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 заочная
Факультет Электронной техники (ФЭТ)
Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)
Курс 3 Семестр 5, 6

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 5	Семестр 6	Всего	Единицы
1.	Лекции	10	0	10	часов
2.	Лабораторные работы	0	8	8	часов
3.	Практические занятия	2	2	4	часов
4.	Курсовой проект/ работа (КРС) (аудиторная)	Не предусмотрен0			часов
5.	Всего аудиторных занятий	12	10	22	часов
6.	Из них в интерактивной форме	2	3	5	часов
7.	Самостоятельная работа студентов	96	89	185	часов
8.	Всего (без экзамена)	108	99	207	часов
9.	Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена	0	9	9	часов
10.	Общая трудоемкость	108	108	216	часов
11.	Контрольная работа		1		шт.
	(в зачетных единицах)	3	3	6	ЗЕТ

Экзамен 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16546

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 «_01_» ___02___2017 г., протокол № __43_.

Разработчик
доцент кафедры ПрЭ _____Ю.М. Лебедев

Рабочая программа согласована с факультетом и выпускающей кафедрой специальности.

Декан выпускающего факультета ЗиВФ _____И.В. Осипов

Зав. профилирующей
кафедрой ПРЭ, профессор _____ С.Г.Михальченко

Зав. выпускающей
кафедрой ПРЭ, профессор _____ С.Г.Михальченко

Эксперты:

Председатель методкомиссии ФЭТ,
доцент _____ И.А.Чистоедова

Зам. зав. кафедрой ПРЭ
по методической работе, профессор _____ Н.С. Легостаев

Согласована на портале № 16546

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;

Согласована на портале № 16546

– 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:**	22	12	10
Лекции	10	10	0
Лабораторные работы (ЛР)	8	0	8
Практические занятия (ПЗ)	4	2	2
Самостоятельная работа (всего) **В том числе:**	194	96	98
Расчётно-графические работы	50	0	50
Изучение литературы	135	96	39
На подготовку и сдачу экзамена	9	0	9

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	2	3	4	5	6	7	8
1	Основные понятия и определения	1	0	0	4	5	ОПК-3

Согласована на портале № 16546

1	2	3	4	5	6	7	8
2	Математическое описание линейных непрерывных систем	4	0	0	16	20	ОПК-3 ПК-1
3	Устойчивость линейных САУ	2	1	0	12	15	ОПК-3 ОПК-9
4	Оценка качества регулирования	1	1	0	10	12	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
5	Коррекция динамических характеристик	2	0	0	20	22	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
6	Нелинейные системы	0	0	0	10	10	ОПК-3 ОПК-9
7	Системы дискретного действия	0	0	0	34	34	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
Итого часов		10	2	0	96	108	

Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	СРС	Всего часов	Формируемые компетенции
1	Математическое описание линейных непрерывных систем	0	1	4	15	20	ОПК-3 ПК-1
2	Устойчивость линейных САУ. Оценка качества регулирования	0	1	4	25	30	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
3	Коррекция динамических характеристик	0	0	0	20	20	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	СРС	Всего часов	Формируемые компетенции
4	Нелинейные системы	0	0	0	10	10	ОПК-3 ОПК-9
5	Системы дискретного действия	0	0	0	38	38	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
Итого часов		0	2	8	98	108	

Согласована на портале № 16546

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Семестр 5

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и определения	Предмет дисциплины. Классификация систем автоматического управления (САУ). Принципы управления по отклонению и возмущению	1	ОПК-3
2	Математическое описание линейных непрерывных систем	Дифференциальные уравнения и передаточные функции. Частотные функции и характеристики. Временные функции и характеристики. Классификация типовых динамических звеньев. Минимально фазовые динамические звенья и их характеристики. Реализация минимально фазовых звеньев на операционных усилителях. Понятие структурной схемы, элементы структурных схем, правила преобразования структурных схем.	4	ОПК-3 ПК-1
3	Устойчивость линейных САУ	Физическое понятие устойчивости. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем. Критерии устойчивости (Гурвица, Михайлова, Найквиста). Понятие граничного значения варьируемого параметра. Оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Понятие 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.	1	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1

Согласована на портале № 16546

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
5	Коррекция динамических характеристик	Постановка задач стабилизации и коррекции. Последовательная и параллельная коррекция. Последовательные корректирующие звенья (регуляторы):. Параллельная коррекция. Гибкие и жесткие корректирующие обратные связи. Применение типовых настроек (на симметричный и технический оптимумы) для синтеза регуляторов в системах подчиненного регулирования.	2	ОПК-3 ОПК-9 ПК-1
6	Нелинейные системы (**изучается самостоятельно**)	Постановка задачи исследования систем с нелинейными статическими характеристиками. Метод фазовой плоскости	0	ОПК-3 ОПК-9
7	Системы дискретного действия (**изучается самостоятельно**)	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

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		+	+	+		+	

Согласована на портале № 16546

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
ОПК-3	+	+	+	+	Опрос на лекции, отчет. Отчет по лабораторной работе. Контрольная работа. Устный ответ на практическом занятии.
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	Всего, часы
Обратная связь	2	-	-	2
Работа в малых группах	-	-	2	2
Круглый стол	-	1	-	1
Итого интерактивных занятий	2	1	2	5

7. Лабораторный практикум (семестр 6)

№ 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
		Итого часов	8	

8. Практические занятия

Семестр 5

№ п/п	№ разделов дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1	2 – 4	Рассмотрение примера выполнения контрольной работы и выдача вариантов задания этой работы.	2	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
		Итого часов	2	

Согласована на портале № 16546

Семестр 6

№ п/п	№ разделов дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1	2 – 4	Защита контрольной и лабораторных работ	2	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1
		Итого часов	2	

В контрольной работе каждому студенту единая структурная схема системы автоматического управления (САУ), передаточные функции которой и их параметры задаются индивидуально в соответствии с вариантом

В контрольной работе требуется:

1) указать, из каких типовых звеньев состоит САУ;

2) определить передаточные функции разомкнутой и замкнутой САУ;

3) по критерию устойчивости Михайлова или Найквиста определить устойчивость замкнутой САУ;

4) пользуясь критерием устойчивости Гурвица, построить область устойчивости замкнутой САУ по параметрам x_1 и x_2 и сравнить результаты расчета с результатом, полученным в предыдущем пункте задания;

5) задавая запас устойчивости по амплитуде $\Delta G = 10$ дБ, рассчитать значение коэффициента передачи звена, соответствующего варьируемому параметру x_2, построить для разомкнутой цепи САУ асимптотическую ЛАЧХ и точную ЛФЧХ, определить запас устойчивости по фазе;

6) для замкнутой САУ рассчитать и построить амплитудную частотную характеристику, определить по ней частоту и период собственных колебаний переходных характеристик, показатель колебательности и оценить время переходного процесса по задающему воздействию;

7) рассчитать и построить переходные характеристики по задающему и возмущающему воздействиям, определить показатели качества регулирования (перерегулирование, время переходного процесса, период собственных колебаний) и сравнить их с результатами выполнения предыдущего пункта задания;

8) для замкнутой САУ, имеющей запас устойчивости $\Delta G = 10$ дБ, построить регулировочную и внешнюю статические характеристики, оценить статическую точность работы заданной системы.

Выполнение всех необходимых расчетов в контрольной работе проводится с использованием системы MathCAD.

9. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	№ разделов дисциплины	Тематика самостоятельной работы	Трудоёмкость (час.)	Компетенции	Контроль выполнения работы
1	1 – 7	Изучение теоретического материала	135	ОПК-3, ОПК-9, ПК-1	Экзамен
2	1 – 4	Выполнение контрольной работы	25		Защита контрольной работы
3	1 – 4	Подготовка к лабораторным работам	8		Защита лабораторных работ
4	1 – 4	Оформление отчётов по лабораторным работам	17		
		Итого без экзамена	185		
	1 – 7	Подготовка к сдаче экзамена	9		Экзамен
		Итого с экзаменом	194		

Согласована на портале № 16546

Теоретические вопросы, выносимые на экзамен

1. 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 условие устойчивости линейных непрерывных САУ.
9. Критерии устойчивости и их применение.
10. Запасы устойчивости и их связь с динамическими характеристиками САУ.
11. Статические и астатические САУ. Порядок астатизма, его влияние на устойчивость и качество регулирования в САУ.
12. Способы коррекции САУ.
13. Параллельная коррекция САУ. Жесткие и гибкие обратные связи, их реализация и режимы работы.
14. Комбинированное управление. Понятие инвариантности и способы ее достижения.
15. Оптимальные характеристики САУ. Настройка систем на технический и симметричный оптимумы.
16. Классификация дискретных САУ по способам квантования сигналов и модуляции.
17. Понятие решетчатой функции. Смещенные решетчатые функции и их назначение. Разности решетчатых функций и разностные уравнения.
18. Дискретное преобразование Лапласа. Область существования изображений. Основные свойства дискретного преобразования Лапласа.
19. Z-преобразование и его связь с дискретным преобразованием Лапласа. Модифицированное z-преобразование.
20. Типовая структура разомкнутой САУ с АИМ, ее состав и передаточная функция.
21. Передаточные функции замкнутых САУ с АИМ. Частотные характеристики систем с АИМ и их свойства.
22. Необходимые и достаточные условия устойчивости систем с АИМ при их различном математическом описании. Понятие w-преобразования.
23. Особенности применения известных критериев устойчивости в системах с АИМ.
24. Косвенные оценки качества переходных процессов в системах с АИМ.

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены

11. Балльно-рейтинговая система

Шкала рейтинга экзамена

Вид работы	Объём работы	Оценка единицы объёма работы в баллах	Макс. количество баллов
Решение задач	3	3	9
Ответы на теоретические вопросы	2	4	8
Ответы на дополнительные вопросы при собеседовании	3	1	3
Итого			20

Согласована на портале № 16546

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)

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.)

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления. Учебное методическое пособие для студентов заочного факультета направления 11.03.04. – Томск: ТУСУР, 2017. – 66 с. (контрольная работа – с. 5 – 25, 59 – 66, лабораторные работы – с. 25 – 52, рекомендации по подготовке к экзамену – с. 52 – 58) Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР , http://ie.tusur.ru/lym/tau_z.rar, доступ свободный.

2. 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).

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 учеб-

Согласована на портале № 16546

ной 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 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.

Согласована на портале № 16546

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.

Согласована на портале № 16546

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 – **за**очная
Факультет – заочный и вечерний (ЗиВФ)
Кафедра Промышленной электроники
Курс **3** Семестр **5, 6**
Учебный план набора 2015 года

Экзамен __6____семестр Диф. зачет __6___ семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16546

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

2.1 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 № 16546

Виды занятий	• Лекции. • Практические занятия.	• Лабораторные работы; • Выполнение контрольной работы; • Самостоятельная работа студентов.	• Самостоятельная работа. • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольные работы; • Экзамен.	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; • Оформление и защита контрольной работы; • Конспект самостоятельной работы	• Защита лабораторных работ • Экзамен

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 3

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*

2.2 Компетенция ОПК-9

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

Согласована на портале № 16546

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 контрольной работы; • 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 контрольной работы	• 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 показатели качества управления*	*основами проведения численных и символьных операций в среде* MathCAD, *методикой получения показателей качества управления в среде* ASIMEC

Согласована на портале № 16546

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 устойчивости. Показатели качества регулирования. Статические и астатические системы, порядок астатизма. Критерии качества переходного процесса. Построение переходного процесса путем осуществления 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. • Практические занятия.	• Лабораторные работы; • Выполнение контрольной работы; • Самостоятельная работа студентов.	• Самостоятельная работа. • Лабораторные работы;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Выполнение домашнего задания; • Экзамен.	• Оформление отчетности и защита лабораторных работ; Оформление контрольной работы	• Защита лабораторных работ • Защита контрольной работы; • Экзамен

Согласована на портале № 16546

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 № 16546

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы.

Темы контрольной работы:

Передаточные функции активных и пассивных четырёхполюсников. Передаточные функции САУ.

Исследование устойчивости САУ по критериям Михайлова, найквиста, построение границы её устойчивости по критерию Гурвица.

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

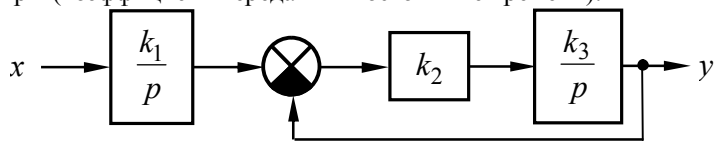
Согласована на портале № 16546

Темы лабораторных работ:

Исследование характеристик типовых динамических звеньев.
Исследование характеристик статических и астатических 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):



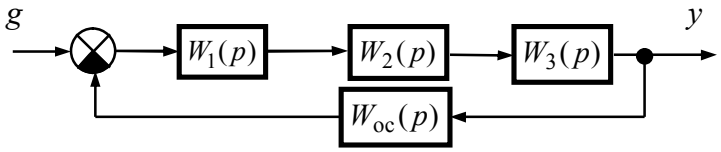
$k_1 = 5\,\text{с}^{-1}$, $k_2 = 4$, $k_3 = 10\,\text{с}^{-1}$.

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.

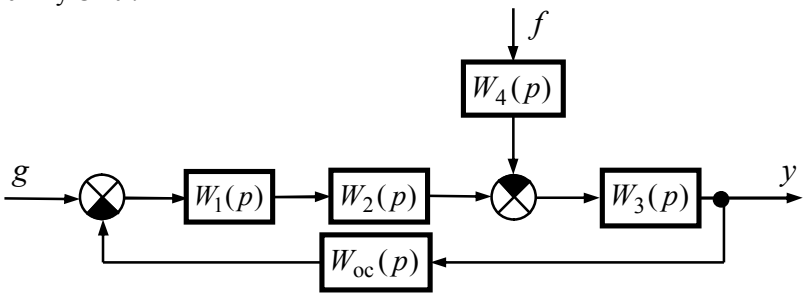
Задание 3. Определить устойчивость САУ, структурная схема которой приведена на рисунке, расположенном ниже, и значение граничного коэффициента передачи $K_{\text{гр}}$:



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

$k_1 = 5$ 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.

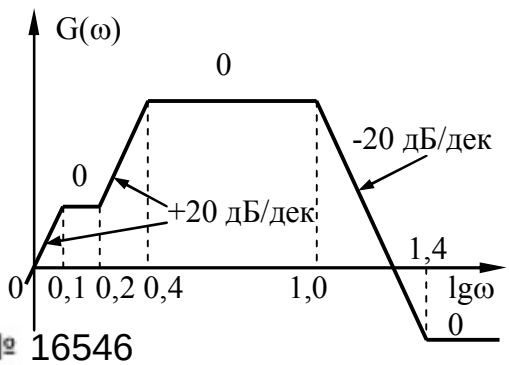
Задание 4. Для системы, структурная схема которой приведена на рисунке, расположенном ниже, рассчитать статизм ее внешних характеристик для заданных значений задающего g и возмущающего f воздействий и построить внешнюю статическую характеристику САУ:



$$W_1(p) = \frac{k_1}{T_1 p + 1},\ W_2(p) = \frac{k_2(\tau_2 p + 1)}{T_2 p + 1},\ W_3(p) = \frac{k_3(\tau_3 p + 1)}{T_3^2 p^2 + 2\xi T_3 p + 1},\ W_4(p) = k_4,\ W_{\text{ос}}(p) = \frac{k_{\text{ос}}}{T_{\text{ос}} p + 1};$$

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

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



Согласована на портале № 16546

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

1. 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. Статические и астатические САУ. Порядок астатизма, его влияние на устойчивость и качество регулирования в САУ.
10. Частотные и корневые критерии качества регулирования и их связь с основными динамическими характеристиками САУ.
11. Способы коррекции САУ.
12. Параллельная коррекция САУ. Жесткие и гибкие обратные связи, их реализация и режимы работы.
13. Комбинированное управление. Понятие инвариантности и способы ее достижения.
14. Оптимальные характеристики САУ. Настройка систем на технический и симметричный оптимумы.
15. Классификация дискретных САУ по способам квантования сигналов и модуляции.
16. Понятие решетчатой функции. Смещенные решетчатые функции и их назначение. Разности решетчатых функций и разностные уравнения.
17. Дискретное преобразование Лапласа. Область существования изображений. Основные свойства дискретного преобразования Лапласа.
18. Z-преобразование и его связь с дискретным преобразованием Лапласа. Модифицированное z-преобразование.
19. Типовая структура разомкнутой САУ с АИМ, ее состав и передаточная функция.
20. Передаточные функции замкнутых САУ с АИМ. Частотные характеристики систем с АИМ и их свойства.
21. Необходимые и достаточные условия устойчивости систем с АИМ при их различном математическом описании. Понятие w-преобразования.
22. Особенности применения известных критериев устойчивости в системах с АИМ.

3 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 для студентов заочного факультета направления 11.03.04. – Томск: ТУСУР, 2017. – 66 с. Официальный сайт кафедры ПрЭ ТУСУР , http://ie.tusur.ru/lym/tau_z.rar, доступ свободный

Согласована на портале № 16546

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).

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 № 16546