

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория специальных систем управления

Образовательная программа: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,
профиль: Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовом комплексе

Курс: 4, семестр : 7

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	45
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	63
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

ФГОС введен в действие приказом №200 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭАПУ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Кучер Е. С.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Аносов В. Н.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.19 способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами; в части следующих результатов обучения:	
31. знать эквивалентные формы математического описания линейных, нелинейных и специальных САУ, а также методы и критерии устойчивости систем автоматического управления	
y11. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза заданной САУ	
y17. уметь самостоятельно и целенаправленно выбирать метод синтеза системы автоматического управления техническим объектом	
Компетенция ФГОС: ПК.20 способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций; в части следующих результатов обучения:	
31. знать основные методы анализа и синтеза, особенности исследования динамики и области применения нелинейных, специальных, экстремальных и адаптивных систем управления	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Теория специальных систем управления</i>	
ПК.19.31 знать эквивалентные формы математического описания линейных, нелинейных и специальных САУ, а также методы и критерии устойчивости систем автоматического управления	
1.знать эквивалентные формы математического описания линейных, нелинейных и специальных САУ, а также методы и критерии устойчивости систем автоматического управления	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.19.y11 уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза заданной САУ	
2.уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза заданной САУ	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.19.y17 уметь самостоятельно и целенаправленно выбирать метод синтеза системы автоматического управления техническим объектом	
3.уметь самостоятельно и целенаправленно выбирать метод синтеза системы автоматического управления техническим объектом	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.20.31 знать основные методы анализа и синтеза, особенности исследования динамики и области применения нелинейных, специальных, экстремальных и адаптивных систем управления	
4. знать основные методы анализа и синтеза, особенности исследования динамики и области применения нелинейных, специальных, экстремальных и адаптивных систем управления	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Пространство состояний				

1. Основные понятия о координатах и пространстве состояний. Переход к моделям в пространстве состояний.	0	4	1, 2	Метод пространства состояний. Основные понятия о координатах и пространстве состояний. Естественный характер описания динамических систем в нормальной форме Коши, примеры. Переход к моделям в пространстве состояний от уравнений в виде "вход - выход" и дробно-рациональных передаточных функций (для одноканальных САУ). Метод последовательного программирования (для "правильных" и "неправильных" объектов). Пример формирования модели по структурной схеме САУ.
Дидактическая единица: Модальное управление				
2. Метод модального управления.	0	4	1, 2, 3, 4	Понятие модального управления. Управляемость линейных стационарных систем с позиций модального метода, условия полной управляемости. Неполная управляемость и ее структурная интерпретация, стабилизируемость линейных объектов. Модальное управление при полных измерениях. Структура САУ. Стандартные линейные формы (настройки САУ).
3. Наблюдатели Люенбергера полного порядка	0	4	1, 2, 3, 4	Модальное управление при неполных измерениях. Полная и неполная наблюдаемость, их структурная интерпретация. Наблюдатели Люенбергера полного порядка. Свойства систем с модальным управлением и наблюдателями полного порядка, их структура. и методика синтеза
4. Наблюдатели Люенбергера пониженного порядка	0	4	1, 2, 3, 4	Методика синтеза САУ с наблюдателями пониженного порядка, их свойства и структура.
5. Модифицированный модальный метод.	0	2	1, 2, 3	Преимущества и недостатки модального метода синтеза. О возможности компенсации "левых" нулей одноканального объекта. Модифицированный модальный метод. Пример.

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Модальное управление				
1. Формирование математического описания объекта управления в векторно-матричной форме записи.	0	2	1, 2	Принцип перехода от операторной формы записи математического описания объекта управления к дифференциальной, а после переход к векторно-матричной. Методика проверки условия управляемости. Определить установившиеся значения координат состояния объекта при подаче управляющего и возмущающего воздействий.
2. Синтез системы модального управления.	0	2	1, 2, 3, 4	Синтез системы модального управления с настройкой на стандартное распределение корней характеристического уравнения. Определить установившиеся значения координат состояния системы модального управления при подаче управляющего и возмущающего воздействий.
3. Синтез наблюдателя Люенбергера полного порядка	0	4	1, 2, 3, 4	Синтезировать наблюдатель Люенбергера полного порядка с тем же распределением корней характеристического полинома. Проверка условия наблюдаемости.
4. Синтез наблюдателя Люенбергера пониженного порядка	0	4	1, 2, 3, 4	Синтезировать наблюдатель Люенбергера пониженного порядка.
5. Синтез системы модифицированного модального управления	0	4	1, 2, 3	Произвести синтез замкнутой системы при полных измерениях на основании модифицированного модального метода с распределением корней характеристического полинома и быстрым воздействием
6. Расчет ошибок наблюдения	0	2	1, 2, 3	Определить ошибки наблюдения координат состояния объекта управления, обусловленные действием неконтролируемого возмущающего воздействия на наблюдателя Люенбергера полного и пониженного порядков

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4	32	5
Выполнение РГЗ: расчет, оформление, написание выводов.: Кучер Е. С. Теория нелинейных и специальных систем управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. С. Кучер, В. В. Панкратов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183039 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 4	11	0
Проработка лекционного теоретического материала: Кучер Е. С. Теория нелинейных и специальных систем управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. С. Кучер, В. В. Панкратов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183039 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4	20	2
Повторение материала, полученного на лекционных и практических занятиях: Кучер Е. С. Теория нелинейных и специальных систем управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. С. Кучер, В. В. Панкратов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183039 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Личный типовой сайт; Социальные сети
Консультирование	e-mail; Личный типовой сайт; Социальные сети
Контроль	e-mail; Портал НГТУ; Социальные сети
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Лекция:</i>	5	18
<i>Лабораторная:</i>	0	
<i>Практические занятия:</i>	3	6
<i>РГЗ:</i>	1	56
<i>Зачет:</i>	0	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ПК.19	з1. знать эквивалентные формы математического описания линейных, нелинейных и специальных САУ, а также методы и критерии устойчивости систем автоматического управления	+	+
	у11. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза заданной САУ	+	+
	у17. уметь самостоятельно и целенаправленно выбирать метод синтеза системы автоматического управления техническим объектом	+	+
ПК.20	з1. знать основные методы анализа и синтеза, особенности исследования динамики и области применения нелинейных, специальных, экстремальных и адаптивных систем управления	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Панкратов В. В. Специальные разделы современной теории автоматического управления : учебное пособие / В. В. Панкратов, Е. А. Зима, О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 218, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081289. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".
2. Панкратов В. В. Избранные разделы теории автоматического управления : [учебное пособие для вузов по направлениям подготовки: "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизированные технологии и производства"] / В. В. Панкратов, О. В. Нос, Е. А. Зима ; [Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2011. - 222 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161733
3. Кучер Е. С. Теория нелинейных и специальных систем управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. С. Кучер, В. В. Панкратов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183039. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического управления : [линейные системы, нелинейные системы, импульсные системы, цифровые и адаптивные системы, критерии устойчивости, случайные процессы] / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - СПб., 2004. - 747 с. : ил.
2. Панкратов В. В. Специальные разделы теории автоматического управления. Ч. 1 : учебное пособие / В. В. Панкратов, О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2001. - 47 с. : схемы
3. Востриков А. С. Синтез нелинейных систем методом локализации : [монография] / А. С. Востриков. - Новосибирск, 1990. - 119, [1] с. : ил.

4. Востриков А. С. Основы теории непрерывных и дискретных систем регулирования : учебное пособие / А. С. Востриков, Г. А. Французова, Е. Б. Гаврилов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 476 с. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000118432. - Инновационная образовательная программа НГТУ «Высокие технологии».
5. Аносов В. Н. Программа Matlab 6.5 / Simulink 5 : учебное пособие / В. Н. Аносов, В. В. Наумов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 102, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000067732
6. Кучер Е. С. Адаптивные алгоритмы бездатчикового управления асинхронными электроприводами : [учебное пособие] / Е. С. Кучер, Д. А. Котин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2017. - 150, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234354

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Теория специальных систем управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. С. Кучер, Е. А. Зима, О. В. Нос, В. В. Панкратов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221214. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Matlab Simulink

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс №36	для проведения лабораторных работ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория специальных систем управления

Образовательная программа: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, профиль: Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовом комплексе

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория специальных систем управления приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.19/НИ способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	з1. знать эквивалентные формы математического описания линейных, нелинейных и специальных САУ, а также методы и критерии устойчивости систем автоматического управления	Метод модального управления. Наблюдатели Люенбергера пониженного порядка Основные понятия о координатах и пространстве состояний. Переход к моделям в пространстве состояний. Синтез системы модального управления. Формирование математического описания объекта управления в векторно-матричной форме записи.	РГЗ, раздел 1	Зачет, теоретические вопросы 1-2, практические задачи - 1.
ПК.19/НИ	у11. уметь преобразовывать математическое описание в нужную и удобную форму для анализа и синтеза заданной САУ	Метод модального управления. Наблюдатели Люенбергера полного порядка Наблюдатели Люенбергера пониженного порядка Основные понятия о координатах и пространстве состояний. Переход к моделям в пространстве состояний. Синтез наблюдателя Люенбергера полного порядка Синтез наблюдателя Люенбергера пониженного порядка Синтез системы модального управления. Синтез системы модифицированного модального управления Формирование математического описания объекта управления в	РГЗ, раздел 1	Зачет, теоретические вопросы 1-2, практические задачи - 1.

		векторно-матричной форме записи.		
ПК.19/НИ	у17. уметь самостоятельно и целенаправленно выбирать метод синтеза системы автоматического управления техническим объектом	Метод модального управления. Модифицированный модальный метод. Наблюдатели Люенбергера полного порядка Наблюдатели Люенбергера пониженного порядка Синтез наблюдателя Люенбергера полного порядка Синтез наблюдателя Люенбергера пониженного порядка Синтез системы модифицированного модального управления	РГЗ, раздел 2-4	Зачет, теоретические вопросы 3-15, практические задачи 2-8.
ПК.20/НИ способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	з1. знать основные методы анализа и синтеза, особенности исследования динамики и области применения нелинейных, специальных, экстремальных и адаптивных систем управления	Метод модального управления. Наблюдатели Люенбергера полного порядка Наблюдатели Люенбергера пониженного порядка Синтез системы модального управления.	РГЗ, раздел 2-4	Зачет, теоретические вопросы 16,

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.19/НИ, ПК.20/НИ.

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов относящиеся к теоретической части, второй вопрос из диапазона вопросов практических задач. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из перечня теоретических вопросов.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.19/НИ, ПК.20/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Теория специальных систем управления», 7 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов относящиеся к теоретической части, второй вопрос из диапазона вопросов практических задач. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из перечня теоретических вопросов.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 9

к зачету по дисциплине «Теория специальных систем управления»

1. Методика перехода от операторного математического описания линейных динамических систем к моделям в пространстве состояний.
2. Исследование наблюдаемости линейного объекта (на примере объекта второго порядка, заданного преподавателем).

Утверждаю: зав. кафедрой ЭАПУ _____ проф., Аносов В.Н.
(подпись)

«____» _____ 20 ____ г.

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент не дает определение основных понятий курса и не полно отвечает на вопросы, касающиеся синтеза системы модального управления, оценка составляет *до 5 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент дает определение основных понятий курса, в полном объеме отвечает на вопросы, касающиеся синтеза системы модального управления, оценка составляет *от 2 до 8 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если знает основы разделов структурного и параметрического синтеза наблюдателей Люенбергера, а также способен рассказать способы определения правильности синтеза наблюдателей оценка составляет *от 9 до 14 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент в совершенстве владеет теоретическими основами синтеза не только классической

системы модального управления, но и модифицированной системы модального управления, оценка составляет 15 до 20 *баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Теория специальных систем управления»

Теоретические вопросы

1. Метод пространства состояний в теории автоматического управления.
2. Переход от операторного математического описания линейных динамических систем к моделям в пространстве состояний.
3. Понятия устойчивости, управляемости, стабилизируемости, наблюдаемости (восстанавливаемости) и обнаруживаемости динамических систем.
4. Формирование характеристического полинома объекта управления, математическое описание которого представлено в векторно-матричной форме записи.
5. Модальный метод синтеза линейных стационарных систем.
6. Получение характеристического полинома системы модального управления.
7. Синтез наблюдателей полного порядка.
8. Вывод выражения характеристического полинома наблюдателя полного порядка.
9. Система модального управления замкнутая через наблюдатель полного порядка.
10. Свойства систем с линейными обратными связями и наблюдателями полного порядка.
11. Разделение пространства состояния.
12. Синтез наблюдателей пониженного порядка.
13. Система модального управления замкнутая через наблюдатель пониженного порядка.
14. Преимущества и недостатки "классического" модального метода синтеза. Астатическая система модифицированного модального управления.
15. Синтез астатических систем модифицированным модальным методом.
16. Астатическая система модифицированного модального управления замкнутая через наблюдатели полного и пониженного порядков.

Практические задачи

1. Переход от передаточной функции объекта к его математической модели в пространстве состояний (на примере, заданном преподавателем).
2. Исследование устойчивости линейного объекта (на примере объекта третьего порядка, заданного преподавателем).
3. Исследование управляемости линейного объекта (на примере объекта второго порядка, заданного преподавателем).
4. Исследование наблюдаемости линейного объекта (на примере объекта второго порядка, заданного преподавателем).
5. Синтез САУ модальным методом в условиях полных измерений (на примере объекта второго порядка, заданного преподавателем).
6. Синтез наблюдателя полного порядка (на примере объекта второго порядка, заданного преподавателем).
7. Синтез наблюдателя пониженного порядка (на примере объекта второго порядка, заданного преподавателем).
8. Синтез астатической САУ модифицированным модальным методом (на примере объекта второго порядка, заданного преподавателем).

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Теория специальных систем управления», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты выполняют структурный и параметрический синтез с построением соответствующих графиков переходных процессов по основным разделам РГЗ в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести синтез алгоритмов модального управления замкнутые через наблюдатели как полного порядка, так и пониженного, правильность произведенного синтеза подтвердить результатами цифрового моделирования.

Оцениваемые части:

- параметрический синтез
- структурный синтез
- цифровое моделирование

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГР, отсутствует правильный параметрический синтез алгоритмов модального управления и наблюдения основных координат состояния объекта управления, оценка составляет до 5 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: параметрический и структурный синтез алгоритмов, цифровое моделирование без сопровождения пояснениями и преобразованиями, ответы на заданные вопросы на защите РГР даны правильные, но очень краткие, оценка составляет от 17 до 24 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, параметрический и структурный синтез алгоритмов выполнены в полном объеме, цифровое моделирование сопровождается пояснениями и дополнительными расчетами, ответы на заданные вопросы на защите РГР даны правильные, но неразвернутые, оценка составляет от 25 до 45 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если РГР выполнена в полном объеме с введением пояснений и дополнительными расчетами, а также сформулированы корректные выводы по каждой части РГР, вопросы на защите РГР даны правильные и полные, оценка составляет от 45 до 56 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Р А С Ч Е Т Н О -
Г Р А Ф И Ч Е С К А Я
Р А Б О Т А

по дисциплине "Теория специальных систем управления"

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Утверждаю:
Зав. кафедрой ЭАПУ

“ ____ ” ____ 201__ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Расчетно-графическое задание по дисциплине

“Теория специальных систем управления”

Тема: Синтез линейной САУ модальным методом при полных и неполных
измерениях

Студент: _____ Группа _____

Направление: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

Руководитель расчетно-графического задания

_____/_____/__

Расчетно-графическое задание сдано на проверку

” ____ ” ____ 201__ г.

Расчетно-графическое задание защищено

____ ” ____ ” ____ 201__ г.

Оценка: _____

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок
ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Студент _____ Группа _____

Тема: Синтез линейной САУ модальным методом при полных и неполных измерениях

Исходные данные для проектирования:

- Вариант задания _____
- Параметры элементов структурной схемы _____
- Структурная схема исходного объекта управления

Содержание пояснительной записки:

1. Математическая модель объекта управления
 - 1.1. Представить математическую модель объекта управления в векторно-матричной форме.
 - 1.2. Определить установившиеся значения координат состояния объекта при подаче управляющего и возмущающего воздействий.
 - 1.3. Исследовать методом цифрового моделирования объект управления по управляющему и возмущающему воздействиям.
 - 1.4. Выводы.
2. Синтез системы модального управления
Исходные данные
 - 2.1. Синтезировать алгоритм модального управления заданным объектом при полных измерениях и настройке системы на желаемое распределение корней характеристического полинома.
 - 2.2. Определить установившиеся значения координат состояния системы модального управления при подаче управляющего и возмущающего воздействий.
 - 2.3. Исследовать методом цифрового моделирования систему модального управления с полными измерениями по управляющему и возмущающему воздействиям.
 - 2.4. Выводы.
3. Синтез наблюдателей Люенбергера
Исходные данные
 - 3.1. Синтезировать наблюдатель Люенбергера полного порядка с тем же распределением корней характеристического полинома и среднегеометрическим корнем.
 - 3.2. Синтезировать наблюдатель Люенбергера пониженного порядка с быстродействием, заданным в предыдущем пункте.
 - 3.3. Определить ошибки наблюдения координат состояния объекта управления, обусловленные действием неконтролируемого возмущающего воздействия f на наблюдателя Люенбергера полного и пониженного порядков.
 - 3.4. Исследовать методом цифрового моделирования систему “объект управления – наблюдатель полного порядка” и систему модального управления, замкнутую через наблюдатель полного порядка по управляющему и возмущающему воздействиям.
 - 3.5. Исследовать методом цифрового моделирования систему “объект управления – наблюдатель пониженного порядка” и систему модального управления, замкнутую через наблюдатель пониженного порядка по управляющему и возмущающему

воздействиям.

3.4. Выводы.

4. Синтез системы модифицированного модального управления

4.1 Произвести синтез замкнутой системы при полных измерениях на основании модифицированного модального метода с распределением корней характеристического полинома и быстродействием.

4.2 Исследовать методом цифрового моделирования модифицированную систему модального управления с полными измерениями по управляющему и возмущающему воздействиям.

4.3. Исследовать методом цифрового моделирования модифицированную систему модального управления, замкнутую через наблюдатель полного и пониженного порядков по управляющему воздействию с отклонением по начальным условиям.

4.4. Выводы.

Перечень графического материала:

- Структурные схемы синтезируемых САУ.
- Графики переходных процессов координат состояния.

Руководитель расчетно-графического задания _____/_____/

Задание к исполнению принял _____ ” ____ ” _____ 201__ г.

Варианты структурных схем и параметров объекта управления

№ варианта студента по списку	Вариант структурной схемы	Вариант параметров объекта управления
1	2	3
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	1
7	7	2
8	8	3
9	9	4
10	10	5
11	11	1
12	12	2
13	1	3
14	2	4
15	3	5
16	4	1
17	5	2
18	6	3
19	7	4
20	8	5
21	9	1
22	10	2
23	11	3
24	12	4
25	1	5
26	2	1
27	3	2
28	4	3
29	5	4
30	6	5
31	7	1
32	8	2
33	9	3
34	10	4
35	11	5
36	12	1

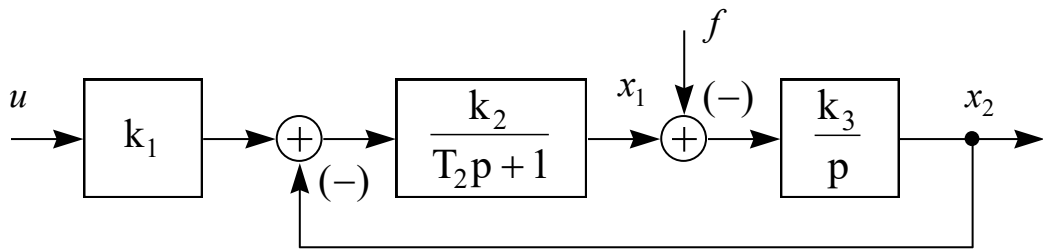
37	1	2
38	2	3
39	3	4
40	4	5
41	5	1
42	6	2
43	7	3
44	8	4
45	9	5
46	10	1
47	11	2
48	12	3
49	1	4
50	2	5
51	3	1
52	4	2
53	5	3
54	6	4
55	7	5
56	8	1
57	9	2
58	10	3
59	11	4
60	12	5

Таблица параметров объектов управления

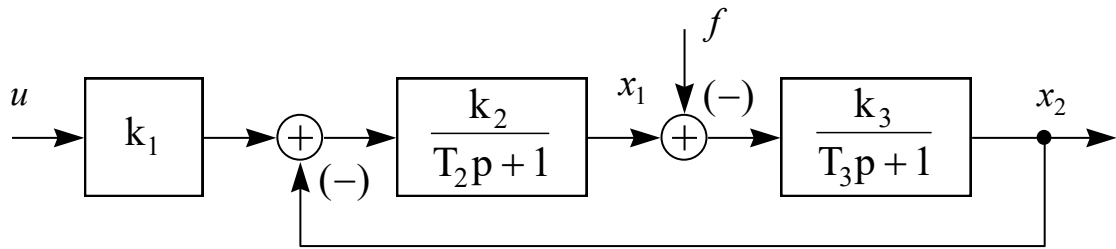
№ варианта параметров	K ₁ о.е.	K ₂ о.е.	K ₃ о.е.	T ₁ с	T ₂ с	T ₃ с
1	2,2	1,5	2,0	1	3	5
2	1,5	1,0	1,2	0,8	3	1,7
3	2,5	1,4	0,7	1,3	2	1
4	3,0	0,8	1,1	0,7	1	1,6
5	2,5	0,7	1,5	1,5	2	0,8

Структурные схемы объектов управления

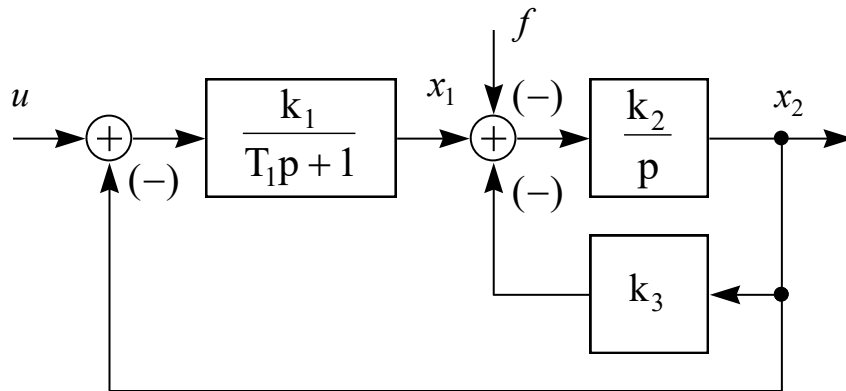
№1



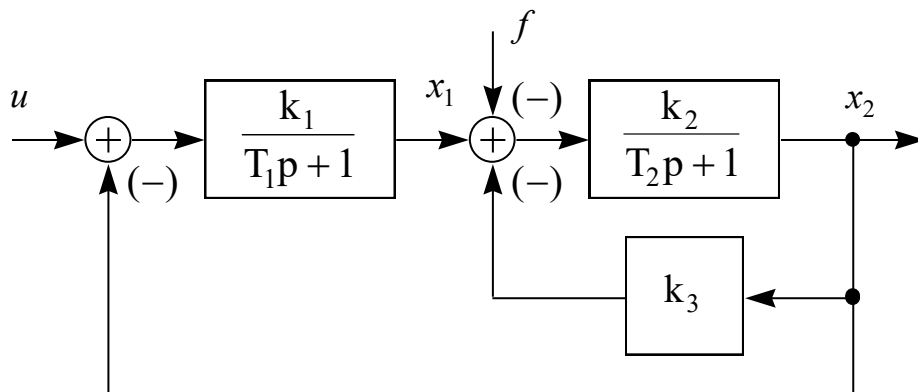
№2



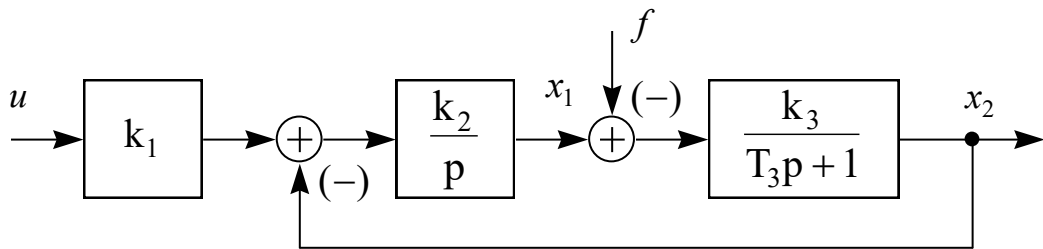
№3



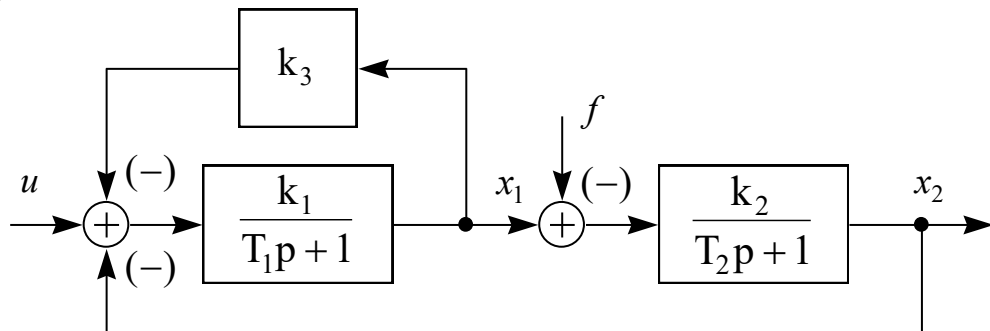
№4



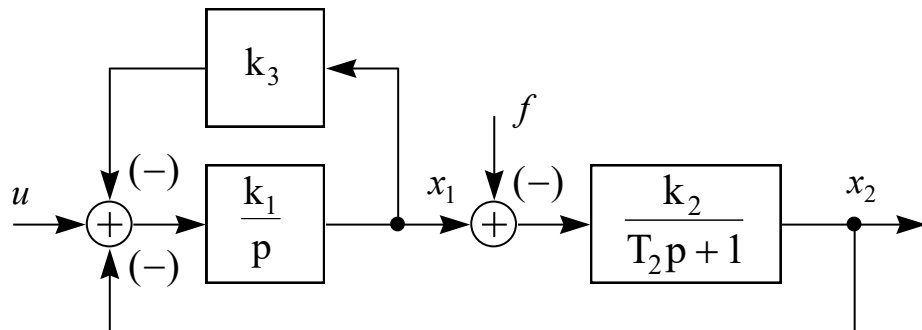
№5



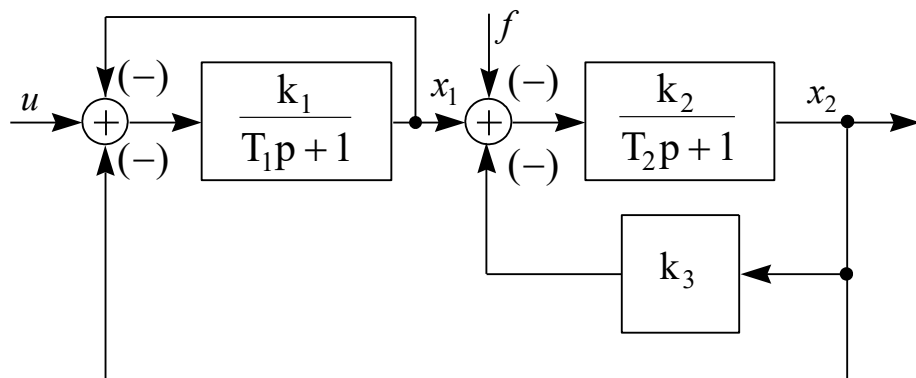
№6



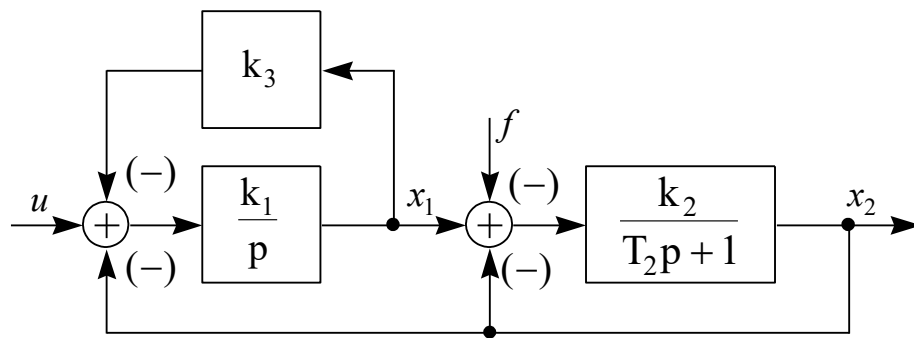
№7



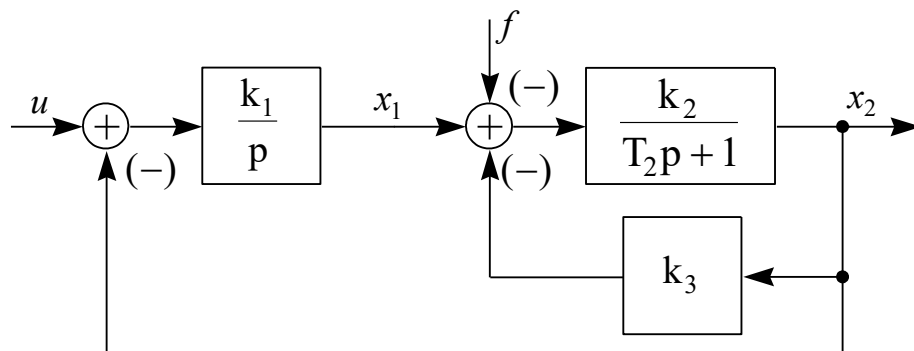
№8



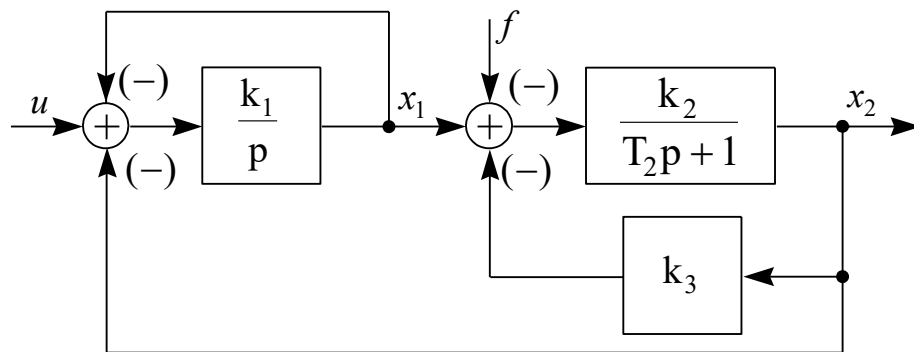
№9



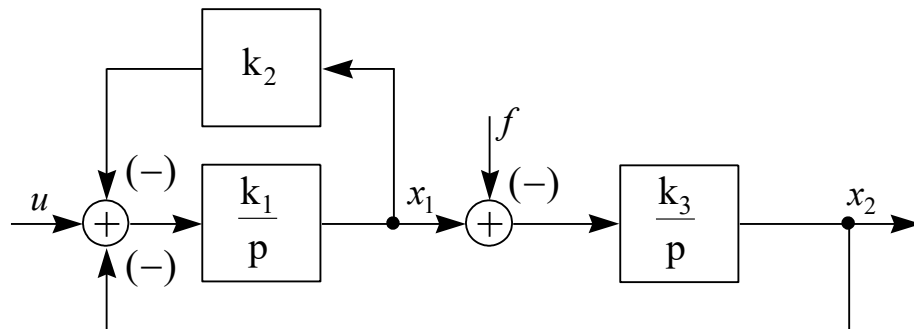
№10



№11



№12



Требования, предъявляемые к оформлению расчетно-графического задания
(ГОСТ 2.105-95)

1. Работа оформляется на одной стороне белой бумаги формата А4.
2. Текст пишется либо от руки, либо с применением любого технического средства. Разный стиль оформления не допускается. Размещение текста на странице: левое поле – 2.5, правое – 1.5, верхнее – 2.0, нижнее – 1.5 см.
3. Страницы текста нумеруются арабскими цифрами. Номер страницы проставляется в правом нижнем углу без точки в конце. Титульный лист и задание на курсовую работу включаются в общую нумерацию, но номера страниц на них не ставятся.
4. В тексте не разрешается сокращение слов и фраз, кроме общепринятых (стр., т.п., САУ, ТАУ и т.п.). При необходимости сокращения какого-либо наименования в тексте предварительно должно быть приведено пояснение. Например: корректирующее устройство (КУ). В дальнейшем может быть использовано указанное сокращение.
5. Наименования разделов, подразделов и пунктов пояснительной записки должны в точности соответствовать заданию на курсовое проектирование.
6. Разделы работы следует начинать с нового листа.
7. Расчёты в пояснительной записке должны предваряться пояснениями и ссылками на литературу.
8. Все расчёты должны производиться по формулам. Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия.
9. Буквенные (символьные) обозначения параметров или переменных не должны повторяться.
10. Формулы сначала записываются в символьном (буквенном) виде, потом вместо каждого символа проставляется его численное значение и затем результат расчёта.
11. Сложные формулы следует упрощать в символьных обозначениях и только потом подставлять численные значения и записывать результат.
12. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку.
13. Формулы нумеруются арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.
14. Расчёты, произведённые на компьютере в каких-либо прикладных программах, должны включаться в пояснительную записку в виде распечаток в полном объёме.
15. Иллюстрации (схемы, графики, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они

- упоминались впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте.
16. Иллюстрации обозначаются словом «Рисунок», затем следует номер рисунка, тире и подрисовочная подпись. Нумеруются иллюстрации арабскими цифрами.
 17. Численные данные повторяющихся расчётов следует сводить в таблицу. Таблицы следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте курсовой работы.
 18. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами. Номер проставляется в правом верхнем углу над таблицей после слова «Таблица». Затем указывается наименование таблицы.
 19. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных страницах, включаются в общую нумерацию страниц.
 20. Список «Литература» должен содержать перечень источников, использованных при выполнении и написании работы. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте работы.
 21. Ссылку на источник следует указывать порядковым номером из списка «Литература», выделенным квадратными скобками. Примеры ссылок - [2]; [5, стр. 12].
 22. В списке «Литература» для каждого источника приводятся: Фамилия И. О. автора, наименование, издательство, год издания и количество страниц. Примеры оформления списка:
 - 1) Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления /В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – СПб: Изд-во Профессия, 2004. – 752с.
 - 2) Аносов В.Н. Программа Matlab 6.5/ Simulink 5: учеб. пособие /В.Н. Аносов, В.В. Наумов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 104с.
 - 3) Теория автоматического управления: метод. указания к лаб. работам №1-5 для студентов III-IV курсов электромеханического факультета всех форм обучения /Новосиб. гос. техн. ун-т; [сост.: В.Н. Аносов, В.В. Наумов]. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 61с.

Структура РГЗ и рекомендации по представлению её к защите

В состав пояснительной записки должны входить:

- обложка,
- титульный лист,
- задание на РГЗ,
- текст пояснительной записки,
- литература,
- приложения (при наличии).

На проверку и защиту РГЗ представляется в полностью готовом и переплетённом виде. Переплёт можно заменить полупрозрачной папкой – скоросшивателем.