД	$K_p = \frac{0.95 \cdot T_o}{K_o \cdot \tau_o}$ $T_{up} = 2.4 \cdot \tau_o$ $T_{np} = 0.4 \cdot \tau_o$	$K_p = \frac{1.2 \cdot T_o}{K_o \cdot \tau_o}$ $T_{up} = 2.0 \cdot \tau_o$ $T_{np} = 0.4 \cdot \tau_o$	$K_p = \frac{1.4 \cdot T_o}{K_o \cdot \tau_o}$ $T_{up} = 1.3 \cdot \tau_o$ $T_{np} = 0.5 \cdot \tau_o$

В таблице:  $K_p$  – статический коэффициент передачи регулятора;

$T_{up}$ ,  $T_{np}$  – время издрома и предварения регулятора соответственно;

$K_o$ ,  $\tau_o$ ,  $T_o$  – статический коэффициент передачи, замедление отклика и постоянная времени объекта регулирования соответственно.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

Цель курсового проекта – закрепление знаний, полученных студентом при самостоятельном изучении дисциплины, получение навыков анализа и синтеза сложных технических объектов, а также оформления результатов экспериментов и отчетов.

Для успешного выполнения курсового проекта студент должен иметь представление о составе, назначении, принципах действия основных элементов и узлов телемеханических систем автоматического управления, методах их проектирования и анализа, уметь производить кодирование и декодирование телемеханической информации с использованием различных видов помехозащитных кодов, знать принципы построения кодеров и декодеров.

Прежде чем приступить к выполнению курсового проекта студент должен изучить соответствующие разделы основной литературы [1, 2]. Пояснительная записка должна быть напечатана на одной стороне листов формата А4. Необходимые чертежи, не требующие распечатки, выполняются карандашом на белой бумаге аналогичного формата. Все листы записки, в том числе, чертежи и таблицы, должны быть сброшюрованы и иметь сквозную нумерацию, указанную в правом верхнем углу каждого листа. Для Замечаний рецензента следует оставлять левое поле шириной 4 см. Остальные поля составляют: верхнее и нижнее – 2 см, правое 1.5 см. Исправления по замечаниям рецензента осуществляют на чистой стороне предыдущего листа напротив соответствующих замечаний. Если исправления на замечания не помещаются на странице, то они должны быть оформлены в виде отдельного раздела «Работа над ошибками», который размещается в конце основной пояснительной записки.

Пояснительная записка должна содержать оглавление, задание и исходные данные по варианту, краткие пояснения к методике решения каждого задания с приложением необходимых чертежей и таблиц. Чертеж должен вставляться в пояснительную записку после той страницы, на которой имеется первая ссылка на него. Пояснения и выводы по выполненной студентом работе должны быть краткими, исчерпывающими и разборчивыми для чтения. В конце пояснительной записки следует привести список использованной при выполнении проекта литературы.

В качестве среды моделирования рекомендуется использовать Simulink в пакете Matlab Systems, либо иную среду с аналогичными функциональными возможностями.

Выполненный курсовой проект должен быть предоставлен преподавателю на рецензию. После рецензирования курсового проекта рецензентом и устранения замечаний по нему, студент в установленные сроки должен осуществить защиту курсового проекта.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Шалягин Д.В., Цыбуля Н.А., Косенко С.С. и др. Устройства автоматики, телемеханики и связи: Учеб. для вузов ж.-д. трансп.; в 2 ч. – М.: Маршрут, 2006
2. Шалягин Д.В., Цыбуля Н.А., Боровков Ю.Г. Автоматика, телемеханика и связь: Уч. пос. Ч.1. Автоматика и телемеханика. – М.:РГОТУПС, 2003.
3. Сапожников В.В., Кравцов Ю.А., Сапожников Вл.В. Теория дискретных устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 2001.
4. Сапожников В.В., Кравцов Ю.А., Сапожников Вл.В. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1995
5. Инструкция: Типы регуляторов. Методика настройки регуляторов. КП Микрол – Ивано-Франковск: 2011.