МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **27.03.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль): **Управление в робототехнических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	36	56	часов
2	Лабораторные работы	34	54	88	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	90	144	часов
4	Из них в интерактивной форме	14	22	36	часов
5	Самостоятельная работа	54	90	144	часов
6	Всего (без экзамена)	108	180	288	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	72	часов
8	Общая трудоемкость	144	216	360	часов
		4.0	6.0	10.0	З.Е

Экзамен: 6, 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19741

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 17 от «21» 3 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.04 Управление в технических системах, утвержденного 20 октября 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. КСУП _____ А. Г. Карпов

Заведующий обеспечивающей каф.
КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФВС _____ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф.
КСУП _____ Ю. А. Шурыгин

Эксперт:

профессор каф. КСУП _____ В. М. Зюзьков

Согласована на портале № 19741

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

обучение студентов основам теории автоматического управления, необходимым при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации систем и средств автоматики и управления,

освоение основных принципов построения систем управления, форм представления и преобразования моделей систем, методов анализа и синтеза линейных и нелинейных систем управления при детерминированных и случайных воздействиях.

1.2. Задачи дисциплины

– ознакомление студентов с современным состоянием теории автоматического управления;

– привитие студентам навыков теоретического анализа и синтеза систем автоматического управления;

– привитие студентам навыков экспериментального проектирования и исследования систем автоматического управления.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория автоматического управления» (Б1.Б.13) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математические основы теории систем, Физика, Теория систем, Теория вероятностей и математическая статистика, Электротехника, электроника и схемотехника, Элементы и устройства систем автоматики.

Последующими дисциплинами являются: Моделирование систем управления.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ПК-2 способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления;

– ПК-10 готовностью к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию систем и средств автоматизации и управления;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные положения теории управления, принципы и методы построения, преобразования моделей систем управления (СУ), методы расчёта СУ по линейным и нелинейным моделям при детерминированных и случайных воздействиях.

– **уметь** применять принципы и методы построения моделей, методы анализа и синтеза при исследовании линейных и нелинейных систем автоматического управления при детерминированных и случайных воздействиях.

– **владеть** принципами и методами анализа и синтеза линейных и нелинейных систем автоматического управления при де-терминированных и случайных воздействиях.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		6 семестр	7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	144	54	90

Согласована на портале № 19741

Лекции	56	20	36
Лабораторные работы	88	34	54
Из них в интерактивной форме	36	14	22
Самостоятельная работа (всего)	144	54	90
Оформление отчетов по лабораторным работам	76	28	48
Проработка лекционного материала	16	8	8
Написание рефератов	52	18	34
Всего (без экзамена)	288	108	180
Подготовка и сдача экзамена	72	36	36
Общая трудоемкость ч	360	144	216
Зачетные Единицы	10.0	4.0	6.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр					
1 Основные понятия, история развития и задачи ТАУ.	2	0	6	8	ОПК-2
2 Математическое описание линейных САУ.	6	22	26	54	ОПК-2, ПК-2
3 Устойчивость линейных САУ.	4	0	2	6	ОПК-2, ПК-2
4 Качество регулирования линейных САУ.	4	0	2	6	ОПК-2, ПК-2
5 Синтез линейных САУ.	4	12	18	34	ОПК-2, ПК-10, ПК-2
Итого за семестр	20	34	54	108	
7 семестр					
6 Особые линейные системы.	8	0	10	18	ОПК-2, ПК-2
7 Нелинейные системы.	10	54	59	123	ОПК-2, ПК-10, ПК-2
8 Статистическая динамика САУ.	8	0	8	16	ОПК-2, ПК-2
9 Оптимальные системы.	10	0	13	23	ОПК-2, ПК-10, ПК-2
Итого за семестр	36	54	90	180	

Согласована на портале № 19741

Итого	56	88	144	288	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основные понятия, история развития и задачи ТАУ.	Краткая история возникновения и развития ТАУ. Основные понятия и определения. Классификация САУ. Общая характеристика процессов в САУ.	2	ОПК-2
	Итого	2	
2 Математическое описание линейных САУ.	Постановка задачи. Разбиение системы на звенья. Уравнения и характеристики звеньев. Типовые звенья. Структурный анализ САУ. Линейные законы регулирования.	6	ОПК-2
	Итого	6	
3 Устойчивость линейных САУ.	Понятие устойчивости. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости: алгебраические, Михайлова, Найквиста.	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
4 Качество регулирования линейных САУ.	Оценка качества регулирования. Точностные критерии качества. Оценка качества переходных процессов: по переходной характеристике, частотные критерии, корневые критерии, интегральные критерии.	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
5 Синтез линейных САУ.	Повышение точности. Улучшение качества переходных процессов. Корректирующие звенья. Повышение запаса устойчивости. Метод ЛАХ.	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		20	
7 семестр			
6 Особые линейные системы.	Системы с запаздыванием: особенности анализа и синтеза. Системы с переменными параметрами – методы исследования.	8	ОПК-2
	Итого	8	
7 Нелинейные системы.	Типовые нелинейности. Методы иссле-	10	ОПК-2,

Согласована на портале № 19741

	дования: устойчивость по Ляпунову, фазовой плоскости, интегрируемой аппроксимации, частотный критерий В.М. Попова, гармонической линеаризации. Качество переходных процессов и коррекция.		ПК-2
	Итого	10	
8 Статистическая динамика САУ.	Прохождение случайного сигнала через линейные звенья. Статистически оптимальные системы, уравнение Винера – Хопфа и его решение. Прохождение случайного сигнала через нелинейные звенья. Статистическая линеаризация.	8	ОПК-2
	Итого	8	
9 Оптимальные системы.	Понятие об оптимальных системах. Критерии оптимальности. Методы оптимизации: вариационное исчисление, метод максимума Понтрягина, динамическое программирование Беллмана.	10	ОПК-2, ПК-2
	Итого	10	
Итого за семестр		36	
Итого		56	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Математические основы теории систем	+	+							+
2 Физика		+							
3 Теория систем	+	+							
4 Теория вероятностей и математическая статистика								+	
5 Электротехника, электроника и схемотехника	+	+			+		+		
6 Элементы и устройства систем автоматики					+	+	+		
Последующие дисциплины									
1 Моделирование систем управления	+	+	+		+		+	+	+

Согласована на портале № 19741

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Реферат
ПК-2	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Реферат
ПК-10		+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
6 семестр			
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением		4	4
Исследовательский метод	10		10
Итого за семестр:	10	4	14
7 семестр			
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением		4	4
Исследовательский метод	18		18
Итого за семестр:	18	4	22
Итого	28	8	36

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 19741

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Математическое описание линейных САУ.	Типовые звенья и их характеристики.	4	ОПК-2, ПК-2
	Частотные характеристики линейных стационарных звеньев.	12	
	Временные характеристики линейных стационарных звеньев.	6	
	Итого	22	
5 Синтез линейных САУ.	Коррекция линейных САУ.	12	ОПК-2, ПК-2
	Итого	12	
Итого за семестр		34	
7 семестр			
7 Нелинейные системы.	Анализ нелинейной системы методом фазовой плоскости.	18	ОПК-2, ПК-10, ПК-2
	Анализ нелинейной системы с помощью частотного критерия В.М. Попова	18	
	Анализ нелинейной системы методом гармонической линеаризации.	18	
	Итого	54	
Итого за семестр		54	
Итого		88	

8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Основные понятия, история развития и задачи ТАУ.	Написание рефератов	5	ОПК-2	Защита отчета, Контрольная работа, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	6		
2 Математическое	Написание рефератов	4	ОПК-2,	Защита отчета,

Согласована на портале № 19741

описание линейных САУ.	Написание рефератов	4	ПК-2	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	26		
3 Устойчивость линейных САУ.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-2	Контрольная работа, Экзамен
	Итого	2		
4 Качество регулирования линейных САУ.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-2, ПК-2	Контрольная работа, Экзамен
	Итого	2		
5 Синтез линейных САУ.	Написание рефератов	5	ПК-10, ПК-2, ОПК-2	Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	18		
Итого за семестр		54		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
7 семестр				
6 Особые линейные системы.	Написание рефератов	9	ОПК-2, ПК-2	Контрольная работа, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	10		
7 Нелинейные системы.	Написание рефератов	9	ОПК-2, ПК-2, ПК-10	Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Итого	59		
8 Статистическая динамика САУ.	Написание рефератов	6	ОПК-2, ПК-2	Защита отчета, Контрольная работа, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		

Согласована на портале № 19741

	Итого	8		
9 Оптимальные системы.	Написание рефератов	10	ОПК-2, ПК-10, ПК-2	Защита отчета, Контрольная работа, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	13		
Итого за семестр		90		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		216		

9.1. Темы рефератов

1. Теория инвариантности и комбинированное управление.
2. Синтез САУ методом корневых годографов.
3. Управляемость и наблюдаемость САУ.
4. Типовые нелинейности.
5. Задачи вариационного исчисления.
6. Принцип максимума Понтрягина.
7. Динамическое программирование Беллмана.
8. Уравнения Беллмана и Гамильтона – Якоби.
9. История развития ТАУ.
10. Устойчивость систем с запаздыванием.
11. Описание САУ в пространстве состояний.
12. Прохождение случайного сигнала через нелинейные цепи.
13. Синтез статистически оптимальных систем.

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
6 семестр				
Защита отчета	2	5	5	12
Контрольная работа	4	6	6	16
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Реферат	8	8	8	24
Итого максимум за период	20	25	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	45	70	100
7 семестр				
Защита отчета	2	5	5	12
Контрольная работа	4	6	6	16

Согласована на портале № 19741

Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Реферат	8	8	8	24
Итого максимум за период	20	25	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	45	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет 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. Теория автоматического управления. Часть 1: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2011. 212 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6249, дата обращения: 17.05.2017.

2. Теория автоматического управления. Часть 2: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2012. 268 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6251, дата обращения: 17.05.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Душин С.Е. и др. Теория автоматического управления. Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. М., Высшая школа, 2005, 566 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

2. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. Учебник для вузов. СПб, Питер, 2005, 333 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

Согласована на портале № 19741

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Малышенко А.М., Вадутов О.С. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2008, 368 с. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/sbornik-testovyh-zadach-po-teorii-avtomaticheskogo-upravlenija-am-malyshenko
2. Теория автоматического управления.: Учебное методическое пособие по проведению практических, лабораторных и самостоятельных занятий для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. - 2016. 105 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6250, дата обращения: 17.05.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются 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.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: не требуются .

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

наличие интерактивной доски для проведения лекционных и лабораторных занятий.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используются учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 330. Состав оборудования: Компьютерный класс с выходом в интернет. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 3 этаж, ауд. 331. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 7 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Согласована на портале № 19741

учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

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

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

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;

Согласована на портале № 19741

– 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 № 19741

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Теория автоматического управления

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **27.03.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль): **Управление в робототехнических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2017 года

Разработчик:
- доцент каф. КСУП А. Г. Карпов

Экзамен: 6, 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19741

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 компетенций
ПК-10	готовностью к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию систем и средств автоматизации и управления	Должен знать основные положения теории управления, принципы и методы построения, преобразования моделей систем управления (СУ), методы расчёта СУ по линейным и нелинейным моделям при детерминированных и случайных воздействиях.; Должен уметь применять принципы и методы построения моделей, методы анализа и синтеза при исследовании линейных и нелинейных систем автоматического управления при детерминированных и случайных воздействиях.; Должен владеть принципами и методами анализа и синтеза линейных и нелинейных систем автоматического управления при де-терминированных и случайных воздействиях.;
ПК-2	способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	
ОПК-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-10

ПК-10: готовностью к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию

Согласована на портале № 19741

систем и средств автоматизации и управления.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы построения систем и средств автоматизации и управления.	настраивать и эксплуатировать системы и средства автоматизации и управления.	методами и приёмами настройки и эксплуатации систем и средств автоматизации и управления.
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает состав, принципы проектирования и работы основных систем и средств автоматизации и управления.; • Знает условия применимости стандартных систем и средств автоматизации и управления.; • Знает основные методы настройки и отладки основных систем и средств автоматизации и управления.;	• Свободно обосновывает и применяет методы настройки и отладки систем и средств автоматизации и управления.; • Умеет проводить анализ и синтез систем и средств автоматизации и управления.;	• Способен руководить междисциплинарной командой.; • Свободно владеет разными методами анализа и синтеза систем автоматизации и управления.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает состав и принципы работы некоторых систем и средств автоматизации и управления.; • Знает некоторые ме-	• Применяет методы настройки и отладки систем и средств автоматизации и управления.; • Умеет проводить анализ систем и средств ав-	• Способен работать в междисциплинарной команде.; • Владеет разными методами анализа и синтеза систем автоматиза-

Согласована на портале № 19741

	тоды настройки и отладки систем и средств автоматизации и управления.;	томатизации и управления.; • Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.;	ции и управления.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Формулирует основные понятия.; • Знает состав систем и средств автоматизации и управления.; • Знает принципы настройки и отладки систем и средств автоматизации и управления.;	• Умеет настраивать системы и средства автоматизации и управления.; • Умеет представлять результаты своей работы.;	• Владеет терминологией предметной области знания.; • Владеет хотя бы одним методом анализа и синтеза систем автоматизации и управления.;

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	стандартные программные средства для получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.	применять стандартные программные средства для проведения вычислительных экспериментов при исследовании математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.	методами проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств для анализа и проектирования систем автоматического управления.
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Согласована на портале № 19741

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает основные программные средства для создания математических моделей процессов и объектов управления.; • Знает условия применимости стандартных пакетов прикладных про-грамм для проведения вычислительных экспериментов над математическими моделями процессов и объектов автоматизации и управления.; • Знает методы проведения вычислительных экспериментов.;	• Свободно обосновывает и применяет методы проведения вычислительных экспериментов при создании математических моделей процессов и объектов. автоматизации.; • Умеет применять основные программные средства для получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления различной физической природы.;	• Свободно владеет разными программными средствами при проведении вычислительных экспериментов с моделями процессов и объектов автоматизации и управления.; • Способен руководить междисциплинарной командой.; • Свободно владеет методиками получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления разного типа.;
Хорошо (базовый уровень)	• Аргументирует выбор программных средств для проведения вычислительных экспериментов над математическими моделями процессов и объектов автоматизации и управления.; • Знает некоторые программные средства для создания математических моделей процессов и объектов управления.; • Графически иллюстрирует решение задачи.;	• Применяет методы проведения вычислительных экспериментов при создании математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.; • Умеет применять некоторые программные средства для получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления..;	• Способен работать в междисциплинарной команде.; • Владеет некоторыми программными средствами при проведении вычислительных экспериментов с моделями процессов и объектов автоматизации и управления.; • Владеет методикой получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления разного типа.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Формулирует основные понятия в области теории автоматического управления и регулирования.; • Знает по крайней мере одну из прикладных программ для создания моделей типовых процессов или объектов управления и автоматизации.;	• Умеет получать математические модели типовых процессов и объектов автоматизации и управления.; • Умеет представлять результаты своей работы.;	• Владеет терминологией предметной области знания.; • Владеет хотя бы одним методом получения математических моделей типовых процессов и объектов с применением стандартных программных средств.;

2.3 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-мате-

Согласована на портале № 19741

матический аппарат.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы работы, методы анализа и синтеза систем автоматического управления (САУ), виды и формы математического описания САУ.	формулировать проблемную ситуацию и находить связь между сформулированной задачей и методами её решения.	методами и приёмами исследования систем автоматического управления и регулирования и привлечением соответствующего математического аппарата.
Виды занятий	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• 1. Знает основные понятия и определения теории управления.; • 2. Знает принципы работы, состав и типы САУ.; • 3. Знает общую характеристику процессов в САУ.; • 4. Знает классическое (частотное) математическое описание САУ.; • 5. Знает математическое описание САУ в пространстве состояний.; • 6. Знает математическое описание типовых звеньев систем автоматического управления.;	• 1. Умеет формулировать задачи автоматического управления. ; • 2. Умеет находить связь между сформулированной задачей и методами её решения.; • 3. Умеет формализовать задачу автоматического управления в виде математического описания в классической (частотной) форме.; • 4. Умеет формализовать задачу автоматического управления в виде математического описания в пространстве состояний.; • 5. Умеет применять	• Свободно владеет инструментами теории автоматического управления и регулирования в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения; • Может научить другого.; • Свободно владеет методами анализа и синтеза САУ различного типа при детерминированных и случайных воздействиях.; • Свободно владеет методами и средствами теории оптимальных систем управления.;

Согласована на портале № 19741

	• 7. Знает основные критерии устойчивости.; • 8. Знает связь классического описания систем и описания систем в виде уравнений состояния.; • 9. Знает правила структурных преобразований.; • 10. Знает формулу Мэйсона.; • 11. Знает корневые критерии качества.; • 12. Знает частотные критерии качества.; • 13. Знает общие методы повышения точности.; • 14. Знает теорию инвариантности.; • 15. Знает принципы комбинированного управления.; • 16. Знает применение неединичных обратных связей.; • 17. Знает методы улучшения качества регулирования.; • 18. Знает методы демпфирования систем.; • 19. Знает основные методы синтеза систем.; • 20. Знает, что такое особые линейные системы.; • 21. Знает понятия управляемости и наблюдаемости.; • 22. Знает принципы модального управления.; • 23. Знает методы анализа систем с запаздыванием.; • 24. Знает методы анализа систем с переменными параметрами.; • 25. Знает типовые не-	основные критерии устойчивости.; • 6. Умеет проводить структурный анализ САУ методом структурных преобразований.; • 7. Умеет проводить структурный анализ САУ с помощью формулы Мэйсона.; • 8. Умеет применять основные методы повышения точности.; • 9. Умеет применять основные корректирующие звенья для демпфирования линейных САУ.; • 10. Умеет проводить анализ САУ с запаздыванием.; • 11. Умеет проводить анализ нестационарных САУ.; • 12. Умеет определять управляемость и наблюдаемость САУ.; • 13. Умеет применять для анализа устойчивости нелинейных САУ: а) первый метод Ляпунова, б) второй метод Ляпунова, в) метод фазовой плоскости, г) частотный критерий В.М. Попова, д) метод гармонической линеаризации.; • 14. Умеет анализировать прохождение случайного сигнала через линейные цепи.; • 15. Умеет анализировать прохождение случайного сигнала через нелинейные цепи.; • 16. Умеет применять уравнение Винера–Хопфа.; • 17. Умеет формулировать задачи оптимального управления.; • 18. Умеет различать в	

Согласована на портале № 19741

	линейности.; • 26. Знает методы исследования нелинейных систем: а) первый метод Ляпунова, б) второй метод Ляпунова, в) метод фазовой плоскости, г) метод интегрируемой аппроксимации, д) частотный критерий В.М. Попова, е) методы малого параметра, ж) метод гармонической линеаризации.; • 27. Знает принципы коррекции нелинейных систем.; • 28. Имеет понятие о случайных событиях, случайных величинах, случайных процессах и их характеристиках.; • 29. Знает математическое описание случайных процессов в линейных и нелинейных САУ.; • 30. Знает метод синтеза статистически оптимальной САУ.; • 31. Знает метод статистической линеаризации.; • 32. Знает принципы построения оптимальных систем.; • 33. Знает применение вариационного исчисления в оптимальных САУ.; • 34. Знает принцип максимума Л.С. Понтрягина.; • 35. Знает метод динамического программирования.; • 36. Знает принцип оптимальности.;	вариационном исчислении задачи Майера, Лагранжа и Больца.; • 19. Умеет составлять уравнения Гамильтона на основе принципа максимума Л.С. Понтрягина.; • 20. Умеет проиллюстрировать метод динамического программирования для дискретного случая.; • 21. Умеет на основе метода динамического программирования составить уравнение Беллмана.;	
Хорошо (базовый уровень)	• Из списка знаний уровня «отлично» знает все пункты, за исключением 8, 9, 16, 20, 21, 27.;	• Из списка знаний уровня «отлично» умеет все пункты, за исключением 6, 11, 15, 19.;	• Самостоятельно применяет основные инструменты теории автоматического управления и регулирования в

Согласована на портале № 19741

	• В п. 26 может не знать подпункты г) и е).;	• В п.п. 5, 8 умеет использовать некоторые методы.; • Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.;	формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения.; • Владеет методами анализа и синтеза типовых САУ при детерминированных и случайных воздействиях.; • Владеет методами и средствами теории оптимальных систем управления.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Формулирует основные понятия.; • Из списка знаний уровня «отлично» знает все пункты, за исключением 5, 7, 8, 9, 12, 14, 16, 20, 21, 22, 24, 27, 30, 31, 36.; • В п. 7 знает хотя бы один критерий устойчивости.; • В п. 26 может не знать подпункты б), г) и е).;	• Из списка знаний уровня «отлично» умеет все пункты, за исключением 4, 6, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 19, 21.; • В п.п. 5, 8, 13 умеет применять хотя бы один метод.; • Умеет представлять результаты своей работы.;	• Владеет терминологией предметной области знания.; • Работая в команде, может под руководством, применяя инструментарий теории автоматического управления и регулирования, участвовать в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения.;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы рефератов

- Теория инвариантности и комбинированное управление.
- Синтез САУ методом корневых годографов.
- Управляемость и наблюдаемость САУ.
- Типовые нелинейности.
- Задачи вариационного исчисления.
- Принцип максимума Понтрягина.
- Динамическое программирование Беллмана.
- Уравнения Беллмана и Гамильтона – Якоби.
- История развития ТАУ.
- Устойчивость систем с запаздыванием.
- Описание САУ в пространстве состояний.
- Прохождение случайного сигнала через нелинейные цепи.
- Синтез статистически оптимальных систем.

3.2 Темы контрольных работ

- Текущая информация о каких переменных объекта управления необходима для реализации регулирования по отклонению?
-

Согласована на портале № 19741

- — о регулируемых переменных;
- — о внешних воздействиях;
- — об управляющих воздействиях;
- — о регулируемых переменных и внешних воздействиях;
- — о регулируемых переменных и управляющих воздействиях.
- Определите передаточную функцию системы, описываемой уравнением
-
- — ;
- — ;
- — ;
- — .

3.3 Экзаменационные вопросы

- Понятие управления. Автоматическое и автоматизированное управление.

3.4 Темы лабораторных работ

- Типовые звенья и их характеристики.
- Частотные характеристики линейных стационарных звеньев.
- Временные характеристики линейных стационарных звеньев.
- Коррекция линейных САУ.
- Анализ нелинейной системы методом фазовой плоскости.
- Анализ нелинейной системы с помощью частотного критерия В.М. Попова
- Анализ нелинейной системы методом гармонической линеаризации.

4 Методические материалы

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

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Теория автоматического управления. Часть 1: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2011. 212 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6249, свободный.
2. Теория автоматического управления. Часть 2: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2012. 268 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6251, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Душин С.Е. и др. Теория автоматического управления. Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. М., Высшая школа, 2005, 566 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)
2. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. Учебник для вузов. СПб, Питер, 2005, 333 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Малышенко А.М., Вадутов О.С. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2008, 368 с. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/sbornik-testovyh-zadach-po-teorii-avtomaticheskogo-upravlenija-am-malyshenko
2. Теория автоматического управления.: Учебное методическое пособие по проведению практических, лабораторных и самостоятельных занятий для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. - 2016. 105 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6250, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: не требуются .

Согласована на портале № 19741