**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 УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы беспроводной связи и "Интернета вещей"**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 26 | 26 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 48 | 48 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 108 | 108 | часов |
| | 3 | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 5 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 71347

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Освоение основ теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов обработки цифровых сигналов.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование навыков программирования на высокоуровневых языках, необходимых для обработки цифровых сигналов с помощью численных методов.
2. Освоение математических основ теории цифровой обработки сигналов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.07.
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** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПК-1. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач | ПК-1.1. Знает типовые методы математического моделирования, используемые в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки радиотехнических систем | Знает основные методы формирования и обработки сигналов в цифровом виде, включающие: цифровую фильтрацию, цифровую модуляцию, дискретизацию, интерполяцию, преобразование частоты |
| | ПК-1.2. Умеет выполнять моделирование физических объектов и процессов с использованием специализированных прикладных программ | Умеет выполнять процедуры формирования и обработки цифрового сигнала посредством ПО GNU Octave и ПО MATLAB |
| | ПК-1.3. Владеет типовыми методиками разработки радиоэлектронных средств и их составных частей, в том числе с использованием прикладных программ | Владеет навыками моделирования радиоэлектронных средств и их составных частей посредством ПО Octave и MATLAB |

Согласована на портале № 71347

| | | |
|---|---|---|
| ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования | ПК-2.1. Знает методы расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронной аппаратуры | Знает методы расчёта и проектирования цифровых блоков, входящих в состав современной радиоэлектронной аппаратуры (модуляторы, фильтры, преобразователи частоты, дециматоры и др.) |
| | ПК-2.2. Умеет рассчитывать и проектировать узлы и устройства радиотехнических систем в соответствии с заданным техническим заданием с применением средств автоматизированного проектирования | Умеет проектировать и рассчитывать параметры цифровых блоков современных радиотехнических систем посредством ПО GNU Octave и MATLAB |
| | ПК-2.3. Владеет навыкам расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем | Владеет навыками рассчета цифровых блоков современных радиотехнических ситем |

## 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 3 зачетных единиц, 108 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 |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 60 | 60 |
| Лекционные занятия | 26 | 26 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 48 | 48 |
| Подготовка к тестированию | 15 | 15 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 17 | 17 |
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 8 | 8 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | 8 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 108 | 108 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 3 | 3 |

## 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.

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 |
|---|---|---|---|---|---|---|

Согласована на портале № 71347

| 5 семестр | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Основы языка программирования Octave | 4 | 4 | 4 | 9 | 21 | ПК-1, ПК-2 |
| 2 Аналоговый интерфейс ввода-вывода для систем ЦОС реального времени | 4 | 4 | 4 | 9 | 21 | ПК-1, ПК-2 |
| 3 Многоскоростная обработка сигналов | 6 | 4 | 4 | 10 | 24 | ПК-1, ПК-2 |
| 4 Введение в цифровые фильтры | 6 | 2 | 4 | 10 | 22 | ПК-1, ПК-2 |
| 5 Цифровые методы модуляции сигналов (цифровая манипуляция) | 6 | 4 | - | 10 | 20 | ПК-1, ПК-2 |
| Итого за семестр | 26 | 18 | 16 | 48 | 108 | |
| Итого | 26 | 18 | 16 | 48 | 108 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 Основы языка программирования Octave | Введение в язык программирования GNU Octave. Работа с дискретными последовательностями. Ввод и вывод данных. Работа с циклами и условными операторами. Графическая визуализация сигналов. Работа с аудиосигналами. | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Аналоговый интерфейс ввода-вывода для систем ЦОС реального времени | Преобразование аналогового сигнала в цифровой. Дискретизация низкочастотных и полосовых сигналов. Однородное и неоднородное квантование и кодирование. Фильтр защиты от наложения. Шум квантования. Выборка с запасом по частоте. | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Многоскоростная обработка сигналов | Преобразование частоты дискретизации с целым и нецелым шагом. Многокаскадное преобразование частоты дискретизации. Практическая реализация дециматоров и интерполяторов. | 6 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 71347

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Введение в цифровые фильтры | Цифровая фильтрация. КИХ и БИХ фильтры. Фазовая характеристика фильтра. Методы расчета цифровых фильтров. Фильтрация сигналов в GNU Octave. | 6 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Цифровые методы модуляции сигналов (цифровая манипуляция) | Модуляция сигналов в современных системах связи. Двоичная фазовая манипуляция. Квадратурная модуляция и демодуляция. Формирующий фильтр. Квадратурная модуляция в GNU Octave. | 6 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 26 | |
| Итого | | 26 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 Основы языка программирования Octave | Введение в GNU Octave | 2 | ПК-1, ПК-2 |
| | Фильтр скользящего среднего | 2 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Аналоговый интерфейс ввода-вывода для систем ЦОС реального времени | Графическая визуализация дискретных сигналов | 2 | ПК-1, ПК-2 |
| | Шум квантования при аналого-цифровом преобразовании | 2 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Многоскоростная обработка сигналов | Работа с аудиосигналами | 2 | ПК-1, ПК-2 |
| | Преобразование частоты дискретизации | 2 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Введение в цифровые фильтры | Обработка сигналов в современных системах связи | 2 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Цифровые методы модуляции сигналов (цифровая манипуляция) | Квадратурная модуляция в среде GNU Octave | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |

Согласована на портале № 71347

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Основы языка программирования Octave | Основы работы в пакете GNU Octave | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Аналоговый интерфейс ввода-вывода для систем ЦОС реального времени | Шумы квантования в АЦП – оценка и анализ | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Многоскоростная обработка сигналов | Многоскоростная обработка сигналов | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Введение в цифровые фильтры | Фильтр скользящего среднего | 4 | ПК-1, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 1 Основы языка программирования Octave | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ПК-1, ПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-1, ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 9 | | |
| 2 Аналоговый интерфейс ввода-вывода для систем ЦОС реального времени | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ПК-1, ПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-1, ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 9 | | |

Согласована на портале № 71347

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Многоскоростная обработка сигналов | Подготовка к тестированию | 3 | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ПК-1, ПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-1, ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 10 | | |
| 4 Введение в цифровые фильтры | Подготовка к тестированию | 3 | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ПК-1, ПК-2 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-1, ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 10 | | |
| 5 Цифровые методы модуляции сигналов (цифровая манипуляция) | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-1, ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 5 | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 48 | | |
| Итого | | 48 | | |

### 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. | |
| ПК-1 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование |
| ПК-2 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование |

## 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 № 71347

| 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Защита отчета по лабораторной работе | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Лабораторная работа | 3 | 4 | 3 | 10 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 33 | 34 | 33 | 100 |
| Нарастающим итогом | 33 | 67 | 100 | 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. Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов. - СПб. : Питер , 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2019. — 356 с. — ISBN 978-5-9912-0611-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/176119.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Галкин, Вячеслав Александрович. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие для вузов. - М. : Горячая линия - Телеком , 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

Согласована на портале № 71347

2. Пасечников, И. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. И. Пасечников. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-00078-261-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/137567 .

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов / А. Л. Магазинникова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 132 с. — ISBN 978-5-507-46133-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/298514. — Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/298514.

2. Елисеев, С. Н. Многоскоростная и многоканальная цифровая обработка сигналов (приложения в телекоммуникациях) : учебное пособие / С. Н. Елисеев. — Самара : ПГУТИ, 2018. — 81 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/182194. — Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/182194.

#### 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

Учебная аудитория "Вычислительный зал" / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 318 ауд.

Согласована на портале № 71347

Описание имеющегося оборудования:
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Scilab;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория "Вычислительный зал" / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 318 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Scilab;

### 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, 209 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:
- 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

Согласована на портале № 71347

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 Основы языка программирования Octave | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Аналоговый интерфейс ввода-вывода для систем ЦОС реального времени | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Многоскоростная обработка сигналов | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 71347

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Введение в цифровые фильтры | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Цифровые методы модуляции сигналов (цифровая манипуляция) | ПК-1, ПК-2 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

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 № 71347

| | |
|---|---|
| 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. Что зависит от разрядности АЦП?
   время обработки одного отсчета
   интервал дискретизации
   максимальная амплитуда сигнала на выходе АЦП
   количество уровней квантования сигнала в двоичной форме
2. Какими способами можно снизить уровень шума квантования?
   многокаскадная интерполяция и использование фильтра нижних частот
   выборка с запасом по частоте и последующая интерполяция
   уменьшение разрядности АЦП и использование фильтра нижних частот
   увеличение разрядности АЦП и выборка с запасом по частоте
3. Какое утверждение является верным?
   БИХ-фильтр – это несколько последовательных КИХ-фильтров.
   БИХ-фильтры реализованы нерекурсивно, т.е. они всегда устойчивы.
   При одинаковом количестве коэффициентов КИХ-фильтр имеет более резкий срез характеристики.
   В отличие от БИХ-фильтров, КИХ-фильтры могут иметь строго линейную фазовую характеристику.
4. Чему равно количество уровней квантования, если разрядность АЦП равна 8 бит?
   8
   16
   64
   256
5. Чему равна минимальная частота Найквиста, если полоса частот сигнала лежит в диапазоне 0-16 кГц и сигнал дискретизирован без наложения?
   128 кГц
   64 кГц
   32 кГц
   16 кГц
6. Какие операции подразумевает перевод сигнала из аналоговой формы в цифровую?
   Дискретизация по времени
   Квантование по уровню

Согласована на портале № 71347

Фильтрация с помощью аналогового ФНЧ
Преобразование частоты дискретизации

7. Для чего применяется корреляционная обработка?
   Поиск сигнала на фоне шумов
   Измерение задержки распространения сигнала
   Определение полярности сигнала
   Снижение уровня шума квантования
   Защита от наложения спектров
8. Каким образом выбирается частота дискретизации по теореме Котельникова?
   Частота дискретизации должна быть больше, чем максимальная частота сигнала
   Частота дискретизации должна быть более чем в 10 раз больше максимальной частоты сигнала
   Частота дискретизации должна быть равна максимальной частоте сигнала
   Частота дискретизации должна быть больше, чем удвоенная максимальная частоты сигнала
9. Для чего используется децимация в цифровой обработке сигналов?
   для аналого-цифрового преобразования сигнала
   для цифро-аналогового преобразования сигнала
   для повышения частоты дискретизации
   для понижения частоты дискретизации
10. Для чего используются оконные функции?
    Для сглаживания резких скачков в сигнале
    Для снижения требований к фильтру нижних частот при децимации
    Для повышения разрешающей способности АЦП
    Для подавления боковых лепестков в спектре ограниченного во времени сигнала

#### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Работа с циклами и условными операторами в GNU Octave. Графическая визуализация сигналов.
2. Теорема о полосовой дискретизации. Расчет минимальной частоты дискретизации без наложения.
3. Преобразование частоты дискретизации с нецелым шагом.
4. Фильтрация сигналов в GNU Octave.
5. Квадратурная модуляция.

#### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Каким образом реализуется свёртка двух масивов в GNU Octave?
2. Для чего используется функция randn(.) в GNU Octave?
3. Киким образом выполняется децимация сигнала в GNU Octave?
4. Какие условные операторы есть в GNU Octave?
5. При помощи какого оператора выполняется поэлементное умножение двух массивов в GNU Octave?
6. Какие типы данных существует в GNU Octve?
7. Как реализуется цифровая фильтрация в GNU Octave?

#### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Основы работы в пакете GNU Octave
2. Шумы квантования в АЦП – оценка и анализ
3. Многоскоростная обработка сигналов
4. Фильтр скользящего среднего

### 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

Согласована на портале № 71347

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, 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;

Согласована на портале № 71347

– 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 № 71347

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР
протокол № 4 от « 9 » 2 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ТОР | Е.В. Рогожников | Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ТОР | Е.В. Рогожников | Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9 |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТОР | Е.Ю. Агеев | Согласовано, 1380771b-dd3c-4ac1-8e1d-30fb96b5fa40 |
| Доцент, каф. ТОР | Д.А. Покаместов | Согласовано, 7d7b7be3-ee63-4218-8302-48c017e45ea9 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТОР | Р.Р. Абенов | Разработано, 9920d35f-3382-4b95-8797-32954404bbd7 |
| Инженер, каф. ТОР | П.А. Абенова | Разработано, c4cab1bc-4ed1-48b4-b0e0-41eefb4400e3 |
| Лаборант, каф. ТОР | Э. Дмитриев | Разработано, bac2a3d8-76ff-425b-ac10-f788fc60dedd |

Согласована на портале № 71347