**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c
Владелец: Сенченко Павел Васильевич
Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

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: **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 8 | 8 | часов |
| Практические занятия | 10 | 10 | часов |
| Лабораторные занятия | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 108 | 108 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 5 | 5 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 1 |

Томск

Согласована на портале № 54303

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

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

### 1.2. Задачи дисциплины

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Специализированный модуль (hard skills – HS).
Индекс дисциплины: Б1.О.02.03.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 54303

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-8. Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами | ОПК-8.1 .Знает классические и современные методы разработки и проектирования систем управления сложными техническими объектами и технологическими процессами | Должен знать классические и современные методы анализа и синтеза цифровых систем автоматического управления сложными техническими объектами и технологическими процессами |
| | ОПК-8.2 .Умеет использовать современные методы анализа данных, обработки информации и управления в сложных технических объектах | Должен уметь использовать современные методы анализа и синтеза цифровых систем автоматического управления сложными техническими объектами и процессами. |
| | ОПК-8.3 .Разрабатывает программно-аппаратное обеспечение систем управления сложными техническими объектами и технологическими процессами | Должен разрабатывать программно-аппаратные средства цифровых систем автоматического управления техническими объектами и процессами. |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 1 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 36 | 36 |
| Лекционные занятия | 8 | 8 |
| Практические занятия | 10 | 10 |
| Лабораторные занятия | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 108 | 108 |
| Подготовка к тестированию | 68 | 68 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 40 | 40 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 180 | 180 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 5 | 5 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Согласована на портале № 54303

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | | | |
| 1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования. | 1 | - | - | 4 | 5 | ОПК-8 |
| 2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах. | 1 | 2 | - | 10 | 13 | ОПК-8 |
| 3 Метод z-преобразования. | 1 | 2 | - | 10 | 13 | ОПК-8 |
| 4 Метод пространства состояний. | 1 | 2 | 4 | 27 | 34 | ОПК-8 |
| 5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов | 1 | - | 6 | 26 | 33 | ОПК-8 |
| 6 Анализ и синтез цифровых систем управления. | 3 | 4 | 8 | 31 | 46 | ОПК-8 |
| Итого за семестр | 8 | 10 | 18 | 108 | 144 | |
| Итого | 8 | 10 | 18 | 108 | 144 | |

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **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, мультиплексор и демультиплексор. | 1 | ОПК-8 |
| | 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. | 1 | ОПК-8 |
| | Итого | 1 | |

Согласована на портале № 54303

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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. | 1 | ОПК-8 |
| | Итого | 1 | |
| 4 Метод пространства состояний. | Особенности метода пространства состояний в применении к цифровым системам. Уравнения состояния. Решение дискретных уравнений состояния. Переходная( фундаментальная) матрица. Связь уравнений состояния с передаточной функцией. Методы декомпозиции передаточной функции. Связь между управляемостью,наблюдаемостью и передаточными функциями. | 1 | ОПК-8 |
| | Итого | 1 | |
| 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. | 1 | ОПК-8 |
| | Итого | 1 | |
| 6 Анализ и синтез цифровых систем управления. | Устойчивость, необходимое и достаточное условие устойчивости.Дискретные аналоги критериев устойчивости. Переходные процессы,ошибки в типовых режимах. Методы синтеза цифровых систем. | 3 | ОПК-8 |
| | Итого | 3 | |
| | Итого за семестр | 8 | |
| | Итого | 8 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах. | Ошибки квантования и восстановления сигналов. | 2 | ОПК-8 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Метод z-преобразования. | Составление передаточных функций и метод дробного квантования. | 2 | ОПК-8 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 54303

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Метод пространства состояний. | Решение дискретных уравнений состояния. Переходная(фундаментальная) матрица. | 2 | ОПК-8 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Анализ и синтез цифровых систем управления. | Критерии устойчивости.Ошибки в типовых режимах. | 2 | ОПК-8 |
| | Методы синтеза цифровых систем. | 2 | ОПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| | Итого за семестр | 10 | |
| | Итого | 10 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 4 Метод пространства состояний. | Получение и анализ уравнений состояния цифровой системы автоматического управления. | 4 | ОПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов | Исследование цифровых моделей систем регулирования. | 6 | ОПК-8 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Анализ и синтез цифровых систем управления. | Синтез последовательного цифрового регулятора методом билинейного преобразования. Изучение устройства, свойств и методов синтеза цифровых ПИД-регуляторов. | 8 | ОПК-8 |
| | Итого | 8 | |
| | Итого за семестр | 18 | |
| | Итого | 18 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 54303

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования. | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-8 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах. | Подготовка к тестированию | 10 | ОПК-8 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 3 Метод z-преобразования. | Подготовка к тестированию | 10 | ОПК-8 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 4 Метод пространства состояний. | Подготовка к тестированию | 12 | ОПК-8 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 15 | ОПК-8 | Лабораторная работа |
| | Итого | 27 | | |
| 5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов | Подготовка к тестированию | 16 | ОПК-8 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | ОПК-8 | Лабораторная работа |
| | Итого | 26 | | |
| 6 Анализ и синтез цифровых систем управления. | Подготовка к тестированию | 16 | ОПК-8 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 15 | ОПК-8 | Лабораторная работа |
| | Итого | 31 | | |
| Итого за семестр | | 108 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 144 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-8 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 54303

| Формы контроля | 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** | | | | |
| Лабораторная работа | 0 | 15 | 25 | 40 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 10 | 25 | 35 | 100 |
| Нарастающим итогом | 10 | 35 | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | 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) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Цифровые системы автоматического регулирования: Учебное пособие / А. Г. Карпов - 2015. 216 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6244.

### 7.2. Дополнительная литература

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

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Цифровые системы автоматического управления: Учебное методическое пособие для магистров направления подготовки «Управление в технических системах» 27.04.04 / А. Г. Карпов - 2016. 38 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6245.

### 7.3.2. 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.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. 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;

Согласована на портале № 54303

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Mathcad 13, 14;
- Microsoft EXCEL Viewer;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Word Viewer;
- Windows XP Professional Edition;

### 8.3. 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:

- Mathcad 13, 14;
- Microsoft EXCEL Viewer;
- Microsoft PowerPoint Viewer;
- Microsoft Word Viewer;
- Windows XP Professional Edition;

### 8.4. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

Согласована на портале № 54303

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

### 8.5. 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 зрения** 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.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования. | ОПК-8 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах. | ОПК-8 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Метод z-преобразования. | ОПК-8 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Метод пространства состояний. | ОПК-8 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 54303

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов | ОПК-8 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Анализ и синтез цифровых систем управления. | ОПК-8 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|

Согласована на портале № 54303

| | |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

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
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 А является

Согласована на портале № 54303

– 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. Восстановитель Шеннона можно успешно применять, если
– сигнал квантован через различные промежутки времени
– выполняются условия импульсной теоремы
– сигнал квантован через одинаковые промежутки времени
9. 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
10. 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
11. 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.
12. 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
13. 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

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

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.

Согласована на портале № 54303

11. Импульсная теорема Шеннона-Котельникова.
12. Понятие об управляемости и наблюдаемости цифровых систем.
13. Восстановление сигнала по дискретным выборкам.
14. Теоремы об управляемости и наблюдаемости цифровых систем.
15. Понятие об импульсных передаточных функциях линейных цифровых систем.
16. Метод дробного квантования.
17. Анализ установившихся ошибок в цифровых системах.
18. Модифицированное Z-преобразование.
19. Цифровое моделирование - модель с квантованием и фиксацией.
20. Метод графов в цифровых системах.
21. Цифровое моделирование с помощью Z -форм.
22. Диаграмма состояний. Декомпозиция цифровых систем.
23. Анализ установившихся ошибок в цифровых системах.
24. Реализация цифровых регуляторов в виде импульсных фильтров.
25. Влияние квантования по уровню в цифровых системах регулирования.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

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

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

## 9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными

Согласована на портале № 54303

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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. 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 № 54303

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 2 от «29» 10 2020 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КСУП | Н.Ю. Хабибулина | Согласовано, 127794aa-ac54-4444-9122-130bd40d9285 |
| Доцент, каф. КСУП | Т.Е. Григорьева | Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КСУП | А.Г. Карпов | Разработано, 4d3b3f5c-1bce-439e-b453-c796857ed71b |

Согласована на портале № 54303