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

Цифровые системы автоматического управления

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **27.03.03 Системный анализ и управление**
Направленность (профиль): **Системный анализ и управление в информационных технологиях**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **МиСА, Кафедра моделирования и системного анализа**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные занятия	34	34	часов
4	Всего аудиторных занятий	102	102	часов
5	Самостоятельная работа	78	78	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9838

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 32 от «27» 12 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.03 Системный анализ и управление, утвержденного 2015-03-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. МиСА _____ Ганджа Т. В.

Заведующий обеспечивающей каф. МиСА _____ Дмитриев В. М.

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

Декан ФВС _____ Козлова Л. А.

Заведующий выпускающей каф. МиСА _____ Дмитриев В. М.

Эксперты:

доцент кафедра МиСА _____ Шутенков А. В.

Согласована на портале № 9838

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

дать понятия о цифровых системах автоматики, их современной технической реализации, 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.ДВ.8.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теоретические основы электротехники и электроника, Теория автоматического управления.

Последующими дисциплинами являются: Основы проектирования систем и средств управления.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные положения теории цифровых систем управления (ЦСУ), принципы и методы проектирования, преобразования моделей ЦСУ; методы расчета 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 средства автоматического управления

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	102	102
Лекции	34	34
Практические занятия	34	34
Лабораторные занятия	34	34
Самостоятельная работа (всего)	78	78
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	24
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	36	36

Согласована на портале № 9838

Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	216	216
Зачетные Единицы Трудоемкости	6.0	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	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Основы цифровой электроники	4	6	8	12	30	ОПК-1
2	Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования	2	0	0	2	4	
3	Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах	4	4	0	6	14	
4	Метод z-преобразования	6	4	8	10	28	
5	Метод пространства состояний	4	4	4	10	22	
6	Моделирование цифровых систем автоматического управления	4	2	0	6	12	
7	Анализ цифровых локальных систем	4	6	0	8	18	
8	Синтез цифровых систем	4	4	14	18	40	
9	Особенности использования микропроцессора как управляющего устройства в системах регулирования	2	4	0	6	12	
	Итого	34	34	34	78	180	

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 Основы цифровой электроники	Основные элементы, триггера, счетчики, мультиплексор,	4	ОПК-1

Согласована на портале № 9838

	демультиплексор		
	Итого	4	
2 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования	Функциональная схемы цифровых систем автоматического управления; структурные схемы устройств, входящих в состав цифровых систем.	2	
	Итого	2	
3 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах	Цифровые сигналы и кодирование; квантование по времени; восстановление данных;	4	
	Итого	4	
4 Метод z-преобразования	Основы метода; импульсная передаточная функция; процессы между моментами квантования;	6	
	Итого	6	
5 Метод пространства состояний	уравнения состояния; решение уравнений состояния; передаточные функции и уравнения состояния; управляемость и наблюдаемость цифровых систем	4	
	Итого	4	
6 Моделирование цифровых систем автоматического управления	Применение УВХ; численное интегрирование; метод z-форм; метод пространства состояний с применением УВХ;	4	
	Итого	4	
7 Анализ цифровых локальных систем	Устойчивость дискретных систем; переходный процесс; установившийся процесс	4	
	Итого	4	
8 Синтез цифровых систем	Общи схемы синтеза; синтез последовательного аналогового регулятора; синтез аналогового регулятора в цепи обратной связи; последовательный цифровой регулятор; синтез цифровых систем управления в конечным временем переходного цроесса	4	
	Итого	4	
9 Особенности использования микропроцессора как управляющего устройства в системах регулирования	Микропроцессор как контроллер в системах управления; влияние квантования по уровню; статистический учет ошибок квантования по уровню; анализ предельного цикла	2	
	Итого	2	
Итого за семестр		34	

Согласована на портале № 9838

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 представ-лены 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	Теоретические основы электротехники и электроника	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Теория автоматического управления	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
1	Основы проектирования систем и средств 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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-1	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			

Согласована на портале № 9838

1 Основы цифровой электроники	Формирование и минимизация схем цифровой электроники с использованием карт Карно	8	ОПК-1
	Итого	8	
4 Метод z-преобразования	Исследование цифровых моделей, полученных из непрерывных систем	8	
	Итого	8	
5 Метод пространства состояний	Методы получения и анализа уравнений состояния цифровой системы автоматического управления	4	
	Итого	4	
8 Синтез цифровых систем	Синтез последовательного цифрового регулятора методом билинейного преобразования	4	
	Изучение устройства и свойств пропорционально-интегрально-дифференциальных регуляторов	4	
	Синтез пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора	6	
	Итого	14	
Итого за семестр		34	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основы цифровой электроники	Синтез комбинированных схем; схемы прямых и инверсных счетчиков; мультиплексоров и демультиплексоров	6	ОПК-1
	Итого	6	
3 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах	Ошибки квантования и восстановления сигналов. Контрольная работа № 1	4	
	Итого	4	
4 Метод z-преобразования	Составление передаточных функций и метод дробного квантования. Контрольная работа № 2	4	
	Итого	4	
5 Метод пространства состояний	Решение дискретных уравнений состояния. Переходная (фундаментальная) матрица. Контрольная работа № 4	4	

Согласована на портале № 9838

	Итого	4	
6 Моделирование цифровых систем автоматического управления	Методы анализа цифровых систем автоматического управления	2	
	Итого	2	
7 Анализ цифровых локальных систем	Критерии устойчивости. Ошибки в типовых режимах. Контрольная работа № 3	6	
	Итого	6	
8 Синтез цифровых систем	Методы синтеза цифровых систем	4	
	Итого	4	
9 Особенности использования микропроцессора как управляющего устройства в системах регулирования	Типовые схемы управляющих устройств на микропроцессорах	4	
	Итого	4	
Итого за семестр		34	

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 Основы цифровой электроники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
2 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования	Проработка лекционного материала	2		Опрос на занятиях
	Итого	2		
3 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
4 Метод z-преобразования	Подготовка к практическим занятиям,	4		Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной

Согласована на портале № 9838

	семинарам			работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
5 Метод пространства состояний	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
6 Моделирование цифровых систем автоматического управления	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
7 Анализ цифровых локальных систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
8 Синтез цифровых систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	18		
9 Особенности использования микропроцессора как управляющего устройства в системах регулирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
Итого за семестр		78		

Согласована на портале № 9838

	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		114		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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				
Домашнее задание	2	2	2	6
Контрольная работа	4	6	4	14
Опрос на занятиях	6	6	6	18
Отчет по лабораторной работе	10	12	10	32
Итого максимум за период	22	26	22	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	48	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	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 9838

зачтено)		

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. 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.

12.2. Дополнительная литература

1. Карпов А.Г. Цифровые системы автоматического регулирования. Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2015. - 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)
2. Карпов А.Г. Теория автоматического управления. Часть 1: Учеб. пособие. - Томск: ТМЛ-Пресс, 2011. - 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Карпов А.Г. Цифровые системы автоматического управления. Учебное методическое пособие по выполнению контрольных, лабораторных и самостоятельных работ. – Томск: ТУСУР каф. КСУП, 2015. - 37 с. (самостоятельная работа - 3-7 с., контрольные работы - 8-22 с., лабораторные работы - 23-37 с.). [Электронный ресурс]. - http://www.kcup.tusur.ru/index.php?module=mod_methodic&command=view&id=56

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Отсутствуют

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс с выходом в интернет

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 9838

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

Цифровые системы автоматического управления

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **27.03.03 Системный анализ и управление**
Направленность (профиль): **Системный анализ и управление в информационных технологиях**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **МиСА, Кафедра моделирования и системного анализа**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

- доцент каф. МиСА Ганджа Т. В.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9838

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
ОПК-1	готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук	Должен знать основные положения теории цифровых систем управления (ЦСУ), принципы и методы проектирования, преобразования моделей ЦСУ; методы расчета ЦСУ по линейным и нелинейным непрерывным и дискретным моделям 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;; Должен владеть принципами и методами анализа и синтеза цифровых систем и средства автоматического управления;

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

Согласована на портале № 9838

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук.

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	Содержание этапов основные положения теории цифровых систем управления (ЦСУ), принципы и методы проектирования, преобразования моделей ЦСУ; методы расчета ЦСУ по линейным и нелинейным непрерывным и дискретным моделям объектов при детерминированных и случайных воздействиях. применять принципы и методы построения цифровых моделей, методы анализа и синтеза при проектировании и исследовании цифровых систем и средств управления. принципами и методами анализа и синтеза цифровых систем и средств автоматического управления	применять принципы и методы построения цифровых моделей, методы анализа и синтеза при проектировании и исследовании цифровых систем и средств управления	принципами и методами анализа и синтеза цифровых систем и средств автоматического управления
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен;

Согласована на портале № 9838

	• Экзамен; • Экзамен;	• Экзамен; • Экзамен;	• 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)	• 1. Основы цифровой электроники; 2. Общую функциональную схему и состав цифровых систем автоматического управления; 3. Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах; 4. Метод z-преобразования; 5. Метод пространства состояний; 6. Методы и способы моделирования цифровых систем автоматического управления; 7. Методы анализа цифровых локальных систем; 8. Методы синтеза цифровых систем 9. Особенности использования микропроцессора ;	• 1. Осуществлять синтез комбинированных схем цифровой электроники, синтезировать схемы прямых и инверсных счетчиков, мультиплексоров и демультиплексоров; 2. Осуществлять расчет и исследование ошибок квантования и восстановления сигналов; 3. Формировать и исследовать передаточные функции цифровых систем управления и применять метод дробного квантования; 4. Осуществлять решение дискретных уравнений состояния; 5. Применять методы анализа цифровых систем автоматического управления; 6. Производить анализ устойчивости цифровых систем управления, определять ошибки в типовых режимах; 7. Выполнять синтез цифровых систем 8. Производить анализ и формирование типовых схем управляющих устройств на микропроцессорах ;	• 1. Способами формирования и минимизации схем цифровой электроники; 2. Методами получения и анализа уравнений состояния цифровых систем автоматического управления; 3. Методами исследования цифровых моделей, полученных их непрерывных систем; 4. Методами синтеза последовательного цифрового регулятора; 5. Навыками изучения устройств и свойств цифровых и аналоговых регуляторов; 6. Способами синтеза регуляторов ;
Хорошо (базовый уровень)	• 1. Некоторые основы цифровой электроники; 2. Общую функциональную схему и неполных состав	• 1. Осуществлять синтез комбинированных схем цифровой электроники, синтезировать схемы	• 1. Несколькими способами формирования и минимизации схем цифровой электроники;

Согласована на портале № 9838

	цифровых систем автоматического управления; 3. Математическое описание процессов квантования в цифровых системах; 4. Понятия о методе z-преобразования; 5. Понятия и методе пространства состояний; 6. Некоторые методы и способы моделирования цифровых систем автоматического управления; 7. Некоторые методы анализа цифровых локальных систем; 8. Некоторые Методы синтеза цифровых систем 9. Некоторые особенности использования микропроцессора ;	прямых и инверсных счетчиков; 2. Осуществлять расчет и исследование ошибок квантования сигналов; 3. Формировать и исследовать передаточные функции цифровых систем управления; 4. Осуществлять решение дискретных уравнений состояния нескольких видов; 5. Применять некоторые методы анализа цифровых систем автоматического управления; 6. Производить анализ устойчивости цифровых систем управления, определять ошибки в некоторых типовых режимах; 7. Выполнять синтез некоторых цифровых систем; 8. Производить анализ и формирование одной типовой схемы управляющих устройств на микропроцессорах ;	2. Некоторыми методами получения и анализа уравнений состояния цифровых систем автоматического управления; 3. Несколькими методами исследования цифровых моделей, полученных их непрерывных систем; 4. Несколькими методами синтеза последовательного цифрового регулятора; 5. Навыками изучения устройств цифровых и аналоговых регуляторов; 6. Некоторыми способами синтеза регуляторов ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• 1. Несколько элементов цифровой электроники; 2. Некоторые элементы цифровых систем автоматического управления; 3. Математическое описание процессов в цифровых системах; 4. Понятия о методе z-преобразования; 5. Понятия о методе пространства состояний; 6. Один метод или способ моделирования цифровых систем автоматического управления; 7. Какой-либо метод анализа	• 1. Осуществлять синтез комбинированных схем цифровой электроники; 2. Осуществлять расчет ошибок квантования сигналов; 3. Формировать и передаточные функции цифровых систем управления; 4. Осуществлять решение одного дискретного уравнения состояния; 5. Применять один из методов анализа цифровых систем автоматического управления; 6. Производить анализ устойчивости	• 1. Одним из способов формирования и минимизации схем цифровой электроники; 2. Одним (любым) методом получения и анализа уравнений состояния цифровых систем автоматического управления; 3. Хотя бы одним методом исследования цифровых моделей, полученных их непрерывных систем; 4. Любым методом синтеза последовательного цифрового регулятора; 5. Навыками изучения устройств цифровых и

Согласована на портале № 9838

	цифровых локальных систем; 8. Один из методов синтеза цифровых систем; 9. Одну из особенностей использования микропроцессора ;	цифровых систем управления; 7. Выполнять некоторые шаги синтеза некоторых цифровых систем; 8. Производить анализ одной типовой схемы управляющих устройств на микропроцессорах ;	аналоговых регуляторов; 6. Одним из способов синтеза регуляторов ;

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 домашних заданий

– 1. Синтез и минимизация комбинированной схемы; 2. Синтез счетчика; 3. Синтез мультиплексора; 4. Расчет ошибки квантования; 5. Проведение восстановления сигнала; 6. Формирование передаточных функций цифровых систем управления; 7. Определение выхода системы методом дробного квантования; 8. Решение дискретных уравнений состояния; 9. Формирование переходной (фундаментальной) матицы; 10. Анализ устойчивости цифровых систем управления; 11. Определение ошибки в типовых режимах; 12. Синтез цифровых систем управления.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Основные элементы, триггера, счетчики, мультиплексор, демультиплексор

– Функциональная схемы цифровых систем автоматического управления; структурные схемы устройств, входящих в состав цифровых систем.

– Цифровые сигналы и кодирование; квантование по времени; восстановление данных;

– Основы метода; импульсная передаточная функция; процессы между моментами квантования;

– уравнения состояния; решение уравнений состояния; передаточные функции и уравнения состояния; управляемость и наблюдаемость цифровых систем

– Применение УВХ; численное интегрирование; метод z-форм; метод пространства состояний с применением УВХ;

– Устойчивость дискретных систем; переходный процесс; установившийся процесс

– Общи схемы синтеза; синтез последовательного аналогового регулятора; синтез аналогового регулятора в цепи обратной связи; последовательный цифровой регулятор; синтез цифровых систем управления в конечным временем переходного цроесса

– Микропроцессор как контроллер в системах управления; влияние квантования по уровню; статистический учет ошибок квантования по уровню; анализ предельного цикла

3.3 Экзаменационные вопросы

– 1. Основные элементы аналоговой электроники 2. Триггеры 3. Мультиплексор, демультиплексор, дешифратор 4. Счетчики 5. Структура простейшей цифровой системы автоматического управления 6. Функциональная схема цифровой системы управления 7. Устройство выборки и хранения. Назначение. Структура. Принцип функционирования 8. Цифро-аналоговый преобразователь 9. Аналого-цифровой преобразователь 10. Получение цифровых сигналов 11. Кодирование цифровых сигналов 12. Квантование по времени 13. Реальный квантователь 14. Идеальный квантователь 15. Восстановление сигналов. Импульсная теорема. 16. Восстановитель Шеннона 17. Экстраполятор нулевого порядка 18. Экстраполятор первого порядка 19. Определение z-преобразования 20. Соответствие между s- и z-плоскостями 21. Ограничения метода z-преобразования 22. Импульсная передаточная функция. Определение 23. Соединения

Согласована на портале № 9838

звеньев в дискретной системе 24. Импульсная передаточная функция экстраполятора нулевого порядка 25. Метод дробного квантования для рассмотрения процессов между моментами квантования 26. Метод модифицированного z-преобразования 27. Структурный анализ дискретных систем 28. Уравнения состояния дискретной системы 29. Уравнения динамики систем, содержащих только цифровые элементы 30. Уравнения динамики систем с квантователем и фиксатором 31. Прямое и обратное время в уравнениях состояния 32. Решение уравнений состояния. Переходная матрица состояния 33. Метод Кэли-Гамильтона 34. Применение z-преобразования 35. Сопряженная система 36. Общее решение 37. Матричная импульсная передаточная функция 38. Диаграмма состояний 39. Переход к уравнениям состояния от передаточной функции 40. Диаграмма состояний цифровых систем с непрерывной частью 41. Понятия управляемости и наблюдаемости цифровых систем 42. Методика определения управляемости по уравнениям состояния 43. Методика определения наблюдаемости по уравнениям динамики 44. Блочное разбиение системы 45. Виды применения устройств выборки и хранения 46. Численное интегрирование дифференциальных уравнений 47. Метод прямоугольников 48. Метод трапеций 49. Метод z-форм 50. Метод пространства состояний с применением устройств выборки и хранения 51. Необходимое и достаточное условие устойчивости дискретных систем 52. Алгебраические критерии устойчивости 53. Критерий Михайлова 54. Критерий Найквиста 55. Метод z-преобразования для построения передаточной функции дискретной системы 56. Метод бесконечного ряда для построения передаточной функции дискретной системы 57. Метод билинейного преобразования для построения передаточной функции дискретной системы 58. Переходный процесс цифровой системы 59. Установившийся процесс цифровой системы 60. Общие схемы синтеза дискретных систем 61. Синтез последовательного аналогового регулятора 62. Аппроксимация устройств выборки и хранения звеном постоянного запаздывания 63. Использование билинейного преобразования 64. Синтез аналогового регулятора в цепи обратной связи 65. Последовательный импульсный фильтр 66. Импульсный фильтр в цепи обратной связи 67. Комбинированный импульсный фильтр 68. Непосредственное программирование цифровых регуляторов на цифровых вычислительных машинах 69. Последовательное программирование цифровых регуляторов 70. Параллельное программирование цифровых регуляторов 71. Синтез цифрового регулятора с применением билинейного программирования 72. Цифровой ПИД-регулятор 73. Основные понятия метода синтеза цифровых систем управления с конечным временем переходного процесса 74. Физическая реализуемость регулятора для цифровых систем управления с конечным временем переходного процесса 75. Синтез цифрового регулятора 76. Синтез цифровой системы в пространстве состояний 77. Микропроцессор в роли контроллера в системах управления 78. Влияние квантования по уровню 79. Статистический учет ошибок квантования по уровню 80. Анализ предельного цикла

3.4 Темы контрольных работ

– 1. Квантование сигналов во времени; 2. Прохождение сигналов через линейную дискретную систему; 3. Устойчивость дискретных систем управления; 4. Уравнения состояния дискретных систем

3.5 Темы лабораторных работ

– Формирование и минимизация схем цифровой электроники с использованием карт Карно

– Методы получения и анализа уравнений состояния цифровой системы автоматического управления

– Исследование цифровых моделей, полученных из непрерывных систем

– Синтез последовательного цифрового регулятора методом билинейного преобразования

– Изучение устройства и свойств пропорционально-интегрально-дифференциальных регуляторов

– Синтез пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора

4 Методические материалы

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

Согласована на портале № 9838

– 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. 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. Цифровые системы автоматического регулирования. Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2015. - 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)
2. Карпов А.Г. Теория автоматического управления. Часть 1: Учеб. пособие. - Томск: ТМЛ-Пресс, 2011. - 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Карпов А.Г. Цифровые системы автоматического управления. Учебное методическое пособие по выполнению контрольных, лабораторных и самостоятельных работ. – Томск: ТУСУР каф. КСУП, 2015. - 37 с. (самостоятельная работа - 3-7 с., контрольные работы - 8-22 с., лабораторные работы - 23-37 с.). [Электронный ресурс]. - http://www.kcup.tusur.ru/index.php?module=mod_methodic&command=view&id=56

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Отсутствуют

Согласована на портале № 9838