МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

	У'	ТВЕРЖ	ДАЮ	
Пр	оректо	р по уч	ебной раб	оте
			_ П. Е. Тро	нкс
‹ ‹	>>		20	Γ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые системы автоматического управления

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки (специальность): 27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Управление и автоматизация технологических процессов и

производств

Форма обучения: очная

Факультет: ФВС, Факультет вычислительных систем

Кафедра: КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании

Курс: **1** Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

$N_{\underline{0}}$	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	12	12	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	46	46	часов
5	Из них в интерактивной форме	18	18	часов
6	Самостоятельная работа	62	62	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	3.E

Экзамен: 1 семестр

Рассмотрена	и одо	брена на за	седании	кафедры
протокол №	18	от « <u>16</u> »	5	20 <u>17</u> г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

вательного стандарта высшего образования (Ф	и требований федерального государственного образо- РГОС ВО) по направлению подготовки (специально- мах, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотре-
на и утверждена на заседании кафедры «» _	
Разработчик:	
доцент каф. КСУП	А. Г. Карпов
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	Ю. А. Шурыгин
Рабочая программа согласована с факул направления подготовки (специальности).	втетом, профилирующей и выпускающей кафедрами
Декан ФВС	Л. А. Козлова
Заведующий выпускающей каф. КСУП	Ю. А. Шурыгин
Эксперт:	
профессор каф. КСУП	В. М. Зюзьков

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

дать понятия о цифровых системах автоматики, их современной технической реализации и методах их анализа и проектирования.

1.2. Задачи дисциплины

- ознакомление студентов с цифровыми системами регулирования, их
- типовыми схемами и элементами,
- привитие студентам навыков анализа и синтеза цифровых систем
- управления, в том числе с мини- и микро- ЭВМ в контуре управления,
- привитие студентам навыков экспериментального исследования
- цифровых систем автоматического управления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровые системы автоматического управления» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Современные проблемы теории управления.

Последующими дисциплинами являются: Компьютерные технологии управления в технических системах, Математическое моделирование объектов и систем управления.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-3 готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности;
- ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;
- ПК-1 способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач;
- ПК-2 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки;
- ПК-5 способностью анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать основные положения теории цифровых систем управления (ЦСУ), принципы и методы построения, преобразования моделей ЦСУ, методы расчёта ЦСУ по линейным и нелинейным непрерывным и дискретным моделям объектов при детерминированных и случайных воздействиях
- **уметь** применять принципы и методы построения цифровых моделей, методы анализа и синтеза при проектировании и исследовании цифровых систем и средств управления
- **владеть** принципами и методами анализа и синтеза цифровых систем и средств автоматического управления

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	46	46
Лекции	18	18

Практические занятия	12	12
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	18	18
Самостоятельная работа (всего)	62	62
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	7	7
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	27	27
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
	1 cer	местр				
1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования.	2	0	0	1	3	ОПК-2, ПК-1
2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах	2	2	0	11	15	ОК-3, ПК-1, ПК-5
3 Метод z-преобразования	4	2	0	9	15	ОПК-2, ПК-1, ПК-2
4 Метод пространства состояний	4	2	4	13	23	ОК-3, ОПК-2, ПК-2, ПК-5
5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов	2	0	4	5	11	ОК-3, ПК-2, ПК-5
6 Анализ цифровых систем управления	2	4	0	5	11	ОК-3, ОПК-2, ПК-2, ПК-5
7 Синтез цифровых систем	2	2	8	18	30	ОК-3, ОПК-2, ПК-5
Итого за семестр	18	12	16	62	108	
Итого	18	12	16	62	108	

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	лекциям				
	1 семестр				
1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования.	Типовые структурные и функциональные схемы цифровых системавтоматики. Объекты цифровых систем управления. Характеристики объектов, их математическое описание. Элементы цифровых систем: устройство связи собъектом, аналого-цифровой преобразователь, цифроаналоговыйпреобразователь, устройство выборки и хранения, мультиплексор идемультиплексор.	2	ОПК-2, ПК-1		
	Итого	2			
2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах	Преобразование и обработка сигналов в цифровых системах управления. Математическое описание процесса квантования. Понятие идеального квантователя. Реальный квантователь. Восстановление сигнала по дискретнымвыборкам. Устройства восстановления (фильтрации) сигнала.	2	ОК-3, ПК- 5		
	Итого	2			
3 Метод z-преобразования	Основы метода. Понятие z-преобразования. Импульсная (дискретная) передаточная функция. Структурный анализ цифровых систем. Исследование процессов между моментами квантования: метод дробного квантования имодифицированное z-преобразование.	4	ОПК-2, ПК-1		
	Итого	4			
4 Метод пространства состояний	Особенности метода пространства состояний в применении к цифровымсистемам. Уравнения состояния. Прямое и обратное время в уравненияхсостояния. Решение дискретных уравнений состояния. Переходная (фундаментальная) матрица. Связь уравнений состояния с передаточной функцией. Понятие диаграммы состояния. Методы декомпозициипередаточной функции. Связь между управляемостью, наблюдаемостью и передаточными функция-	4	ПК-2		

	ми.		
	Итого	4	
5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов	Применения устройств выборки и хранения. Методы численногоинтегрирования. Метод z-форм. Метод пространства состояний с применениемУВХ.	2	ПК-5
	Итого	2	
6 Анализ цифровых систем управления	Устойчивость, необходимое и достаточное условие устойчивости. Дискретные аналоги критериев устойчивости: алгебраические критерии, критерий устойчивости Михайлова и Найквиста. Переходные процессы, ошибки в типовых режимах.	2	ОПК-2, ПК-5
	Итого	2	
7 Синтез цифровых систем	Методы синтеза цифровых систем. Синтез аналоговых регуляторов:последовательных, в обратной связи. Реализация и синтез цифровыхрегуляторов. Цифровой ПИД-регулятор. Синтез систем с минимальнымвременем переходного процесса.	2	ОПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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
Предшествующие дисциплины							
1 Современные проблемы теории управления						+	+
	Последу	ющие дис	сциплинь	I			
1 Компьютерные технологии управления в технических систе- мах	+						+
2 Математическое моделирование объектов и систем управления		+			+		

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

НЫ		Виды з	анятий		
Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Формы контроля
ОК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
ОПК-2	+			+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
ПК-1	+	+		+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе

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 практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интеракт ивные лекции	Всего			
	1 семестр						
Презентации с использованием			4	4			

интерактивной доски с обсуждением				
Разработка проекта	8			8
Исследовательский метод		6		6
Итого за семестр:	8	6	4	18
Итого	8	6	4	18

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

таолица 7. 1 - таименование лаоора	ropiibii puooi		
Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
	1 семестр		
4 Метод пространства состояний	Получение и анализ уравнений состояния цифровой системыавтоматического управления	4	ОК-3, ПК- 2
	Итого	4	
5 Моделирование систем управления с применением	Исследование цифровых моделей систем регулирования	4	ОК-3, ПК- 2
цифровых методов	Итого	4	
7 Синтез цифровых систем	Синтез последовательного цифрового регулятора методомбилинейного преобразования. Изучение устройства, свойств и методов синтеза цифровых ПИД-регуляторов	8	ОК-3, ПК- 5
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
	1 семестр		
2 Математическое описание процессов квантования и	Ошибки квантования и восстановления сигналов.	2	ОК-3, ПК- 1
фильтрации в цифровых системах	Итого	2	
3 Метод z-преобразования	Составление передаточных функций и метод дробного квантования.	2	ПК-2

	Итого	2	
4 Метод пространства состояний	Решение дискретных уравнений состояния. Переходная(фундаментальная) матрица.	2	ПК-2, ПК- 5
	Итого	2	
6 Анализ цифровых систем управления	Критерии устойчивости. Ошибки в типовых режимах.	4	ОК-3, ПК- 2
	Итого	4	
7 Синтез цифровых систем	Методы синтеза цифровых систем.	2	ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		12	

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

таолица У.т Биды самос	тоятельной работы, трудосм	INOCID II	формируск	тыс компетенции
Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
	1 семест	p		
1 Общая функциональная схема и	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Контрольная работа, Эк-замен
состав цифровых систем регулирования.	Итого	1		
2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах	Подготовка к практиче- ским занятиям, семина- рам	2	ОК-3, ПК-1, ПК-5	Конспект самоподготов- ки, Контрольная работа, Отчет по индивидуаль-
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ному заданию, Эн	ному заданию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	11		
3 Метод z- преобразования	Подготовка к практиче- ским занятиям, семина- рам	2	ПК-2, ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготов- ки, Контрольная работа, Отчет по индивидуаль-
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6		ному заданию, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	9		
4 Метод пространства состояний	Подготовка к практическим занятиям, семина-	2	ПК-2, ПК-5,	Конспект самоподготов-ки, Контрольная работа,

	рам		ОПК-2,	Отчет по индивидуаль-
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОК-3	ному заданию, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	13		
5 Моделирование систем управления с	Проработка лекционного материала	1	ПК-5, ОК-3,	Отчет по лабораторной работе, Экзамен
применением цифровых методов	Оформление отчетов по лабораторным работам	4	ПК-2	
	Итого	5		
6 Анализ цифровых систем управления	Подготовка к практиче- ским занятиям, семина- рам	4	ОК-3, ПК-2, ОПК-2,	Конспект самоподготов- ки, Контрольная работа, Отчет по индивидуаль-
	Проработка лекционного материала	1	ПК-5	ному заданию, Экзамен
	Итого	5		
7 Синтез цифровых систем	Подготовка к практиче- ским занятиям, семина- рам	2	ПК-5, ОПК-2, ОК-3	Конспект самоподготов- ки, Контрольная работа, Отчет по индивидуаль-
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7		ному заданию, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	18		
Итого за семестр		62		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		98		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

- 1. Управляемость и наблюдаемость в цифровых системах.
- 2. Теоремы о
- 3. наблюдаемости и управляемости.
- 4. Связь между управляемостью,
- 5. наблюдаемостью и передаточными функциями.
- 6. Теоремы об инвариантности
- 7. управляемости и наблюдаемости.
- 8. Квантование непрерывных сигналов.
- 9. Виды квантования.
- 10. Ошибки квантования по уровню.

- 11. Синтез систем с минимальным
- 12. временем переходного процесса.
- 13. Синтез систем в пространстве состояний.
- 14. Ограничения метода z-преобразования

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
	1	семестр		
Конспект самоподготов-ки	2	4	6	12
Контрольная работа	7	5	7	19
Отчет по индивидуальному заданию	3	3	3	9
Отчет по лабораторной работе		15	15	30
Итого максимум за период	12	27	31	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	12	39	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	А (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	В (очень хорошо)
	75 - 84	С (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)

2 (65 - 69	
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	Е (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

- 1. Карпов А.Г. Цифровые системы автоматического регулирования. Учебное пособие. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2015. 216 с. (наличие в библиотеке ТУСУР 7 экз.)
- 2. Цифровые системы автоматического регулирования: Учебное пособие для магистров направления подготовки "Управление в технических системах" 27.04.04 / Карпов А. Г. 2015. 216 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6244, дата обращения: 26.05.2017.

12.2. Дополнительная литература

- 1. Карпов А.Г. Математические основы теории систем. Учебное пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2013. 316 с. (наличие в библиотеке ТУСУР 10 экз.)
- 2. Карпов А.Г. Теория автоматического управления. Часть 1: Учеб. пособие Томск: ТМЛ-Пресс, 2011, 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР 15 экз.)
- 3. Математические основы теории систем: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. 2013. 318 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6242, дата обращения: 26.05.2017.
- 4. Теория автоматического управления. Часть 1: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. 2011. 212 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6249, дата обращения: 26.05.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Цифровые системы автоматического управления: Учебное методическое пособие для магистров направления подготовки «Управление в технических системах» 27.04.04 / Карпов А. Г. - 2016. 38 с. Самостоятельная работа - 9-15 с. Практические занятия - 16-23 с. Лабораторные занятия - 24-38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6245, дата обращения: 26.05.2017.

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. Отсутствуют

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 15, оборудованная интерактивной доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используются учебные аудитории, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 323, 327, 329, 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 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.

13.1.4. 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 информационнообразовательную 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 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

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

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

	`	УТВЕРЖДАЮ	
Пр	орект	тор по учебной рабо	оте
		П. Е. Тро	HRC
~	» _	20	_ Γ.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Цифровые системы автоматического управления

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки (специальность): 27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Управление и автоматизация технологических процессов и

производств

Форма обучения: очная

Факультет: ФВС, Факультет вычислительных систем

Кафедра: КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании

Курс: **1** Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:

– доцент каф. КСУП А. Г. Карпов

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-5	способностью анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	Должен знать основные положения теории цифровых систем управления (ЦСУ), принципы и методы построения, преобразования моделей ЦСУ, методы расчёта ЦСУ по линейным и нелинейным непрерывным и дискретным моде-
ПК-2	способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	лям объектов при детерминированных и случайных воздействиях; Должен уметь применять принципы и методы построения цифровых моделей, методы анализа и синтеза при проектировании и исследовании цифровых систем и средств управления;
ПК-1	способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач	Должен владеть принципами и методами анализа и синтеза цифровых систем и средств автоматического управления;
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	
ОК-3	готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	

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, совер- шенствует действия ра- боты
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 ис- следовании, приспосаб- ливает свое поведение к обстоятельствам в реше- нии проблем
Удовлетворитель- но (пороговый	Обладает базовыми об- щими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми	Работает при прямом на- блюдении

уровень)	для выполнения простых	
	задач	

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-5

ПК-5: способностью анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.

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 эта- пов	методы анализа цифровых систем управления	анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию цифровых систем автоматического управления, готовить научные публикации и заявки на изобретения	методами теоретических и экспериментальных ис- следований цифровых систем автоматического управления
Виды занятий	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Интерактивные лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; 	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Интерактивные лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; 	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	 Контрольная работа; Отчет по индивидуальному заданию; Конспект самоподготовки; Отчет по лабораторной работе; Экзамен; 	 Контрольная работа; Отчет по индивидуальному заданию; Конспект самоподготовки; Отчет по лабораторной работе; Экзамен; 	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • 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)	• классические (частотные) методы анализа устойчивости, устано-	• определять устойчивость, точность и показатели качества пере-	• свободно владеть основными методами анализа устойчивости,

	Т		
	вившихся и переходных процессов в цифровых системах автоматического управления; • методы анализа устойчивости, установившихся и переходных процессов в цифровых систем автоматического управления в пространстве состояний;	ходных процессов клас- сическими методами и методами пространства состояний в цифровых системах автоматиче- ского управления; • оформлять заявки на изобретения; • оформлять научные статьи;	точности и качества работы цифровых систем автоматического управления;
Хорошо (базовый уровень)	• классические (частотные) методы анализа устойчивости и установившихся процессов в цифровых системах автоматического управления; • методы анализа устойчивости и установившихся процессов в цифровых систем автоматического управления в пространстве состояний;	• определять устойчивость и точность классическими методами и методами пространства состояний в цифровых системах автоматического управления; • оформлять научные статьи;	• некоторыми методами анализа устойчивости и точности цифровых систем автоматического управления;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• классические (частотные) методы анализа устойчивости и установившихся процессов в цифровых системах автоматического управления;	• определять устойчивость и точность классическими методами в цифровых системах автоматического управления;	• хотя бы одним методом анализа устойчивости и точности цифровых систем автоматического управления;

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки.

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	современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей цифровых систем автоматического управления	применять математические модели объектов и процессов для исследования цифровых систем автоматического управления	методами и приемами математического моделирования цифровых систем автоматического управления
Виды занятий	Интерактивные практические занятия;Интерактивные лабораторные занятия;	Интерактивные практические занятия;Интерактивные лабораторные занятия;	Интерактивные практические занятия;Интерактивные лабораторные занятия;

	 Интерактивные лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; 	 Интерактивные лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; 	 Лабораторные работы; Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	 Контрольная работа; Отчет по индивидуальному заданию; Конспект самоподготовки; Отчет по лабораторной работе; Экзамен; 	 Контрольная работа; Отчет по индивидуальному заданию; Конспект самоподготовки; Отчет по лабораторной работе; Экзамен; 	 Отчет по лабораторной работе; Отчет по индивидуальному заданию; Экзамен;

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	гели и критерии оценивани Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• основные методы и средства для создания математических моделей процессов и объектов управления; • условия применимости математических моделей процессов и объектов управления для проведения исследований цифровых систем;	• свободно обосновывать и применять методы проведения экспериментов при создании математических моделей процессов и объектов автоматизации; • применять основные методы и средства для получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления различной физической природы;	• свободно владеет разными 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 методов и средств для создания математических моделей процессов и объектов управления; • некоторые программные средства для создания математических моделей процессов и объектов управления; • графически иллюстрирует решение задачи;	• применять методы проведения вычислительных экспериментов при создании математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления; • применять некоторые программные средства для получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управле-	• способен работать в междисциплинарной команде; • владеет некоторыми средствами при проведении экспериментов с моделями процессов и объектов автоматизации и управления; • владеет методикой получения математических моделей процессов и объектов автоматиза-

		ния;	ции и управления разного типа;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	 формулировку основных понятий в области создания математических моделей процессов и объектов управления; по крайней мере один из методов для создания моделей типовых процессов или объектов управления и автоматизации; 	 получать математические модели типовых процессов и объектов автоматизации и управления; 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 ПК-1

ПК-1: способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач.

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 исследования цифровых систем автоматического управления, виды и формы их математического описания	формулировать проблемную ситуацию в области автоматического управления и находить связь между сформулированной задачей и методами её решения	методами и приёмами исследования цифровых систем автоматического управления и регулирования с привлечением соответствующего математического аппарата
Виды занятий	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Интерактивные лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; 	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Интерактивные лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; 	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	 Контрольная работа; Отчет по индивидуальному заданию; Конспект самоподготовки; Отчет по лабораторной работе; Экзамен; 	 Контрольная работа; Отчет по индивидуальному заданию; Конспект самоподготовки; Отчет по лабораторной работе; Экзамен; 	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в та-

блице 8. Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	 принципы построения цифровых систем автоматического управления; структуру и состав цифровых систем автоматического управления; постановку задач автоматического управления с применением цифровых средств; основные методы и средства решения задач автоматического управления с помощью цифровых средств; 	• ставить и решать задачи автоматического управления с помощью цифровых средств; • выбирать методы и средства решения задачанализа и проектирования цифровых систем управления в зависимости от условий работы;	• свободно владеет инструментами теории цифровых систем автоматического управления в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения; • может научить другого;
Хорошо (базовый уровень)	 принципы построения цифровых систем автоматического управления; структуру и состав цифровых систем автоматического управления; постановку задач автоматического управления с применением цифровых средств; некоторые методы и средства решения задач автоматического управления с помощью цифровых средств; 	• решать задачи автоматического управления с помощью цифровых средств; • применять выбранный метод для решения задач анализа и проектирования цифровых систем управления;	• самостоятельно применяет основные инструменты теории цифровых систем автоматического управления в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	 постановку задач автоматического управления с применением цифровых средств; принципы построения цифровых систем автоматического управления; хотя бы один метод исследования цифровых систем автоматического управления; 	• применять выбран- ный метод для решения задач анализа цифро- вых систем управления;	• владеет терминологией предметной области знания; • работая в команде, может под руководством, применяя инструментарий теории цифрового автоматического управления, участвовать в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения;

2.4 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	базовые методы и инструменты проведения исследований и реализации поставленных задач с использованием полученных ранее знаний	обобщить полученный опыт	методами и средствами анализа и синтеза цифровых систем управления
Виды занятий	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Интерактивные лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; 	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Интерактивные лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; 	тические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	 Контрольная работа; Конспект самоподготовки; Отчет по лабораторной работе; Экзамен; 	 Контрольная работа; Конспект самоподготовки; Отчет по лабораторной работе; Экзамен; 	• Отчет по лаборатор- ной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• методы анализа и синтеза цифровых систем автоматического управления в частотной области и в пространстве состояний; • концепцию построения цифровых систем управления;	• использовать математический аппарат для анализа и синтеза цифровых систем автоматического управления как классическими методами, так и методами пространства состояний;	• классическими методами и методами пространства состояний для анализа и проектирования цифровых систем автоматического управления;
Хорошо (базовый уровень)	концепцию построения цифровых систем управления;методы анализа и	• использовать математический аппарат для анализа и синтеза цифровых систем автомати-	• классическими методами для анализа и проектирования цифровых систем автоматиче-

	синтеза цифровых си- стем автоматического управления в частотной области;	ческого управления классическими методами;	ского управления;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	 концепцию построения цифровых систем управления; методы анализа цифровых систем автоматического управления в частотной области; 	• использовать математический аппарат для анализа цифровых систем автоматического управления классическими методами;	• классическими методами для анализа цифровых систем автоматического управления;

2.5 Компетенция ОК-3

ОК-3: готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные приемы общения, социально- психологические особенности работы в коллективе	общаться с коллегами, вести продуктивный диалог и добиваться результата, работая в команде	методами ведения сов- местной деятельности
Виды занятий	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Интерактивные лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; 	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Интерактивные лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; 	 Интерактивные практические занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	 Контрольная работа; Отчет по индивидуальному заданию; Конспект самоподготовки; Отчет по лабораторной работе; Экзамен; 	 Контрольная работа; Отчет по индивидуальному заданию; Конспект самоподготовки; Отчет по лабораторной работе; Экзамен; 	 Отчет по лабораторной работе; Отчет по индивидуальному заданию; Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	ать	Уметь	Владеть	

Отлично	• нормы культуры	• рассказать о своих	• нормами современно-
(высокий уровень)	речи; • методику организации деловых переговоров; • основные изобразительное выразительные средства русского языка; • средства аргументации;	достижениях в профессиональной области на конференции;	го языка и культуры речи; • знаниями об изобразительно- выразительных средствах языка; • навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики; • методами и средствами логически доказательной аргументации в официально-деловом общении;
Хорошо (базовый уровень)	 нормы культуры речи; средства аргументации; основные изобразительно-выразительные средства русского языка; 	• рассказать о своих достижениях в профессиональной области студенту сокурснику;	 нормами современно- го языка и культуры речи; знаниями об изобра- зительно- выразитель- ных средствах языка; навыками публичной речи, аргументации, ве- дения дискуссии и по- лемики;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	 нормы культуры речи; основные изобразительно-выразительные средства русского языка; 	• рассказать о своих достижениях в профессиональной области преподавателю;	• нормами современного языка и культуры речи;

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 Вопросы на самоподготовку

- Управляемость и наблюдаемость в цифровых системах.
- Теоремы о
- наблюдаемости и управляемости.
- Связь между управляемостью,
- наблюдаемостью и передаточными функциями.
- Теоремы об инвариантности
- управляемости и наблюдаемости.
- Квантование непрерывных сигналов.
- Виды квантования.
- Ошибки квантования по уровню.
- Синтез систем с минимальным
- временем переходного процесса.
- Синтез систем в пространстве состояний.

- Ограничения метода z-преобразования

3.2 Темы индивидуальных заданий

- Элементы цифровых систем
- Восстановитель Шеннона
- Метод модифицированного z-преобразования
- Управляемость и наблюдаемость цифровых систем
- Микропроцессор как управляющее устройство в системах регулирования

3.3 Экзаменационные вопросы

- Управляемость и наблюдаемость в цифровых системах.
- Теоремы о
- наблюдаемости и управляемости.
- Связь между управляемостью,
- наблюдаемостью и передаточными функциями.
- Теоремы об инвариантности
- управляемости и наблюдаемости.
- Квантование непрерывных сигналов.
- Виды квантования.
- Ошибки квантования по уровню.
- Синтез систем с минимальным
- временем переходного процесса.
- Синтез систем в пространстве состояний.

3.4 Темы контрольных работ

- Устойчивость цифровых систем
- Метод пространства состояний
- Квантование сигналов во времени
- Прохождение сигнала через линейную дискретную систему

3.5 Темы лабораторных работ

- Получение и анализ уравнений состояния цифровой системы
- автоматического управления
- Исследование цифровых моделей систем регулирования
- Синтез последовательного цифрового регулятора методом
- билинейного преобразования.
- Изучение устройства, свойств и методов синтеза цифровых ПИД-
- регуляторов

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. Карпов А.Г. Цифровые системы автоматического регулирования. Учебное пособие. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2015. 216 с. (наличие в библиотеке ТУСУР 7 экз.)
- 2. Цифровые системы автоматического регулирования: Учебное пособие для магистров направления подготовки "Управление в технических системах" 27.04.04 / Карпов А. Г. 2015. 216 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6244, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Карпов А.Г. Математические основы теории систем. Учебное пособие. - Томск: ТМЛ-

- Пресс, 2013. 316 с. (наличие в библиотеке ТУСУР 10 экз.)
- 2. Карпов А.Г. Теория автоматического управления. Часть 1: Учеб. пособие Томск: ТМЛ-Пресс, 2011, 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР 15 экз.)
- 3. Математические основы теории систем: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. 2013. 318 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6242, свободный.
- 4. Теория автоматического управления. Часть 1: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. 2011. 212 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6249, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Цифровые системы автоматического управления: Учебное методическое пособие для магистров направления подготовки «Управление в технических системах» 27.04.04 / Карпов А. Г. - 2016. 38 с. Самостоятельная работа - 9-15 с. Практические занятия - 16-23 с. Лабораторные занятия - 24-38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6245, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Отсутствуют