МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые системы автоматического управления

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль) / специализация: **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 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	40	40	часов
5	Самостоятельная работа	104	104	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 25871

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «15» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.04.04 Управление в технических системах, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 2018 года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. КСУП	_____	А. Г. Карпов
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	_____	Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФВС	_____	Л. А. Козлова
Заведующий выпускающей каф. КСУП	_____	Ю. А. Шурыгин

Эксперты:

профессор каф. КСУП	_____	В. М. Зюзьков
Заведующий кафедрой компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)	_____	Ю. А. Шурыгин

Согласована на портале № 25871

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. Достижение указанной цели способствует формированию компетенций: ПК-2 способность применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; и ПК-5 способность анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.

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: 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:

- 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 обучающийся 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 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	40	40
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10

Согласована на портале № 25871

Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	104	104
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	14	14
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	56	56
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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	Ле к., ч	ра к. за	б. ра б.,	м. ра б.,	в (б ез	уе м ые ко м
1 семестр						
1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования.	1	0	0	2	3	ПК-2
2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах	2	2	0	22	26	ПК-2, ПК-5
3 Метод z-преобразования	2	2	0	18	22	ПК-2, ПК-5
4 Метод пространства состояний	2	2	4	18	26	ПК-2, ПК-5
5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов	2	0	6	6	14	ПК-2, ПК-5
6 Анализ цифровых систем управления	1	2	0	6	9	ПК-2, ПК-5
7 Синтез цифровых систем	2	2	8	32	44	ПК-5
Итого за семестр	12	10	18	104	144	
Итого	12	10	18	104	144	

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	ое мк ос	м ые ко
1 семестр			
1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования.	Типовые структурные и функциональные схемы цифровых систем автоматики. Объекты цифровых систем управления. Характеристики объектов, их математическое описание. Элементы цифровых систем: устройство связи с объектом, аналого-цифровой преобразователь, цифро-аналоговый преобразователь, устройство выборки и хранения,	1	ПК-2

Согласована на портале № 25871

	мультиплексор и демультиплексор.		
	Итого	1	
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 дискретным выборкам. Устройства восстановления (фильтрации) сигнала.	2	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 и модифицированное z-преобразование.	2	ПК-2, ПК-5
	Итого	2	
4 Метод пространства состояний	Особенности метода пространства состояний в применении к цифровым системам. Уравнения состояния. Прямое и обратное время в уравнениях состояния. Решение дискретных уравнений состояния. Переходная(фундаментальная) матрица. Связь уравнений состояния с передаточной функцией. Понятие диаграммы состояния. Методы декомпозиции передаточной функции. Связь между управляемостью, наблюдаемостью и передаточными функциями.	2	ПК-2
	Итого	2	
5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов	Применения устройств выборки и хранения. Методы численного интегрирования. Метод z-форм. Метод пространства состояний с применением УВХ.	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.	1	ПК-5
	Итого	1	
7 Синтез цифровых систем	Методы синтеза цифровых систем. Синтез аналоговых регуляторов: последовательных, в обратной связи. Реализация и синтез цифровых регуляторов. Цифровой ПИД-регулятор. Синтез систем с минимальным временем переходного процесса.	2	ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		12	

Согласована на портале № 25871

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						+	+
Последующие дисциплины							
1 Компьютерные технологии управления в технических системах	+						+
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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	ое мкость	ые ко
1 семестр			
4 Метод пространства состояний	Получение и анализ уравнений состояния цифровой системы автоматического управления	4	ПК-2

Согласована на портале № 25871

	Итого	4	
5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов	Исследование цифровых моделей систем регулирования	6	ПК-2
	Итого	6	
7 Синтез цифровых систем	Синтез последовательного цифрового регулятора методом билинейного преобразования. Изучение устройства, свойств и методов синтеза цифровых ПИД-регуляторов	8	ПК-5
	Итого	8	
Итого за семестр		18	

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, академические часы	Формируемые компетенции
1 семестр			
2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах	Ошибки квантования и восстановления сигналов.	2	ПК-2
	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.	2	ПК-2
	Итого	2	
7 Синтез цифровых систем	Методы синтеза цифровых систем.	2	ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		10	

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, академические часы	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования.	Проработка лекционного материала	2	ПК-2	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	2		
2 Математическое	Подготовка к	4	ПК-2,	Конспект

Согласована на портале № 25871

описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах	практическим занятиям, семинарам		ПК-5	самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	22		
3 Метод z-преобразования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-2	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	18		
4 Метод пространства состояний	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2, ПК-5	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	18		
5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов	Проработка лекционного материала	2	ПК-5, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
6 Анализ цифровых систем управления	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-2, ПК-5	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
7 Синтез цифровых систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-5	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по
	Самостоятельное	18		

Согласована на портале № 25871

	изучение тем (вопросов) теоретической части курса			индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	32		
Итого за семестр		104		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		140		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

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 самоподготовки	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

Согласована на портале № 25871

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. 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: 21.05.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Математические основы теории систем: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2016. 230 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6266, дата обращения: 21.05.2018.

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: 21.05.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ:

1. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh 20.04.2018.

Согласована на портале № 25871

2. http://protect.gost.ru/ 20.04.2018.
3. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/uis-rossiya 20.04.2018.
4. https://elibrary.ru/defaultx.asp 20.04.2018.
5. http://www.tehnorma.ru/ 20.04.2018.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное 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 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория элементов и устройств систем автоматики

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 330 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор LG RD-DX130;
- Стенд для исследования приводов;
- Стенд для изучения и программирования промышленных контроллеров MOSCAD;
- Стенд для изучения и программирования промышленных контроллеров систем управления;
- Стенд для изучения АСУ дорожным движением в комплекте;
- Стенд для изучения АСУ наружным освещением в комплекте;
- Стенд для систем ПИД-регулирования;
- Стенд для изучения систем регулирования давления на основе управляемого электропривода;
- Стенд для изучения СУ движением на основе интеллектуального электропривода переменного тока;
- Стенд для использования систем бесперебойного электропитания;
- Учебный стенд на базе логических модулей LOGO;
- Учебный стенд на базе программируемого логического контроллера;
- Учебный электромеханический робот с компьютерным управлением и элементами технического зрения;
- Экран интерактивный SMARTBOARD;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Far Manager
- Mathcad 13,14
- Microsoft EXCEL Viewer
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Microsoft Word Viewer
- Windows Server 2012 R2
- Windows XP Professional Edition

Согласована на портале № 25871

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория элементов и устройств систем автоматики

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 330 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор LG RD-DX130;
- Стенд для исследования приводов;
- Стенд для изучения и программирования промышленных контроллеров MOSCAD;
- Стенд для изучения и программирования промышленных контроллеров систем управления;
- Стенд для изучения АСУ дорожным движением в комплекте;
- Стенд для изучения АСУ наружным освещением в комплекте;
- Стенд для систем ПИД-регулирования;
- Стенд для изучения систем регулирования давления на основе управляемого электропривода;
- Стенд для изучения СУ движением на основе интеллектуального электропривода переменного тока;
- Стенд для использования систем бесперебойного электропитания;
- Учебный стенд на базе логических модулей LOGO;
- Учебный стенд на базе программируемого логического контроллера;
- Учебный электромеханический робот с компьютерным управлением и элементами технического зрения;
- Экран интерактивный SMARTBOARD;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Far Manager
- Mathcad 13,14
- Microsoft EXCEL Viewer
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Microsoft Word Viewer
- Windows Server 2012 R2
- Windows XP Professional Edition
- Анализатор трафика Wireshark

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

Согласована на портале № 25871

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **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 комфортного просмотра.

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Какой вид квантования имеет место в цифровых системах автоматического управления?

– Квантование отсутствует
– Квантование по уровню и по времени
– Квантование по уровню
– Квантование по времени.

2. Аналого-цифровой преобразователь осуществляет

– преобразование аналогового сигнала в цифровой
– преобразование цифрового сигнала в аналоговый
– преобразование аналогового сигнала в последовательность частотно-модулированных импульсов
– преобразование аналогового сигнала в последовательность широтно-модулированных импульсов.

3. Преобразование числа, представленного в виде машинного слова, в эквивалентный аналоговый сигнал осуществляет

– аналого-цифровой преобразователь
– квантователь
– цифро-аналоговый преобразователь
– устройство выборки и хранения

4. Идеальный квантователь – это

– квантователь с переменным временем выборки
– квантователь с ненулевым фиксированным временем выборки
– квантователь с бесконечным временем выборки
– квантователь с нулевым временем выборки

Согласована на портале № 25871

5. По условиям импульсной теоремы сигнал для его полного описания должен быть квантован с частотой

– больше максимальной частоты исходного сигнала

– меньше максимальной частоты исходного сигнала

– меньше удвоенной максимальной частоты исходного сигнала

– больше удвоенной максимальной частоты исходного сигнала.

6. Непосредственная декомпозиция всегда приводит к уравнениям состояния, в которых матрица **A** является

– диагональной

– единичной

– матрицей Фробениуса

– жордановой

7. Понятие управляемости цифровой системы по состоянию означает

– возможность изменения вектора состояния путем изменения входа

– возможность изменения выхода путем изменения входа

– возможность изменения выхода путем изменения вектора состояния

– возможность измерения вектора состояния

8. Передаточная функция экстраполятора нулевого порядка имеет вид

– $W_0(s)=\dfrac{s}{1-e^{-Ts}}$

– $W_0(s)=\dfrac{1-e^{-Ts}}{s}$

– $W_0(s)=\dfrac{1-e^{-Ts}}{2s}$

– $W_0(s)=\dfrac{1-e^{-Ts}}{2}$

9. Восстановитель Шеннона можно успешно применять, если

– сигнал квантован через различные промежутки времени

– выполняются условия импульсной теоремы

– сигнал квантован через одинаковые промежутки времени.

10 Модифицированное z-преобразование предназначено для

– более точного определения сигнала в моменты квантования

– определения значений сигнала между моментами квантования

– определения устойчивости системы

– более простых вычислений при определении значений сигнала

11. Импульсная передаточная функция – это

– z-преобразование сигнала на выходе

– отношение z-преобразования сигнала на входе к z-преобразованию сигнала на выходе при нулевых начальных условиях

– отношение z-преобразования сигнала на выходе к z-преобразованию сигнала на входе при нулевых начальных условиях

– z-преобразование сигнала на входе.

12. Цифровая система описывается уравнениями состояния и выхода $\mathbf{x}(k+1)=\mathbf{A}\mathbf{x}(k)+\mathbf{B}\mathbf{u}(k)$,

$y(k)=\mathbf{C}\mathbf{x}(k)$.

Какая матрица ответственна за устойчивость системы?

– матрица **C**

– матрица **A**

– матрица **B**

– матрицы **A** и **C.**

13. Цифровая система задана передаточной функцией $W(z)=\dfrac{z-0,5}{z^2+1}$. Определите

Согласована на портале № 25871

устойчивость системы.

– устойчива

– не устойчива

– на границе устойчивости.

14. Цифровая система задана импульсной передаточной функцией. Годограф Михайлова определяется по

– числителю импульсной передаточной функции

– знаменателю импульсной передаточной функции

– сумме числителя и знаменателя импульсной передаточной функции

– разности числителя и знаменателя импульсной передаточной функции.

15. Критерий Найквиста позволяет определять

– устойчивость замкнутой цифровой системы по амплитудно-фазовому годографу замкнутой системы

– устойчивость замкнутой цифровой системы по амплитудно-фазовому годографу разомкнутой системы

– устойчивость разомкнутой цифровой системы по амплитудно-фазовому годографу замкнутой системы

– устойчивость замкнутой цифровой системы по годографу Михайлова разомкнутой системы.

16. Укажите правильное уравнение динамики системы, содержащей только цифровые элементы

– $\mathbf{x}(kT) = \mathbf{A}(kT)\mathbf{x}(kT) + \mathbf{B}(kT)\mathbf{r}(kT)$

– $\mathbf{x}((k+1)T) = \mathbf{A}(kT)\mathbf{x}(kT) + \mathbf{B}(kT)\mathbf{r}(kT)$

– $\mathbf{x}((k+1)T) = \mathbf{A}(kT)\mathbf{x}(kT) + \mathbf{B}((k+1)T)\mathbf{r}((k+1)T)$

– $\mathbf{x}(kT) = \mathbf{A}((k+1)T)\mathbf{x}((k+1)T) + \mathbf{B}((k+1)T)\mathbf{r}((k+1)T)$

17. Укажите правильное уравнение выхода системы, содержащей только цифровые элементы

– $\mathbf{y}((k+1)T) = \mathbf{C}(kT)\mathbf{x}(kT) + \mathbf{D}(kT)\mathbf{r}(kT)$

– $\mathbf{y}((k+1)T) = \mathbf{C}(kT)\mathbf{x}(kT)$

– $\mathbf{y}(kT) = \mathbf{C}(kT)\mathbf{x}(kT) + \mathbf{D}(kT)\mathbf{r}(kT)$

– $\mathbf{y}(kT) = \mathbf{C}((k+1)T)\mathbf{x}((k+1)T)$

18. Укажите правильное выражение матричной импульсной передаточной функции

– $\mathbf{W}(z) = \mathbf{C}(z\mathbf{E} - \mathbf{A})\mathbf{B} + \mathbf{D}$

– $\mathbf{W}(z) = \mathbf{C}(z\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{B} + \mathbf{D}$

– $\mathbf{W}(z) = \mathbf{C}(z\mathbf{E} + \mathbf{A})^{-1}\mathbf{B} + \mathbf{D}$

– $\mathbf{W}(z) = \mathbf{C}(z\mathbf{E} + \mathbf{A})^{-1}\mathbf{B}$

19. Понятие наблюдаемости цифровой системы означает

– возможность восстановления начального вектора состояния по измерениям выхода и входа

– возможность изменения выхода путем изменения входа

– возможность изменения выхода путем изменения вектора состояния

– возможность измерения вектора состояния

20. Укажите правильное необходимое и достаточное условие устойчивости линейной цифровой системы для корней её характеристического уравнения

– $\mathrm{Re}(z_i) < 0$

– $|z_i| < 1$

– $\mathrm{Re}(z_i) > 0$

Согласована на портале № 25871

– $|z_i| > 1$.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Понятие цифровой системы автоматики. Её место в иерархической структуре управления.
2. Алгебраический критерий устойчивости и критерий устойчивости Михайлова для цифровых систем.
3. Общая функциональная схема цифровых систем.
4. Критерий устойчивости Найквиста и построение АФЧХ.
5. АЦП: принцип действия, структурная схема.
6. Уравнения состояния цифровых систем с квантованием и фиксацией.
7. ЦАП: принцип действия, структурная схема.
8. Решение дискретных уравнений состояния. Переходная матрица и методы ее вычисления.
9. Математическое описание процесса квантования. Идеальный и реальный квантователь.
10. Связь уравнений состояния и передаточных функций.
11. Импульсная теорема Шеннона-Котельникова.
12. Понятие об управляемости и наблюдаемости цифровых систем.
13. Восстановление сигнала по дискретным выборкам.
14. Теоремы об управляемости цифровых систем.
15. Понятие об импульсных передаточных функциях линейных цифровых систем.
16. Теоремы о наблюдаемости цифровых систем.
17. Метод дробного квантования.
18. Анализ установившихся ошибок в цифровых системах.
19. Модифицированное Z-преобразование.
20. Цифровое моделирование - модель с квантованием и фиксацией.
21. Метод графов в цифровых системах.
22. Цифровое моделирование с помощью Z -форм.
23. Диаграмма состояний. Декомпозиция цифровых систем.
24. Анализ установившихся ошибок в цифровых системах.
25. Необходимое и достаточное условие устойчивости цифровых систем.
26. Методы синтеза цифровых систем с последовательным аналоговым регулятором.
27. Восстановление сигнала по дискретным выборкам.
28. Синтез цифровых систем с аналоговым регулятором в цепи обратной связи. Условия эквивалентности, физической реализуемости и простоты.
29. Реализация цифровых регуляторов в виде импульсных фильтров.
11
30. Реализация цифровых регуляторов на ЦВМ.
31. Синтез цифровых систем с цифровым регулятором при помощи билинейного преобразования.
32. Синтез цифровых систем с цифровым ПИД-регулятором.
33. Диаграмма состояний. Декомпозиция цифровых систем.
34. Синтез цифровых систем с конечным временем переходного процесса.
35. Анализ предельного цикла в цифровых системах.
36. Статистический анализ ошибок квантования.

14.1.3. Темы контрольных работ

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

Согласована на портале № 25871

14.1.4. Темы индивидуальных заданий

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

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

1. Что называется цифровой системой автоматического управления?
2. Функции устройства выборки и хранения.
3. Функции и назначение АЦП.
4. Функции и назначение ЦАП.
5. Чем отличается реальный квантователь от идеального?
6. Как можно восстановить непрерывный сигнал по дискретным выборкам?
7. Какие ограничения есть у метода z-преобразования?
8. Какие преимущества и недостатки метода пространства состояний по сравнению с классическим (частотным) методам?
9. Перечислите основные методы преобразования непрерывной системы в дискретную.
10. Какие отличия необходимого и достаточного условия устойчивости для цифровых систем от подобного условия для непрерывных систем?
11. Как зависит установившаяся ошибка дискретной системы от периода квантования?
12. Какие основные отличия синтеза дискретных систем от методов синтеза непрерывных систем?
13. К каким последствиям приводит квантования по уровню в цифровых системах?

14.1.6. 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

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 25871

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 25871