МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ								
Проректор по учебной работе								
П. Е. Троян								
«	»	2017 г.						

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Уровень основной образовательной программы – ба	акалавриат					
Направление подготовки 11.03.04 – Электроника и наноэлектроника						
Профиль – «Промышленная электроника»						
Форма обучения очная						
Факультет Электронной техники (ФЭТ)						
Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)						
Курс3 Семестр	5, 6					

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 5	Семестр 6	Всего	Единицы
1.	Лекции	20	0	20	часов
2.	Лабораторные работы	16	0	16	часов
3.	Практические занятия	26	0	26	часов
4.	Курсовой проект	0	24	24	часов
5.	Всего аудиторных занятий	62	24	86	часов
6.	Из них в интерактивной форме	18	4	22	часов
7.	Самостоятельная работа студентов	46	48	94	часов
8.	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
9.	Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена	36	0	36	часов
10.	Общая трудоемкость	144	72	216	часов
	(в зачетных единицах)	4	2	6	ЗЕТ

Экзамен		семестр
Диф. зачет	6	семестр

2

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 11.03.04 – «Электроника и наноэлектроника», профиль «Промышленная электроника», утвержденного приказом № 218 от 12.03.2015 г.

то приказом № 218 от 12.03.2013 г.	
Программа рассмотрена и утверждена протокол N_2 40	а на заседании кафедры «_30_»082016 г
Разработчик доцент кафедры ПрЭ Зав. кафедрой ПрЭ, профессор	Ю.М. Лебедев С.Г. Михальченко
Рабочая программа согласована с фак	культетом
Декан ФЭТ, доцент	А.И. Воронин
Зав. профилирующей кафедрой ПРЭ, профессор	С.Г. Михальченко
Зав. выпускающей кафедрой ПРЭ, профессор	С.Г. Михальченко
Эксперты:	
Председатель методкомиссии ФЭТ, профессор	И.А.Чистоедова
Зам. зав. кафедрой ПРЭ по методической работе, доцент	Н.С. Легостаев

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование представлений о свойствах технических систем с обратными связями, возможностях целенаправленной коррекции показателей качества функционирования таких систем и практическом применении полученных навыков на практике при изучении последующих дисциплин (методы анализа и расчета электронных схем, энергетическая электроника и т.д.).

Задачами изучения дисциплины является освоение методов анализа и синтеза систем автоматического управления техническими объектами.

2. Место дисциплины в структуре ОПП

Дисциплина «Теория автоматического управления» является обязательной дисциплиной вариативной базовой части профессионального цикла (Б1.В.ОД.5) и изучается в пятом и шестом семестрах обучения. Для освоения данной дисциплины необходимы знания, полученные при изучении предшествующих дисциплин – «Математика», изучаемой в третьем и четвёртом семестрах, «Теоретические основы электротехники», изучаемой в третьем и четвертом семестрах.

В результате изучения предшествующих дисциплин студенты должны обладать следующими компетенциями:

- способностью решать задачи анализа и расчёта характеристик электрических цепей (ОПК-3);
- способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9);
- способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

Дисциплина «Теория автоматического управления» является предшествующей для изучения следующих дисциплин:

- методы анализа и расчета электронных схем;
- основы преобразовательной техники;
- энергетическая электроника;
- научно-исследовательская работа;
- учебно-исследовательская работа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3);
- способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-9);
- способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- математический аппарат, применяемый для анализа линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления;
- передаточные функции типовых динамических звеньев систем автоматического управления, их характеристики и варианты практической реализации;
- методы оценки устойчивости линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления;
- основные частотные и временные характеристики линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления и способы их получения;
- способы коррекции точностных, динамических и частотных характеристик линейных непрерывных систем автоматического управления, синтез и выбор последовательных корректирующих устройств (регуляторов);
- методы электронного моделирования линейных непрерывных и дискретных систем автоматического управления;

уметь:

- рассчитывать частотные и временные характеристики линейных непрерывных систем автоматического управления и проводить их анализ;
- синтезировать корректирующие устройства для получения требуемых показателей качества регулирования в одноконтурных и многоконтурных системах автоматического управления;

владеть:

- методикой расчёта статических, частотных и временных характеристик линейных непрерывных систем автоматического управления;
- методикой анализа и синтеза многоконтурных систем электропривода с подчинённым регулированием.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 ЗЕТ (216 часов).

Dyna ywakyay nakamy	Daara waaan	Семестры		
Вид учебной работы	Всего часов	5	6	
Аудиторные занятия (всего)	86	62	24	
В том числе:				
Лекции	20	20	0	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	0	
Практические занятия (ПЗ)	26	26	0	
Курсовой проект (аудиторная нагрузка)	24	0	24	
Самостоятельная работа (всего)	130	46	48	
В том числе:				
На подготовку и сдачу экзамена	36	36	0	
Курсовой проект	72	0	72	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	CPC	Всего часов	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и определения	1	0	0	1	2	ОПК-3
2	Математическое описание линейных непрерывных систем	5	8	4	7	24	ОПК-3 ПК-1
3	Устойчивость линейных САУ	2	7	4	10	23	ОПК-3 ОПК-9
4	Оценка качества регулирования	4	6	4	10	24	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
5	Коррекция динамических характеристик	4	5	4	10	23	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
6	Нелинейные системы	1	0	0	1	2	ОПК-3 ОПК-9
7	Системы дискретного действия	3	0	0	7	10	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
	Итого часов	20	26	16	46	108	

Семестр 6

Курсовой проект.

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Семестр 5

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Тру- доем- кость (час.)	Формируе- мые компетенции
1	2	3	4	5
1	Основные понятия и определения	Предмет дисциплины и ее значение для электроники. Классификация систем автоматического управления (САУ). Принципы управления по отклонению и возмущению	1	ОПК-3

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Тру- доем- кость (час.)	Формируе- мые компетенции
1	2	3	4	5
2	Математическое описание линейных непрерывных систем	Статические характеристики элементов и систем. Дифференциальные уравнения и передаточные функции. Частотные функции и характеристики: амплитудно-фазовая; вещественная; мнимая; амплитудная; фазовая; логарифмические амплитудная и фазовая. Временные функции и характеристики: переходная и импульсная переходная. Классификация типовых динамических звеньев. Минимальнои неминимальнофазовые звенья. Минимальнофазовые динамические звенья и их характеристики (пропорциональное звено, интегрирующее, идеальные дифференцирующее, идеальные дифференцирующее и форсирующее, инерционное, звенья второго порядка). Реализация минимальнофазовых звеньев на операционных усилителях. Понятие структурной схемы, элементы структурных схем, правила преобразования структурных схем. Передаточные функции линей-	5	ОПК-3 ПК-1
3	Устойчивость линейных САУ	ных непрерывных систем Физическое понятие устойчивости. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем. Критерии устойчивости: алгебраический Гурвица и частотные Михайлова и Найквиста. Понятие критического (граничного) значения варьируемого параметра. Оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Понятие и меры запасов устойчивости. Обеспечение заданных запасов устойчивости	2	ОПК-3 ОПК-9

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Тру- доем- кость (час.)	Формируе- мые компетенции
1	2	3	4	5
4	Оценка качества регулирования	Показатели качества регулирования: точность в установив- шемся режиме, длительность переходного процесса, перерегулирование, колебательность. Статические и астатические системы, порядок астатизма. Критерии качества переходного процесса: частотные, корневые, интегральные. Построение переходного процесса путем непосредственного перехода от изображения к оригиналу через обратное преобразование Лапласа. Применение интегрированной системы программирования мath-CAD для построения переходного процесса и решения прочих задач теории автомати-	4	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
5	Коррекция динамических характеристик	Постановка задач стабилизации и коррекции. Последовательная и параллельная коррекция. Последовательные корректирующие звенья (регуляторы): пропорционально-дифференцирующее; пропорционально-интегрирующее; пропорционально-интегро-дифференцирующее. Синтез корректирующих цепей по логарифмическим частотным характеристикам. Параллельная коррекция. Гибкие и жесткие корректирующие обратные связи. Многоконтурные системы подчиненного регулирования с последовательной коррекцией. Применение типовых настроек (на симметричный и технический оптимумы) для синтеза регуляторов в системах подчиненного регулирования	4	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Тру- доем- кость (час.)	Формируе- мые компетенции
1	2	3	4	5
6	Нелинейные системы	Постановка задачи исследования систем с нелинейными статическими характеристиками. Метод фазовой плоскости	1	ОПК-3 ОПК-9
7	Системы дискретного действия	Разновидности дискретных систем: релейные, импульсные, и цифровые. Виды импульсной модуляции. Основы математического описания линейных САУ с амплитудно-импульсной модуляцией: уравнения в конечных разностях и дискретные передаточные функции. Дискретное преобразование Лапласа, Z - преобразование и W - преобразование. Устойчивость дискретных систем. Применение критериев устойчивости для анализа дискретных САУ. Частотные характеристики.	3	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1

Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Тру- доем- кость (час.)	Результат обучения, формируемые компетенции
1	2	3	4	5
2	Курсовой проект	Составление исходной структурной схемы электромеханической системы (ЭМС). Расчет параметров элементов структурной схемы Рекомендации по преобразованию структурной схемы, определению устойчивости и построению переходных характе-	10	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
3		ристик Настройка ЭМС на технический или симметричный оптимум. Разработка схем корректирующих устройств	8	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Тру- доем- кость (час.)	Результат обучения, формируемые компетенции
1	2	3	4	5
4		Разработка модели на операционных усилителях. Проведение эксперимента на модели	5	
		Итого	24	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

No	Наименование обеспечивающих	№№ разделов данной дисциплины							
п/п	(предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	1	2	3	4	5	6	7	
	Предшествующ	ие дис	циплин	ны					
1	Математика		+	+	+	+		+	
2	Теоретические основы электротех- ники	+	+	+	+		+	+	
	Последующие дисциплины								
1	Методы анализа и расчета электронных схем		+	+	+		+		
2	Основы преобразовательной техники	+	+				+	+	
3	Энергетическая электроника	+	+				+	+	
4	Научно-исследовательская работа	+	+	+	+	+	+	+	
5	Учебно-исследовательская работа	+	+	+	+	+	+	+	

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Л	Пр	Лаб	CPC	Формы контроля
ОПК-3	+	+	+	+	Опрос на лекции, отчет.
ОПК-9	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию. Отчет по лабораторной работе. Контрольная работа. Устный ответ на практическом занятии.
ПК-1		+	+	+	Пояснительная записка к курсовому проекту

 $[\]Pi$ – лекция, Πp – практические и семинарские занятия, Π аб - лабораторные работы, Π 0 – самостоятельная работа студента.

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при различных формах занятий в часах.

ФОО Методы	Лекции, часы	Практиче- ские заня- тия, часы	Лабора- торные работы, часы	Курсо- вой про- ект, часы	Все- го, часы
Обратная связь	4	-	-	ı	4
Работа в малых группах	-	4	4	-	8
Круглый стол	2	4	-	4	10
Итого интерактивных заня- тий	6	8	4	4	22

7. Лабораторный практикум

<u>№</u> п/п	№ разделов дисципли- ны	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетен- ции ОК, ПК
1	2	Исследование характеристик типо-	4	ПК-1
		вых динамических звеньев		ОПК-3
2	3, 4	Исследование характеристик стати-	4	ПК-1
		ческих и астатических САУ		ОПК-9
3	5	Параллельная коррекция систем	4	ПК-1
		САУ		ОПК-9
3	5	Последовательная коррекция САУ	4	ПК-1
				ОПК-9
		Итого часов	16	

8. Практические занятия

№ п/п	№ разделов дисципли- ны	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетен- ции ОК, ПК
1	2	Определение передаточных	6	ОПК-3,
		функций схем на пассивных		ПК-1
		элементах и операционных		
		усилителях. Расчет и построение		
		частотных характеристик.		
2	2	Контрольная работа № 1	2	ОПК-3
3	3	Оценка устойчивости, определение	4	ПК-1,
		граничного значения коэффициента		ОПК-9
		передачи		
4	3, 4	Расчет и построение частотных,	4	ПК-1,
		временных и статических		ОПК-9
		характеристик.		
5	3, 4	Контрольная работа № 2	2	ПК-1
6	5	Синтез последовательных	4	ПК-1,ОПК-9
		корректирующих устройств.		

№ п/п	№ разделов дисципли- ны	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетен- ции ОК, ПК
7	5	Контрольная работа № 3	2	
				ПК-1
		Итого часов	24	

В контрольной работе № 1 каждому студенту предлагается индивидуальная электрическая схема на пассивных элементах (резисторах, конденсаторах, индуктивностях). Накопителей энергии в любой схеме два.

В контрольной работе требуется:

- 1) составить систему дифференциальных уравнений, описывающих равновесие в электрической цепи;
 - 2) определить передаточную функцию схемы;
- 3) построить асимптотические логарифмические амплитудную и фазовую частотные характеристики.

В контрольной работе N 2 предлагается структурная схема замкнутой САУ третьего порядка, указываются величины задающего и возмущающего воздействий.

В работе необходимо выполнить следующее:

- 1) определить устойчивость САУ и граничное значение коэффициента передачи, применив один из заданных критериев (Гурвица, Михайлова или Найквиста);
- 2) построить асимптотические логарифмические амплитудную и фазовую частотные характеристики, определить по ним запас устойчивости по фазе.

В контрольной работе № 3 задается структурная схема САУ третьего порядка. Требуется определить передаточную функцию последовательного корректирующего устройства, обеспечивающего для этой САУ заданные значения времени переходного процесса и перерегулирование, разработать схему его реализации на операционных усилителях и рассчитать параметры элементов схемы.

9. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	№ разделов дисципли- ны	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетен- ции	Контроль выполнения работы
1	2	Подготовка к контрольной	2		
		работе № 1			
2	3	Подготовка к	2		Проверка кон-
		контрольной работе № 2			трольных работ
3	5	Подготовка к	2		
		контрольной работе № 3		ОПК-3,	
4	2, 3	Индивидуальное задание № 1	10	ОПК-9, ПК-1	
		«Устойчивость			
		систем автомати-			
		ческого			
		управления»			
5	4	Индивидуальное задание № 2	10		

№ п/п	№ разделов дисципли- ны	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетен- ции	Контроль выполнения работы
		«Частотные и переходные характеристики систем автоматического управления»			Проверка и защита индивидуальных заданий
6	5	Индивидуальное задание № 3 «Последовательная коррекция динамических свойств систем автоматического управления»	8		
7	2	Подготовка к лабораторной работе № 1, выполнение отчета	2		Проверка и защита отчетов по
8	3, 4	Подготовка к лабораторной работе № 2, выполнение отчета	2		лабораторным работам
9	5	Подготовка к лабораторной работе № 3, выполнение отчета	4		
10	6, 7	Подготовка к собеседованию	6		Собеседование
		Итого часов	48		
	Подготовка и	сдача экзамена	36		Экзамен

В индивидуальных заданиях требуется выполнить следующее:

Индивидуальное задание № 1

- 1. Определить передаточные функции разомкнутой и замкнутой САУ по задающему и возмущающему воздействиям, передаточную функцию разомкнутой цепи САУ, характеристический полином замкнутой САУ.
- 2. По критерию устойчивости Гурвица (Михайлова или Найквиста) определить устойчивость замкнутой САУ и граничное значение коэффициента передачи разомкнутой цепи.
- 3. Используя критерий устойчивости Гурвица (Михайлова или Найквиста), построить область устойчивости замкнутой САУ в пространстве варьируемых параметров x_1 и x_2 .
- 4. Определить значение коэффициента передачи разомкнутой цепи, обеспечивающее в замкнутой САУ заданный запас устойчивости по амплитуде ΔG . Построить статические регулировочные и внешние характеристики замкнутой САУ.

Индивидуальное задание № 2

- 1. Рассчитать для разомкнутой цепи САУ амплитудно-фазовую частотную характеристику, логарифмическую амплитудно-частотную характеристику (ЛАЧХ асимптотическую и точную), логарифмическую фазовую частотную характеристику (ЛФЧХ). Определить по указанным характеристикам запасы устойчивости по фазе и амплитуде.
- 2. Рассчитать для замкнутой САУ амплитудную и вещественную частотные характеристики. По полученным характеристикам с использованием частотных критериев качества дать приближенную оценку качества переходного процесса.
- 3. Рассчитать переходные характеристики замкнутой САУ по задающему и возмущающему воздействиям. Сопоставить результаты оценки качества переходного процесса по частотным критериям качества с переходной характеристикой.

Индивидуальное задание № 3

- 1. Синтезировать последовательное корректирующее устройство, которое обеспечило бы заданное время переходного процесса и заданное перерегулирование.
 - 2. Получить передаточную функцию замкнутой скорректированной САУ.
- 3. Построить переходную характеристику скорректированной САУ и проверить обеспечение заданных показателей качества.
- 4. Рассчитать частотные характеристики и произвести по ним оценку качества переходного процесса.
- 5. Разработать электронную модель скорректированной САУ по полученной передаточной функции замкнутой скорректированной САУ и корням характеристического уравнения.
- 6. На электронной модели получить переходную характеристику скорректированной САУ и сравнить ее с расчетной (по основным показателям качества регулирования).

Контрольные вопросы к собеседованию

- 1. Поясните принципы управления по отклонению и по возмущению.
- 2. Понятие передаточной функции САУ.
- 3. Переходная и импульсная переходная характеристиками и связь между ними.
- 4. Частотные характеристики САУ и связь между ними.
- 5. Типовые динамические звенья САУ. Минимально-фазовые звенья и их характеристики.
 - 6. Особые динамические звенья САУ и их отличия от минимально-фазовых звеньев.
 - 7. Как по асимптотической ЛАЧХ САУ восстановить ее передаточную функцию?
- 8. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейных непрерывных САУ. Критерии устойчивости и их применение. Запасы устойчивости и их связь с динамическими характеристиками САУ.
- 9. Особенности исследования устойчивости систем, содержащих звено чистого запаздывания.
- 10. Статические и астатические САУ. Порядок астатизма, его влияние на устойчивость и качество регулирования в САУ.
- 11. Частотные и корневые критерии качества регулирования и их связь с основными динамическими характеристиками САУ.
 - 12. Способы коррекции САУ.
- 13. Порядок синтеза последовательных корректирующих устройств по номограммам Солодовникова.
- 14. Параллельная коррекция САУ. Жесткие и гибкие обратные связи, их реализация и режимы работы.

- 15. Комбинированное управление. Понятие инвариантности и способы ее достижения.
- 16. Оптимальные характеристики САУ. Настройка систем на технический и симметричный оптимумы.
- 17. Классификация дискретных САУ по способам квантования сигналов и модуляции.
- 18. Понятие решетчатой функции. Смещенные решетчатые функции и их назначение. Разности решетчатых функций и разностные уравнения.
- 19. Дискретное преобразование Лапласа. Область существования изображений. Основные свойства дискретного преобразования Лапласа.
- 20. Z-преобразование и его связь с дискретным преобразованием Лапласа. Модифицированное z-преобразование.
- 21. Типовая структура разомкнутой САУ с АИМ, ее состав и передаточная функция.
- 22. Передаточные функции замкнутых САУ с АИМ. Частотные характеристики систем с АИМ и их свойства.
- 23. Необходимые и достаточные условия устойчивости систем с АИМ при их различном математическом описании. Понятие w-преобразования.
- 24. Особенности применения известных критериев устойчивости в системах с АИМ.
 - 25. Косвенные оценки качества переходных процессов в системах с АИМ.

Самостоятельная работа по курсовому проекту

№ п/п	№ раздела дисципли- ны	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудоемкость (час.)	Компетен- ции	Контроль выполнения работы
1	1, 2 (5 ce-	Разработка исходной	4		Представление
	местр)	структуры электро-			структурной
	1 (6 ce-	механической систе-			схемы
	местр)	МЫ			
2	3, 4 (5 ce-	Анализ статических	14		Представление
	местр)	и динамических			2-го раздела
	2 (6 ce-	свойств электроме-			
	местр)	ханической системы			
3	5 (5 ce-	Синтез корректиру-	12		Представление
	местр)	ющих устройств для			3-го раздела
	3 (6 ce-	обеспечения задан-		ОПК-9,	
	местр)	ных показателей ка-		ЛК-1	
		чества функциониро-		111X-1	
		вания			
4	4 (6 ce-	Моделирование	10		Представление
	местр)	скорректированной			модели
		электромеханической			
		системы			
5		Оформление поясни-	10		Защита
		тельной записки и			проекта
		графических матери-			
		алов			
		Итого часов	48		

10. Балльно-рейтинговая система

Таблица 10.1 – Балльная раскладка по дисциплине «Теория автоматического управления» (лекции, практические занятия, лабораторные работы)

Элементы учеб- ной деятельно- сти	Максимальный балл за 1КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Индивидуальные задания	0	20	10	30
Контрольные работы	16	8	0	24
Выполнение и защита лабора- торных работ	0	16	10	28
Собеседование	0	0	10	8
Экзамен	_	_	_	10
Итого максимум за период	16	44	30	100
Нарастающим итогом	16	60	90	100

Экзамен включает в себя 3 вопроса: 2 теоретических по 3 балла и 1 практический 4 балла.

Таблица 10.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки пятого и шестого семестра

Баллы на дату 1-й кон- трольной точки	Оценка	Баллы на дату 2-й кон- трольной точки	Оценка
Сумма баллов > 16	5	Сумма баллов > 44	5
12 < Сумма баллов ≤ 16	4	36 < Сумма баллов ≤ 44	4
7 < Сумма баллов ≤ 12	3	22 < Сумма баллов ≤ 36	3
Сумма баллов ≤ 7	2	Сумма баллов ≤ 22	2

Таблица 10.3 – Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90–100	А (отлично)
	85–89	В (очень хорошо)
4 (хорошо) (зачтено)	75–84	С (хорошо)
	70–74	D (удордотроруто д но)
3 (удовлетворительно)	65–69	D (удовлетворительно)
(зачтено)	60–64	Е (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

11. Курсовой проект

Семестр 6

Курсовой проект по теории автоматического управления базируется на основе обобщенной структуры электромеханической системы с подчиненным регулированием. Индивидуальные варианты формируются включением различных обратных и компенсационных связей, параметрами электродвигателей и электрооборудования, функциональным назначением электропривода.

Результатом проектирования должны быть схемы регуляторов (корректирующих устройств), которые в двух контурах управления обеспечивают заданные показатели качества функционирования (точность в установившемся режиме, время переходных процессов, перерегулирование).

Рейтинговая раскладка курсового проекта

№ п/п	Тематика работы	Баллы (максимум)
1	Разработка исходной структуры электромеханической	8
	системы	
2	Анализ статических и динамических свойств элек-	19
	тромеханической системы	
3	Синтез корректирующих устройств для обеспечения	19
	заданных показателей качества функционирования	
4	Моделирование скорректированной электромехани-	19
	ческой системы	
5	Оформление пояснительной записки и графических	15
	материалов	
6	Защита проекта	20
	Итого	100

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1 Основная литература

1. Коновалов Б. И, Лебедев Ю. М. Теория автоматического управления: учебное пособие с грифом УМО. — 3-е изд., доп. и перераб. — СПб, 2010. — 205 с. — ISBN 978-5-8114-1034-7 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/reader/book/538#1, доступ свободный.

12.2 Дополнительная литература

- 1. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. СПб.: Политехника, 2003. 302 с. (в библиотеке 17 экз.)
- 2. Душин С.В., Зотов Н.С., Имаев Д.Х. и др. Теория автоматического управления / Под ред. В.Б. Яковлева. М.: Высшая школа, 2005. 567 с. (в библиотеке 10 экз.)
- 3. Теория автоматического управления. Ч.1. Теория линейных систем автоматического управления / Н.А. Бабаков и др.; под ред. А.А. Воронова. М.: Высшая школа, 1986. 367 с. (в библиотеке 6 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

- 1. Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления. Учебное методическое пособие. Томск: ТУСУР, 2017. 74 с. Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР, http://ie.tusur.ru/docs/lym/tau_sp.rar, доступ свободный.
- 2. Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления. Руководство к лабораторным работам. Томск: ТУСУР, 2017. 48 с. Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР, http://ie.tusur.ru/docs/lym/tau 1.rar, доступ свободный.
- 3. Тановицкий Ю.Н., Савин Д.А., Туран В.В. Система моделирования электронных схем ASIMEC. Официальный сайт каф. ПрЭ ТУСУР, http://devil.ru/asimec/asimec install.exe (программное обеспечение для лабораторных работ. Размер пакета 2,8 МБ. Версия 2.10.9.8, 2010 год).
- 4. Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления. Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 11.03.04. Томск: ТУСУР, 2017. 126 с. Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР, http://ie.tusur.ru/docs/lym/tau_kp.rar, доступ свободный [методические указания к практическим занятиям с. 9–28; к самостоятельной работе с. 29–74].

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- 13.1 Компьютерный класс на 16 рабочих мест с интерактивной доской и проектором.
- 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно- двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с OB3 предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;

- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УT	ВЕРЖДАЮ)
Пр	оректор по	учебной работе
		П. Е. Троян
‹ ‹	>>	2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ Теория автоматического управления

Уровень основной образовательно Направление (д) полготовки (ст	ой программы – бакалавриат пециальность) – 11.03.04 "Электроника и
наноэлектроника"	пециальноству — 11.03.04 электроника и
Профиль(и) – "Промышленная эл	ектроника"
Форма обучения – очная	
Факультет электронной техники	$(TE\Phi)$
Кафедра Промышленной элект	роники
Kypc 3	Семестр 5, 6
Учебный	план набора 2015 года
Экзамен <u>5</u> семестр	Диф. зачет <u>6</u> семестр

Томск 2017

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1. Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-3	Способность решать задачи анализа и расчёта характеристик электрических цепей	
ОПК-9	Способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности	Знать Уметь.
ПК-1	Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.	Владеть.

2 Реализация компетенций

2.2 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: Способность решать задачи анализа и расчёта характеристик электрических цепей.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2. Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание	Классификация типовых	Формировать систему	Математическим аппара-
этапов	динамических звеньев	дифференциальных	том в профессиональной
	САУ. Дифференциальные	уравнений, описываю-	деятельности.
	уравнения и передаточ-	щих процессы в пассив-	
	ные функции минималь-	ных и активных четы-	
	но- и неминимально фа-	рёхполюсниках, полу-	
	зовых звеньев САУ. Ча-	чать их передаточные	
	стотные и временные ха-	функции, распознавать	
	рактеристики типовых	типовые звенья, рассчи-	
	звеньев САУ. Реализация	тывать и строить их ча-	
	минимально фазовых зве-	стотные и временные ха-	
	ньев как пассивных четы-	рактеристики на матема-	
	рёхполюсников и на опе-	тических моделях.	
	рационных усилителях.		

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Виды занятий	Лекции.Практические занятия.	 Лабораторные работы; Выполнение индивидуальных заданий; Самостоятельная работа студентов. 	Самостоятельная работа.Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	 Контрольные работы; Выполнение индивидуальных заданий; Зачет. Экзамен. 	 Оформление отчетности и защита лабораторных работ; Оформление и защита индивидуальных заданий; Конспект самостоятельной работы 	Защита лабораторных работЗачет. Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 5

Таблица 3. Показатели и критерии оценивания компетеници на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	знает основные законы электротехники, основы операционного исчисления; представляет способы и результаты использования различных математических моделей; обосновывает выбор метода и план решения задачи	свободно описывает на языке математики процессы в электрических цепях во временной области; умеет получать передаточные функции пассивных и активных четырёхполюсников и их частотные характеристики	свободно владеет физико- математическим аппаратом в области теории автоматического управления.
Хорошо (базовый уровень)	понимает основные законы электротехники, основы операционного исчисления; имеет представление о способах и результатах использования различных математических моделей; графически иллюстрирует задачу	применяет методы решения задач в области электротехники и теории автоматического управления; умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать полученные результаты	критически осмысливает полученные знания; владеет разными способами представления требуемой информации
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	дает определения основных понятий; распознает объекты в области теории автоматического управления; знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике	умеет работать со справочной литературой; использует конструкции, указанные в описании лабораторной работы; умеет представлять результаты своей работы	владеет терминологией предметной области знания; способен корректно представить знания в математической форме

2.3 Компетенция ОПК-9

ОПК-9: способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 4

Таблица 4. Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Система интегрированного программирования МathCAD. Система моделирования электронных схем ASIMEC.	Рассчитывать и строить области устойчивости САУ, частотные и временные характеристики САУ, моделировать замкнутые и разомкнутые системы и исследовать на моделях частотные и временные характеристики САУ, • Лабораторные работы; • Выполнение	Технологией численных и символьных вычислений в среде MathCAD, технологией измерения временных и частотных показателей качества в системе ASIMEC.
	• Самостоятельная работа студентов	индивидуальных заданий; • Самостоятельная работа студентов.	работа студентов. • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	Выполнение индивидуальных заданий;Зачет. Экзамен.	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; Оформление и защита индивидуальных заданий	Защита лабораторных работЗачет. Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 5

Таблица 5. Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели	Знать	Уметь	Владеть
и критерии Отлично (высокий уровень)	знает основы проведения численных и символьных операций в среде MathCAD; представляет способы и результаты моделирования САУ в среде ASIMEC	свободно описывает в среде MathCAD процессы в замкнутых системах автоматического управления во временной и частотной областях; умеет получать и анализировать основные показатели качества управления	свободно владеет основами проведения численных и символьных операций в среде MathCAD, методикой получения показателей качества управления в среде ASIMEC
Хорошо (базовый уровень)	глубоко понимает основы проведения численных и символьных операций в среде MathCAD; представляет способы и результаты моделирования CAV в среде ASIMEC	применяет описание в среде MathCAD процессов в замкнутых системах автоматического управления; умеет получать и анализировать основные	основами проведения численных и символьных операций в среде MathCAD, методикой получения показателей качества управления в среде

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
		показатели качества управления	ASIMEC
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	понимает основы проведения численных и символьных операций в среде MathCAD; знает способы и результаты моделирования САУ в среде ASIMEC	умеет работать в средах МаthCAD и ASIMEC, представлять и анализировать результаты своей работы;	владеет основными приёмами работы в средах MathCAD и ASIMEC

2.4 Компетенция ПК-1

ПК-1: Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 6.

Таблица 6. Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание	Понятие структурной схе-	Использовать теоретиче-	Навыками математиче-
этапов	мы, элементы структурных	ские знания для постро-	ского моделирования и
	схем, правила преобразо-	ения простейших мате-	исследования простей-
	вания структурных схем.	матических моделей	ших приборов, схем,
	Передаточные функции	приборов, схем,	устройств и установок
	линейных непрерывных	устройств и установок	электроники и наноэлек-
	систем. Физическое поня-	электроники и наноэлек-	троники различного
	тие устойчивости. Необ-	троники различного	функционального назна-
	ходимое условие устой-	функционального назна-	чения.
	чивости линейных непре-	чения, применять стан-	
	рывных систем. Критерии	дартные программные	
	устойчивости. Оценка	средства их компьютер-	
	устойчивости по лога-	ного моделирования.	
	рифмическим частотным		
	характеристикам. Поня-		
	тие и меры запасов устой-		
	чивости. Показатели каче-		
	ства регулирования. Ста-		
	тические и астатические		
	системы, порядок аста-		
	тизма. Критерии качества		
	переходного процесса:		
	частотные, корневые, ин-		
	тегральные. Построение		
	переходного процесса пу-		
	тем непосредственного		
	перехода от изображения		
	к оригиналу через обрат-		
	ное преобразование		
D v	Лапласа.		
Виды занятий	• Лекции.	• Лабораторные работы;	• Самостоятельная
	• Практические занятия.	• Выполнение	работа.

Состав	Знать	Уметь	Владеть
		индивидуального задания; • Самостоятельная работа студентов.	• Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	Контрольная работа;Выполнение домашнего задания;Зачет. Экзамен.	 Оформление отчетности и защита лабораторных работ; Оформление индивидуального задания 	Защита лабораторных работЗащита индивидуального задания;Зачет. Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7

Таблица 7. Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
и критерии Отлично (высокий уровень) Хорошо (базовый уровень)	анализирует связи между различными математическими моделями; представляет способы и результаты использования различных математических моделей; обосновывает выбор метода и план решения задачи понимает связи между различными математическими моделями; имеет представление о многообразии математических моделей; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения	свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет выражать и аргументированно доказывать выбор той или иной математической модели применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать выбор той или иной математической модели	Свободно владеет навыками математического моделирования и исследования простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники критически осмысливает полученные знания; компетентен в различных ситуациях; владеет разными способами представления
Удовлетвори тельно	задачи; графически иллюстрирует задачу воспроизводит основные математические модели;	умеет работать со справочной литературой;	полученных результатов владеет терминологией предметной области
уровень)	распознает отличия математических моделей; знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике	использует конструкции, указанные в описании лабораторной работы; умеет представлять результаты своей работы	знания; способен корректно построить математическую модель

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы.

Темы контрольных работ:

Передаточная функция и логарифмическая амплитудная частотная характеристики пассивного четырёхполюсника.

Устойчивость линейной непрерывной системы автоматического управления (САУ).

Последовательная коррекция динамических свойств непрерывной системы автоматического управления.

Темы самостоятельной работы:

Предмет дисциплины и ее значение для электроники. Классификация систем автоматического управления (САУ). Принципы управления по отклонению и возмущению.

Дифференциальные уравнения и передаточные функции. Частотные функции и характеристики. Временные функции и характеристики.

Классификация типовых динамических звеньев. Минимально- и неминимально фазовые звенья. Минимально фазовые динамические звенья и их характеристики. Реализация минимально фазовых звеньев на операционных усилителях.

Понятие структурной схемы, элементы структурных схем, правила преобразования структурных схем.

Передаточные функции линейных непрерывных систем.

Физическое понятие устойчивости. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем.

Критерии устойчивости. Понятие критического (граничного) значения варьируемого параметра. Оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Понятие и меры запасов устойчивости. Обеспечение заданных запасов устойчивости.

Показатели качества регулирования: точность в установившемся режиме, длительность переходного процесса, перерегулирование, колебательность. Статические и астатические системы, порядок астатизма.

Критерии качества переходного процесса: частотные, корневые, интегральные. Построение переходного процесса путем непосредственного перехода от изображения к оригиналу через обратное преобразование Лапласа.

Постановка задач стабилизации и коррекции. Последовательная и параллельная коррекция. Последовательные корректирующие звенья (регуляторы).

Синтез корректирующих цепей по логарифмическим частотным характеристикам.

Параллельная коррекция. Гибкие и жесткие корректирующие обратные связи.

Многоконтурные системы подчиненного регулирования с последовательной коррекцией. Применение типовых настроек (на симметричный и технический оптимумы) для синтеза регуляторов в системах подчиненного регулирования.

Постановка задачи исследования систем с нелинейными статическими характеристиками. Метод фазовой плоскости

Разновидности дискретных систем: релейные, импульсные, и цифровые. Виды импульсной модуляции. Основы математического описания линейных САУ с амплитудно-импульсной модуляцией: уравнения в конечных разностях и дискретные передаточные функции. Дискретное преобразование Лапласа, Z - преобразование и W - преобразование. Устойчивость дискретных систем. Применение критериев устойчивости для анализа дискретных САУ. Частотные характеристики.

Темы индивидуальных домашних заданий:

Передаточные функции активных и пассивных четырёх полюсников. Передаточные функции САУ. Исследование устойчивости САУ, построение границы её устойчивости. Статический расчёт устойчивой САУ.

Расчёт частотных и временных характеристик линейной непрерывной САУ. Определение показателей качества управления.

Синтез последовательного корректирующего устройства. Расчёт и моделирование временных характеристик скорректированной системы.

Темы лабораторных работ:

Исследование характеристик типовых динамических звеньев.

Исследование характеристик статических и астатических САУ.

Последовательная коррекция САУ.

Примеры заданий для неуспевающих студентов:

Задание 1. Пользуясь правилами преобразования структурных схем, определить передаточную функцию устройства и ее параметры (коэффициент передачи и постоянные времени):

$$k_1 = 5 c^{-1}, k_2 = 4, k_3 = 10 c^{-1}.$$

Задание 2. По заданной передаточной функции разомкнутой цепи W(p) построить ее асимптотическую ЛАЧХ:

$$W(p) = \frac{k(\tau_1 p + 1)(\tau_2 p + 1)}{(T_1^2 p^2 + 2\xi T_1 p + 1)(T_2 p + 1)};$$

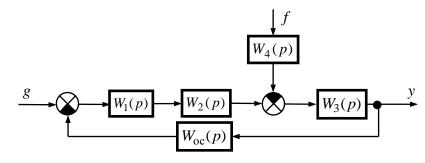
 $k = 100, T_1 = 0.5 \text{ c}, \xi = 0.5, \tau_1 = 0.3 \text{ c}, T_2 = 0.1 \text{ c}, \tau_2 = 0.05 \text{ c}.$

Задание 3. Определить устойчивость САУ, структурная схема которой приведена на рисунке, расположенном ниже, и значение граничного коэффициента передачи $K_{\rm rp}$:

$$W_{1}(p) = \frac{k_{1}(\tau_{1}p+1)}{p}, W_{2}(p) = \frac{k_{2}}{T_{2}p+1}, W_{3}(p) = \frac{k_{3}}{T_{3}p+1}, W_{oc}(p) = k_{oc};$$

$$k_{1} = 5 \text{ c}^{-1}, k_{2} = 3, k_{3} = 4, k_{oc} = 0,5, T_{1} = 0,5 \text{ c}, \tau_{1} = 0,07 \text{ c}, T_{2} = 0,1 \text{ c}.$$

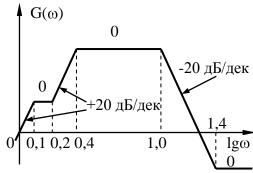
Задание 4. Для системы, структурная схема которой приведена на рисунке, расположенном ниже, рассчитать статизм ее внешних характеристик для заданных значений задающего g и возмущающего f воздействий и построить внешнюю статическую характеристику САУ:



$$W_{1}(p) = \frac{k_{1}}{T_{1}p+1}, W_{2}(p) = \frac{k_{2}(\tau_{2}p+1)}{T_{2}p+1}, W_{3}(p) = \frac{k_{3}(\tau_{3}p+1)}{{T_{3}}^{2}p^{2} + 2\xi T_{3}p+1}, W_{4}(p) = k_{4}, W_{oc}(p) = \frac{k_{oc}}{T_{oc}p+1};$$

$$k_{1} = 3, k_{2} = 10, k_{3} = 7, k_{4} = 3, k_{oc} = 0,4.$$

Задание 5. По заданной асимптотической ЛАЧХ восстановить передаточную функцию разомкнутой цепи САУ. Колебательные и консервативные звенья не применять:



Примерные вопросы к экзамену по дисциплине «Теория автоматического управления» (фрагмент)

- 1. Поясните принципы управления по отклонению и по возмущению.
- 2. Понятие передаточной функции САУ.
- 3. Переходная и импульсная переходная характеристиками и связь между ними.
- 4. Частотные характеристики САУ и связь между ними.
- 5. Типовые динамические звенья САУ. Минимально-фазовые звенья и их характеристики.
- 6. Особые динамические звенья САУ и их отличия от минимально-фазовых звеньев.
- 7. Как по асимптотической ЛАЧХ САУ восстановить ее передаточную функцию?
- 8. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейных непрерывных САУ. Критерии устойчивости и их применение. Запасы устойчивости и их связь с динамическими характеристиками САУ.
 - 9. Особенности исследования устойчивости систем, содержащих звено чистого запаздывания.
- 10. Статические и астатические САУ. Порядок астатизма, его влияние на устойчивость и качество регулирования в САУ.
- 11. Частотные и корневые критерии качества регулирования и их связь с основными динамическими характеристиками САУ.
 - 12. Способы коррекции САУ.
- 13. Порядок синтеза последовательных корректирующих устройств по номограммам Солодовникова.
- 14. Параллельная коррекция САУ. Жесткие и гибкие обратные связи, их реализация и режимы работы.
 - 15. Комбинированное управление. Понятие инвариантности и способы ее достижения.
- 16. Оптимальные характеристики САУ. Настройка систем на технический и симметричный оптимумы.
 - 17. Классификация дискретных САУ по способам квантования сигналов и модуляции.

- 18. Понятие решетчатой функции. Смещенные решетчатые функции и их назначение. Разности решетчатых функций и разностные уравнения.
- 19. Дискретное преобразование Лапласа. Область существования изображений. Основные свойства дискретного преобразования Лапласа.
- 20. Z-преобразование и его связь с дискретным преобразованием Лапласа. Модифицированное z-преобразование.
 - 21. Типовая структура разомкнутой САУ с АИМ, ее состав и передаточная функция.
- 22. Передаточные функции замкнутых САУ с АИМ. Частотные характеристики систем с АИМ и их свойства.
- 23. Необходимые и достаточные условия устойчивости систем с АИМ при их различном математическом описании. Понятие w-преобразования.
 - 24. Особенности применения известных критериев устойчивости в системах с АИМ.
 - 25. Косвенные оценки качества переходных процессов в системах с АИМ.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

Основная литература:

- 1. Коновалов Б.И, Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления: Учебное пособие с грифом УМО. 3-е изд., доп. и перераб. СПб, 2010. 205 с. ISBN 978-5-8114-1034-7. [Электронный ресурс http://e.lanbook.com/reader/book/538#1, доступ свободный].
- 2. Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления. Учебное методическое пособие. Томск: ТУСУР, 2017. 74 с. Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР , http://ie.tusur.ru/docs/lym/tau_sp.rar, доступ свободный.
- 3. Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления. Руководство к лабораторным работам. Томск: ТУСУР, 2017. 48 с. Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР, http://ie.tusur.ru/docs/lym/tau_1.rar, доступ свободный.
- 4. Тановицкий Ю.Н., Савин Д.А., Туран В.В. Система моделирования электронных схем ASIMEC. Официальный сайт каф. ПрЭ ТУСУР, http://devil.ru/asimec/asimec install.exe (программное обеспечение для лабораторных работ. Размер пакета 2,8 МБ. Версия 2.10.9.8, 2010 год).
- 5. Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления. Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 11.03.04. Томск: ТУСУР, 2017. 126 с. Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР, http://ie.tusur.ru/docs/lym/tau_kp.rar, доступ свободный [методические указания к практическим занятиям с. 9–28; к самостоятельной работе с. 29–74].

Дополнительная литература:

- 1. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. СПб.: Политехника, 2003. 302 с. (в библиотеке 17 экз.)
- 2. Душин С.В., Зотов Н.С., Имаев Д.Х. и др. Теория автоматического управления / Под ред. В.Б. Яковлева. М.: Высшая школа, 2005. 567 с. (в библиотеке 10 экз.)
- 3. Теория автоматического управления. Ч.1. Теория линейных систем автоматического управления/ Н.А. Бабаков и др.; Под ред. А.А. Воронова. М.: Высшая школа, 1986. 367 с. (в библиотеке 6 экз.)