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 – бакалавриат
Направление подготовки 11.03.04 – Электроника и наноэлектроника
Профиль – «Промышленная электроника»
Форма обучения очная
Факультет Электронной техники (ФЭТ)
Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)
Курс 3 Семестр 5, 6

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 5	Семестр 6	Всего	Единицы
1.	Лекции	26	0	26	часов
2.	Лабораторные работы	16	0	16	часов
3.	Практические занятия	18	0	18	часов
4.	Курсовой проект	0	26	26	часов
5.	Всего аудиторных занятий	60	26	86	часов
6.	Из них в интерактивной форме	12	0	12	часов
7.	Самостоятельная работа студентов	48	46	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 5 семестр
Диф. зачет 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 14190

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 43 от « 1 » 2 2017 г.

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.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «_28_» ___11___2016 г., протокол № __42__.

Разработчик
доцент кафедры ПрЭ _____Ю.М. Лебедев
Зав. кафедрой ПрЭ,
профессор _____ С.Г. Михальченко

Рабочая программа согласована с факультетом

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

Согласована на портале № 14190

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**).

Согласована на портале № 14190

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).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего) **В том числе:**	86	62	26
Лекции	26	26	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	0
Практические занятия (ПЗ)	18	18	0
Курсовой проект (аудиторная нагрузка)	26	0	26
Самостоятельная работа (всего) **В том числе:**	130	84	46
На подготовку и сдачу экзамена	36	36	0
Курсовой проект	72	0	72

Согласована на портале № 14190

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	СРС	Всего часов	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и определения	1	0	0	1	2	ОПК-3
2	Математическое описание линейных непрерывных систем	6	6	4	6	22	ОПК-3 ПК-1
3	Устойчивость линейных САУ	2	8	4	8	22	ОПК-3 ОПК-9
4	Оценка качества регулирования	3	0	4	10	17	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
5	Применение интегрированной системы программирования MathCAD для решения задач теории автоматического управления.	2	0	0	5	9	ОПК-9 ПК-1
6	Коррекция динамических характеристик	4	4	4	8	20	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
7	Системы с подчинённым управлением	4	0	0	0	4	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
8	Нелинейные системы	1	0	0	1	2	ОПК-3 ОПК-9
9	Системы дискретного действия	3	0	0	7	10	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
Итого часов		26	18	16	46	108	

Семестр 6

Курсовой проект.

Согласована на портале № 14190

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Семестр 5

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые 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
2	Математическое описание линейных непрерывных систем	Статические характеристики элементов и систем. Дифференциальные уравнения и передаточные функции. Частотные функции и характеристики: амплитудно-фазовая; вещественная (ВЧХ); мнимая; амплитудная (АЧХ); фазовая; логарифмические амплитудная и фазовая (ЛАЧХ и ЛФЧХ). Временные функции и характеристики: переходная и импульсная переходная. Классификация типовых динамических звеньев. Минимально- и неминимально фазовые звенья. Минимально фазовые динамические звенья и их характеристики (пропорциональное звено, интегрирующее, идеальные дифференцирующее и форсирующее, инерционное, звенья второго порядка). Реализация минимально фазовых звеньев на операционных усилителях. Понятие структурной схемы, элементы структурных схем, правила преобразования структурных схем. Передаточные функции линейных непрерывных систем	6	ОПК-3 ПК-1

Согласована на портале № 14190

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
3	Устойчивость линейных САУ	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
4	Оценка качества регулирования	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.	3	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
5	Применение интегрированной системы программирования MathCAD для решения задач теории автоматического управления.	Анализ устойчивости САУ различными критериями устойчивости. Расчёт граничных параметров и построение границ устойчивости. Расчёт статических характеристик. Расчёт частотных характеристик (ЛАЧХ, ЛФЧХ, АЧХ, ВЧХ). Определение запасов устойчивости и оценка показателей качества регулирования. Расчёт переходных характеристик, определение основных показателей качества регулирования и их сравнение с ожидаемыми	2	ОПК-9 ПК-1

Согласована на портале № 14190

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
6	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
7	Системы с подчинённым управлением	Понятие подчинённого управления. Многоконтурные системы подчиненного регулирования с последовательной и параллельной коррекцией на основе электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением, их разновидности и назначение. Анализ систем стабилизации скорости вращения электродвигателя и систем, следящих за перемещением. Синтез последовательных корректирующих устройств (регуляторов) и организация подчинённого управления.	4	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
8	Нелинейные системы	Постановка задачи исследования систем с нелинейными статическими характеристиками. Метод фазовой плоскости	1	ОПК-3 ОПК-9

Согласована на портале № 14190

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
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	Трудоемкость (час.)	Результат обучения, формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1	Курсовой проект	Составление исходной структурной схемы электромеханической системы (ЭМС). Расчет параметров элементов структурной схемы	1	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
2		Рекомендации по преобразованию структурной схемы, определению устойчивости и построению переходных характеристик	10	
3		Настройка ЭМС на технический или симметричный оптимум. Разработка схем корректирующих устройств	8	
4		Разработка модели на операционных усилителях. Проведение эксперимента на модели	7	
		Итого	26	

Согласована на портале № 14190

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№№ разделов данной дисциплины						
		1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины								
1	Математика		+	+	+	+		+
2	Теоретические основы электротехники	+	+	+	+		+	+
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	СРС	Формы контроля
ОК-7	+	+	+	+	Опрос на лекции, отчет. Отчет по индивидуальному заданию. Отчет по лабораторной работе. Контрольная работа. Устный ответ на практическом занятии. Пояснительная записка к курсовому проекту
ОПК-3	+	+	+	+	
ОПК-9	+	+	+	+	
ПК-1		+	+	+	

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб - лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента.

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при различных формах занятий в часах.

Методы \ ФОО	Лекции, часы	Практические занятия, часы	Лабораторные работы, часы	Курсовой проект, часы	Всего, часы
Обратная связь	4	-	-	-	4
Работа в малых группах	-	2	4	-	6
Круглый стол	-	2	-	-	2
Итого интерактивных занятий	4	4	4	-	12

Согласована на портале № 14190

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ разделов дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1	2	Исследование характеристик типовых динамических звеньев	4	ПК-1 ОПК-3
2	3, 4	Исследование характеристик статических и астатических САУ	4	ПК-1 ОПК-9
3	5	Параллельная коррекция систем САУ	4	ПК-1 ОПК-9
3	5	Последовательная коррекция САУ	4	ПК-1 ОПК-9
		Итого часов	16	

8. Практические занятия

№ п/п	№ разделов дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1	2	Определение передаточных функций схем на пассивных элементах и операционных усилителях. Расчет и построение частотных характеристик.	4	ОПК-3, ПК-1
2	2	Контрольная работа № 1	2	ОПК-3, ПК-1
3	3, 4	Оценка устойчивости, определение граничного значения коэффициента передачи. Построение логарифмических частотных характеристик. Расчёт статических характеристик	4	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
4	3, 4	Контрольная работа № 2	2	ОПК-9, ПК-1
5	5	Синтез последовательных корректирующих устройств.	2	ОПК-9, ПК-1
7	5	Контрольная работа № 3	2	ОПК-9, ПК-1
8	3, 4	Приём и защита индивидуального задания №1	2	ОПК-9, ПК-1
		Итого часов	18	

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;

Согласована на портале № 14190

3) построить асимптотическую логарифмическую амплитудную частотную характеристику.

В контрольной работе № 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 асимптотическую логарифмическую амплитудную частотную характеристику;

3) рассчитать статические характеристики САУ.

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 дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции	Контроль выполнения работы
1	2	Подготовка к контрольной работе № 1	2	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1	Проверка контрольных работ
2	3	Подготовка к контрольной работе № 2	2		
3	5	Подготовка к контрольной работе № 3	2		
4	2, 3	Индивидуальное задание № 1 «Устойчивость систем автоматического управления»	10		Проверка и защита индивидуальных заданий
5	4	Индивидуальное задание № 2 «Частотные и переходные характеристики систем автоматического управления»	10		
6	5	Индивидуальное задание № 3 «Последовательная коррекция динамических свойств систем автоматического управления»	8		

Согласована на портале № 14190

№ п/п	№ разделов дисципли-ны	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетен-ции	Контроль выполнения работы
7	2	Подготовка к лабораторной работе № 1, выполнение отчета	2		Проверка и защита отчетов по лабораторным работам
8	3, 4	Подготовка к лабораторной работе № 2, выполнение отчета	2		
9	5	Подготовка к лабораторной работе № 3, выполнение отчета	2		
10	5	Подготовка к лабораторной работе № 4, выполнение отчета	2		
11	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.

Согласована на портале № 14190

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.

Согласована на портале № 14190

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 дисциплины	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудоемкость (час.)	Компетенции	Контроль выполнения работы
1	1, 2 (5 семестр) 1 (6 семестр)	Разработка исходной структуры электромеханической системы	4	ОК-7, ОПК-9, ПК-1	Представление структурной схемы
2	3, 4 (5 семестр) 2 (6 семестр)	Анализ статических и динамических свойств электромеханической системы	14		Представление 2-го раздела
3	5 (5 семестр) 3 (6 семестр)	Синтез корректирующих устройств для обеспечения заданных показателей качества функционирования	12		Представление 3-го раздела
4	4 (6 семестр)	Моделирование скорректированной электромеханической системы	10		Представление модели
5		Оформление пояснительной записки и графических материалов	10		Защита проекта
		Итого часов	48		

Согласована на портале № 14190

10. Балльно-рейтинговая система

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

Элементы учебной деятельности	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 лабораторных 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 контрольной точки	Оценка	Баллы на дату 2-й контрольной 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**	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	**85–89**	B (очень хорошо)
	75–84	C (хорошо)
	70–74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	**65–69**	
	60–64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	**Ниже 60 баллов**	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 14190

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 системы	8
2	Анализ статических и динамических свойств электромеханической системы	19
3	Синтез корректирующих устройств для обеспечения заданных показателей качества функционирования	19
№ п/п	Тематика работы	Баллы (максимум)
4	Моделирование скорректированной электромеханической системы	19
5	Оформление пояснительной записки и графических материалов	15
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 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.)

Согласована на портале № 14190

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.

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.

Согласована на портале № 14190

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 ОВЗ 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.

Согласована на портале № 14190

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.

Согласована на портале № 14190

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ *ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ*
Теория автоматического управления

Уровень основной образовательной программы – **бакалавриат**
Направление(я) подготовки (специальность) – 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника"
Профиль(и) – "Промышленная электроника"
Форма обучения – очная
Факультет электронной техники (ФЭТ)
Кафедра Промышленной электроники
Курс **3** Семестр **5, 6**

Учебный план набора 2016 года

Экзамен __5____семестр **Диф. зачет _ _6___ семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 14190

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	Знать Уметь. Владеть.
ОПК-9	Способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности	
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.	

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 этапов	Классификация типовых динамических звеньев САУ. Дифференциальные уравнения и передаточные функции минимально- и неминимально фазовых звеньев САУ. Частотные и временные характеристики типовых звеньев САУ. Реализация минимально фазовых звеньев как пассивных четырёхполюсников и на операционных усилителях.	Формировать систему дифференциальных уравнений, описывающих процессы в пассивных и активных четырёхполюсниках, получать их передаточные функции, распознавать типовые звенья, рассчитывать и строить их частотные и временные характеристики на математических моделях.	Математическим аппаратом в профессиональной деятельности.

Согласована на портале № 14190

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 работ • Зачет. Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 5

Таблица 3 Показатели и критерии оценивания компетенции 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*
Удовлетворительно (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*

Согласована на портале № 14190

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 MathCAD. 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,	Технологией численных и символьных вычислений в среде MathCAD, технологией измерения временных и частотных показателей качества в системе ASIMEC.
Виды занятий	• Практические занятия. • Самостоятельная работа студентов	• Лабораторные работы; • Выполнение индивидуальных заданий; • Самостоятельная работа студентов.	• Самостоятельная 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 работ • Зачет. Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 5

Таблица 5. Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
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 САУ 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*

Согласована на портале № 14190

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
		показатели качества управления	ASIMEC
Удовлетворительно (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* MathCAD *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 этапов	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. Оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Понятие и меры запасов устойчивости. Показатели качества регулирования. 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.	Использовать теоретические знания для построения простейших математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, применять стандартные программные средства их компьютерного моделирования.	Навыками математического моделирования и исследования простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.
Виды занятий	• Лекции.	• Лабораторные работы;	• Самостоятельная

Согласована на портале № 14190

Состав	Знать	Уметь	Владеть
	• Практические занятия.	• Выполнение индивидуального задания; • Самостоятельная работа студентов.	работа. • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Зачет. Экзамен.	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление индивидуального задания	• Защита лабораторных работ • Защита 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
Отлично (высокий уровень)	*анализирует связи между различными математическими моделями; представляет способы и результаты использования различных математических моделей; обосновывает выбор метода и план решения задачи*	*свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет выражать и аргументированно доказывать выбор той или иной математической модели*	*Свободно владеет навыками математического моделирования и исследования простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники*
Хорошо (базовый уровень)	*понимает связи между различными математическими моделями; имеет представление о многообразии математических моделей; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; графически иллюстрирует задачу*	*применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать выбор той или иной математической модели*	*критически осмысливает полученные знания; компетентен в различных ситуациях; владеет разными способами представления полученных результатов*
Удовлетворительно (пороговый уровень)	*воспроизводит основные математические модели; распознает отличия математических моделей; 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 построить математическую модель*

Согласована на портале № 14190

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.

Согласована на портале № 14190

Темы индивидуальных домашних заданий:

Передаточные функции активных и пассивных четырёхполюсников. 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:

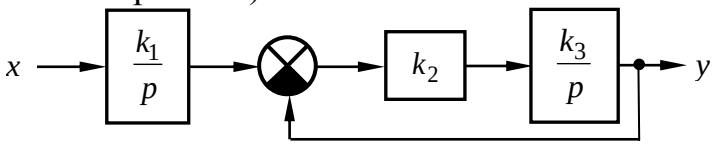
Исследование характеристик типовых динамических звеньев.

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):



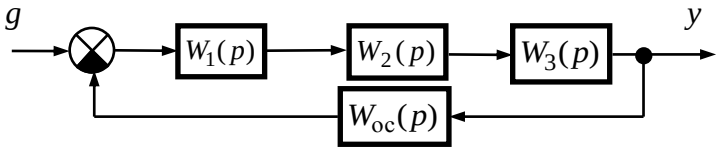
$k_1 = 5\,\text{с}^{-1}$, $k_2 = 4$, $k_3 = 10\,\text{с}^{-1}$.

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

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

$k = 100$, $T_1 = 0.5$ с, $\xi = 0.5$, $\tau_1 = 0.3$ с, $T_2 = 0.1$ с, $\tau_2 = 0.05$ с.

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

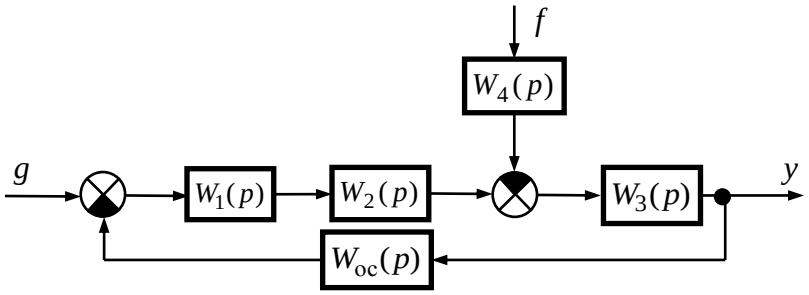


$$W_1(p) = \frac{k_1(\tau_1 p + 1)}{p},\ W_2(p) = \frac{k_2}{T_2 p + 1},\ W_3(p) = \frac{k_3}{T_3 p + 1},\ W_{\text{ос}}(p) = k_{\text{ос}};$$

$k_1 = 5\ \text{с}^{-1}$, $k_2 = 3$, $k_3 = 4$, $k_{\text{ос}} = 0{,}5$, $T_1 = 0{,}5$ с, $\tau_1 = 0{,}07$ с, $T_2 = 0{,}1$ с.

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:

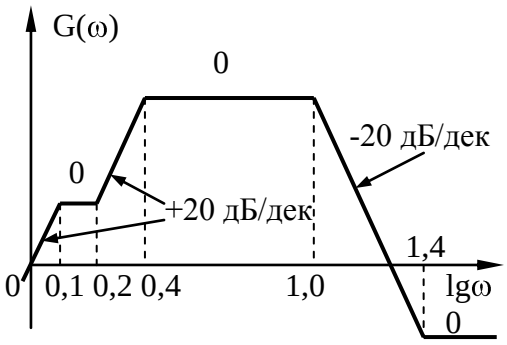
Согласована на портале № 14190



$$W_1(p)=\frac{k_1}{T_1p+1},\ W_2(p)=\frac{k_2(\tau_2p+1)}{T_2p+1},\ W_3(p)=\frac{k_3(\tau_3p+1)}{T_3{}^2p^2+2\xi T_3p+1},\ W_4(p)=k_4,\ W_{oc}(p)=\frac{k_{oc}}{T_{oc}p+1};$$

$$k_1=3,\ k_2=10,\ k_3=7,\ k_4=3,\ k_{oc}=0{,}4.$$

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.

Согласована на портале № 14190

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.

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.)

Согласована на портале № 14190