**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
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# УСТРОЙСТВА ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ДИСКРЕТНЫХ И АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Защищенные системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 92 | 92 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 180 | 180 | часов |
| | 5 | 5 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 2 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 55911

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Дисциплина «Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов» (УПОС) ставит своей целью подготовку студентов по теоретическим основам, принципам построения, практическому проектированию трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов радиотехнических систем различного назначения. Изучение дисциплины должно заложить у студентов навыки самостоятельного решения задач на высоком профессиональном уровне и воспитать стремление овладевать новыми научными и практическими знаниями.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. К основным задачам дисциплины относится изучение: ● разновидностей структурных схем приемников, областей их применения, преимуществ и недостатков; ● элементов и узлов УПОС; ● автоматических регулировок в УПОС; ● особенностей построения устройств приема информации, передаваемой в цифровой форме; ● особенностей построения УПОС на основе технологии программно-определяемого радиоприема; ● теория и техника измерений технических характеристик УПОС.

## 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.01.05.
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** | | |

Согласована на портале № 55911

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-4. Способен к обеспечению информационной безопасности системного программного обеспечения инфокоммуникационной системы организации | ПКР-4.1. Знает основы обеспечения информационной безопасности, нормативные правовые акты в области информационной безопасности, системное программное обеспечение, включая знания о типовых уязвимостях. | Способен применять технологии обеспечения информационной безопасности телекоммуникационных систем и нормы их интеграции в государственную и международную информационную среду. |
| | ПКР-4.2. Знает регламенты обеспечения информационной безопасности системного программного обеспечения инфокоммуникационной системы организации. | Способен оценивать эффективность систем защиты программно-аппаратных средств в телекоммуникационных системах и разрабатывать предложения по их совершенствованию. |
| | ПКР-4.3. Умеет осуществлять сбор и анализ исходных данных для обеспечения информационной безопасности системного программного обеспечения. | Способен обоснованно выбирать конкурентоспособные программные средства для обеспечения информационной безопасности телекоммуникационных систем. |
| | ПКР-4.4. Умеет применять программно-аппаратные средства защиты информации. | Владеет навыками защиты программно-аппаратных средств телекоммуникационных систем от разрушающих программных воздействий, рационального выбора средств и методов защиты информации. |
| | ПКР-4.5. Владеет навыками установки и настройки аппаратно-программных средств защиты системного программного обеспечения. | Знает основные уязвимости телекоммуникационных систем и владеет навыками установки и настройки программно-аппаратных средств, обеспечивающих их защиту от разрушающих программных воздействий. |

Согласована на портале № 55911

| | | |
|---|---|---|
| ПКС-1. Способен разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик при проектировании радиоэлектронной аппаратуры | ПКС-1.1. Знает: принципы системного подхода в проектировании систем связи, перспективы технического развития отрасли; умеет: осуществлять сбор, обработку и анализ справочной нормативно-технической документации по проектированию объектов (систем) связи и телекоммуникаций владеет: навыками работы с измерительной аппаратурой и специализированным программным обеспечением при исследовании и проектировании систем связи | Готов применять методы системного анализа при разработке, производстве и испытаниях радиотехнических узлов, устройств и системы связи. |
| | ПКС-1.2. Знает: нормативные правовые акты, нормативно-технические документы, регламентирующие организацию и проведение научно-исследовательских работ по созданию инновационных систем связи; умеет: подготавливать научные обзоры, отзывы, отчеты, заключения; владеет: навыками руководства проектной группой разработчиков | Способен использовать нормативные правовые документы, нормативно-технические документы, регламентирующие организацию и проведение научно-исследовательских работ по созданию систем связи, разрабатывать научно-техническую документацию, готовить публикации по результатам выполненных работ. Способен к работе в коллективе в качестве лидера группы сотрудников, формировать цели команды, принимать организационно-управленческие решения в процессе профессиональной деятельности. |
| | ПКС-1.3. Знает: специальные компьютерные программы для выполнения работ по проектированию узлов и сетей связи; умеет: производить поиск нормативно-технической документации по проектированию объектов (систем) связи и телекоммуникаций в специализированных программах; владеет: методами оценки ресурсов, необходимых для реализации проекта по исследованию и оптимизации схемы организации связи телекоммуникационной системы | Способен разрабатывать и обосновывать конструкций радиотехнических узлов, устройств и системы связи различного функционального назначения и уровня разукрупнения с использованием современных пакетов прикладных программ, проводить натурный эксперимент по измерению их основных параметров и характеристик. Выполнять моделирование радиотехнических и телекоммуникационных систем и сетей с целью анализа и оптимизации их параметров по основным критериям проектирования с использованием средств автоматизации проектирования. |

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

Согласована на портале № 55911

**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 |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 52 | 52 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 92 | 92 |
| Подготовка к тестированию | 71 | 71 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 21 | 21 |
| **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.

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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | | | |
| 1 Введение. | 6 | 12 | - | 21 | 39 | ПКР-4, ПКС-1 |
| 2 Фильтрующие цепи радиотракта УПОС. | 3 | 2 | - | 10 | 15 | ПКР-4, ПКС-1 |
| 3 Активные узлы радиотракта УПОС. | 3 | 2 | - | 10 | 15 | ПКР-4, ПКС-1 |
| 4 Обработка сигналов с цифровой модуляцией в тракте УПОС. | 3 | - | 12 | 25 | 40 | ПКР-4, ПКС-1 |
| 5 Оптимальная фильтрация сигнала в тракте УПОС по критерию максимума отношения сигнал/шум. | 2 | 2 | - | 10 | 14 | ПКР-4, ПКС-1 |
| 6 Технология программно-определяемого радиоприема (SDR). | 1 | - | 4 | 16 | 21 | ПКР-4, ПКС-1 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 16 | 92 | 144 | |
| Итого | 18 | 18 | 16 | 92 | 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 |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |

Согласована на портале № 55911

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Введение. | Структурные схемы и основные параметры радиоприемных устройств. Параметры и характеристики УПОС. | 6 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Фильтрующие цепи радиотракта УПОС. | Активные частотные фильтры во входных цепях, усилителях радио- и промежуточной частоты; Фильтры на поверхностных акустических волнах (ПАВ). | 3 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| 3 Активные узлы радиотракта УПОС. | Преобразователи частоты; Усилители промежуточной частоты; Детекторы амплитудно-модулированных сигналов; Автоматические и ручные регулировки в УПОС. | 3 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| 4 Обработка сигналов с цифровой модуляцией в тракте УПОС. | Цифровые виды модуляции и их сравнительные характеристики. Влияние линейных искажений и нелинейных искажений на качество передачи цифровых сигналов. Коррекция передаточных характеристик тракта. | 3 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| 5 Оптимальная фильтрация сигнала в тракте УПОС по критерию максимума отношения сигнал/шум. | Принцип линейной согласованной фильтрации и корреляционной обработки сигнала в тракте УПОС. | 2 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Технология программно-определяемого радиоприема (SDR). | Принцип технологии SDR-радиоприема аналоговых и цифровых радиосигналов на платформе NI USRP-2920. | 1 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 1 | |
| | Итого за семестр | 18 | |
| | Итого | 18 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |

Согласована на портале № 55911

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Введение. | Структурные схемы и основные параметры радиоприемных устройств: приемники прямого усиления; приемники с преобразованием частоты; приемники с фазовым подавлением зеркального канала, преобразователи Хартли и Уивера. Чувствительность радиочатотного тракта приемника, особенности помехоустойчивости аналогового и цифрового устройств; описание и измерение нелинейности тракта УПОС | 4 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Влияние линейных искажений и нелинейных искажений на качество передачи сигналов с различными видами цифровой модуляции. Коррекция передаточных характеристик тракта. | 4 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Прототипирование цифрового и аналогового каналов связи на платформе NI USRP-2920 | 4 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 12 | |
| 2 Фильтрующие цепи радиотракта УПОС. | Проектирование активных RC-фильтров на основе операционного усилителя, проектирование высокочастотных ПАВ-фильтров для тракта УПОС. | 2 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Активные узлы радиотракта УПОС. | Расчет аналоговых амплитудных линеаризующих детекторов на основе операционного усилителя; принципы проектирования системы АРУ УПОС в условиях интерференционных замираний канала связи. | 2 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Оптимальная фильтрация сигнала в тракте УПОС по критерию максимума отношения сигнал/шум. | Исследование корреляционной обработки в пакете AWR-VSS на примере цифрового ООК-сигнала; реализация линейной согласованной фильтрации аналогового сигнала в ПАВ-фильтре. | 2 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 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 |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |

Согласована на портале № 55911

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Обработка сигналов с цифровой модуляцией в тракте УПОС. | Изучение приемной аппаратуры радиорелейной системы связи «МИК-РЛР+» | 4 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Изучение приемной аппаратуры радиорелейной системы связи «МИК-РЛР+ | 4 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Исследование помехоустойчивости приемника цифровой радиорелейной системы связи «МИК-РЛР+» | 4 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 12 | |
| 6 Технология программно-определяемого радиоприема (SDR). | Прототипирование системы передачи аудиосигнала по каналу с АМ модуляцией в УКВ диапазоне. | 4 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| 1 Введение. | Подготовка к тестированию | 21 | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 21 | | |
| 2 Фильтрующие цепи радиотракта УПОС. | Подготовка к тестированию | 10 | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 3 Активные узлы радиотракта УПОС. | Подготовка к тестированию | 10 | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 4 Обработка сигналов с цифровой модуляцией в тракте УПОС. | Подготовка к тестированию | 10 | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 15 | ПКР-4, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 25 | | |

Согласована на портале № 55911

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 Оптимальная фильтрация сигнала в тракте УПОС по критерию максимума отношения сигнал/шум. | Подготовка к тестированию | 10 | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 6 Технология программно-определяемого радиоприема (SDR). | Подготовка к тестированию | 10 | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПКР-4, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 16 | | |
| Итого за семестр | | 92 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 128 | | |

### 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. | |
| ПКР-4 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ПКС-1 | + | + | + | + | 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

| 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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| Лабораторная работа | 13 | 13 | 14 | 40 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 23 | 23 | 24 | 100 |
| Нарастающим итогом | 23 | 46 | 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 |
|---|---|

Согласована на портале № 55911

| | |
|---|---|
| ≥ 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. Дворников, С. В. Устройства приема и обработки сигналов : учебник / С. В. Дворников, А. Ф. Крячко, С. В. Мичурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-4243-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/133898 .

### 7.2. Дополнительная литература

1. Ю. Т. Зырянов, В. Л. Удовикин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. Радиоприемные устройства в системах радиосвязи : учебное пособие для вузов / 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/164713#2.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС): Методические указания по выполнению практических работ / А. С. Задорин, А. В. Максимов, И. Ю. Кузьменко - 2019. 144 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8979.

2. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС): Методические указания по выполнению лабораторных работ / А. С. Задорин, А. В. Максимов, И. Ю. Кузьменко - 2019. 74 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8980.

3. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС): Методические указания по самостоятельной работе / А. С. Задорин - 2019. 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8981.

#### 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.

Согласована на портале № 55911

**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 лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр В3-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф С1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РСС-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- AWR Design Environment;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- Microsoft Windows;
- PDF-XChange Viewer;
- PTC Mathcad 13, 14;

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для

Согласована на портале № 55911

проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр В3-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф С1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РСС-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- AWR Design Environment;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- Microsoft Windows;
- PDF-XChange Viewer;
- PTC Mathcad 13, 14;

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

Учебная лаборатория защищенных систем связи / Лаборатория "Технических средств защиты информации": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 415а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Экран с электроприводом DRAPER BARONET (1 шт.);
- Мультимедийный проектор TOSHIBA (1 шт.);
- Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet – Intel Core-I;
- Анализатор проводных линий RRL-02;
- Анализатор спектра GW Instek GSP-830;
- Антенна АИР 3;
- Антенна АИР-5-0;
- Антистатический манипулятор «Вампир»;
- Видеокамера Logitech 2-MP;
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГС С-120;
- Генератор Г4-158;
- Двухканальная паяльная станция 1С200-ОА;
- Измеритель RLC MIC-4070D;
- Металлодетектор портативный RANGER M1000;
- Мобильный ПК Satellite L 100-121, Монитор 17” Samsung 710N SKN;
- Неуправляемый коммутатор 3 com E-net SWITCH 16 UTP;
- Пульт с лазерной указкой;
- Бинокулярный стереомикроскоп Solo 1044;
- Сейф металлический;
- Стол лабораторный с надстройкой;

Согласована на портале № 55911

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

### 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:
- 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

Согласована на портале № 55911

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение. | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Фильтрующие цепи радиотракта УПОС. | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Активные узлы радиотракта УПОС. | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Обработка сигналов с цифровой модуляцией в тракте УПОС. | ПКР-4, ПКС-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Оптимальная фильтрация сигнала в тракте УПОС по критерию максимума отношения сигнал/шум. | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Технология программно-определяемого радиоприема (SDR). | ПКР-4, ПКС-1 | 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 |

Согласована на портале № 55911

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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 |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>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 представляет собой амплитудная характеристика приемника? Ответы: а) Зависимость коэффициента усиления от частоты. б) Зависимость коэффициента усиления от амплитуды входного сигнала. в) Зависимость мощности выходного сигнала от входного. г) Зависимость выходного тока от напряжения на нагрузке.
2. Радиоприемник аналогового радиосигнала работает на частоте 20 ГГц в полосе частот 1 МГц. Пренебрегая внешними шумами, оценить пороговую чувствительность приемника, если его коэффициент шума равен 2. Ответы: а) -121 дБ; б) -111 дБ; в) -101 дБ; г) 121 дБ;
3. Радиоприемник аналогового радиосигнала работает на частоте 5 ГГц в полосе частот 1 МГц. Пренебрегая внешними шумами, оценить динамический диапазон приемника по блокированию, если его точка компрессии равна 5 дБм., а шум фактор – 3 дБ. Ответы: а) 126 дБ; б) 116 дБ; в) -116 дБ; г) 106 дБ;
4. Радиоприемник аналогового радиосигнала работает на частоте 15 ГГц в полосе частот 10 МГц. Пренебрегая внешними шумами, оценить динамический диапазон приемника по интермодуляции 3-го порядка, если его соответствующая точка пересечения ИМИ равна 5 дБм., а шум фактор – 3 дБ. Ответы: а) 84 дБ; б) 74 дБ; в) 64 дБ; г). 54 дБ;

Согласована на портале № 55911

5. Радиоприемник цифровой радиорелейной линии обеспечивает прием сигнала КАМ-8 на частоте 15 ГГц при битовой скорости передачи 60 Мбит/с. Как изменится шумовая полоса частот приемника при изменении формата принимаемого сигнала на КАМ-64? Ответы: а) увеличится в 2 раза; б) увеличится в 4 раза; в) уменьшится в 3 раза; г) уменьшится в 2 раза;
6. Каково назначение преобразователя частоты? Ответы: а) Понижение частоты сигнала. б).. Подавление зеркального канала и гармоник гетеродина. в) Ослабление зеркального и соседнего каналов приема. г). Перенос спектра принимаемого сигнала на промежуточную частоту.
7. Назовите основные параметры усилителя радиочастоты. Ответы: а) Коэффициент шума, коэффициент усиления, избирательность. б).. Неравномерность АЧХ, нелинейность, коэффициент усиления. в) . Коэффициент полезного действия, стабильность частоты настройки, диапазон частот. г). Динамический диапазон, коэффициент полезного действия, коэффициент усиления.
8. Каково назначение усилителя промежуточной частоты? Ответы: а) Ослабление зеркального канала приема и усиление сигнала. б). Увеличение отношения сигнал/шум. в) Обеспечение работы АРУ. г). Ослабление соседнего канала приема и основное усиление
9. Какова необходимость увеличения числа контуров во входной цепи? Ответы: а) Для улучшения чувствительности приемника. б) Для расширения динамического диапазона приемника. в). Для повышения избирательности приемника. г). Для улучшения равномерности АЧХ
10. Какими из следующих показателей обосновывается полезность введения в тракт супергетеродинного радиоприемника нескольких преобразований частоты? Ответы: а) обеспечением чувствительности; б) обеспечением пространственной избирательности; в) обеспечением бюджета усиления; г). обеспечением частотной избирательности;

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Провести расчет структурной схемы радиовещательного радиоприемник АМ-радиосигнала (см. ГОСТ 5651-89 Аппаратура радиоприемная бытовая) инфрадинного типа с технологией программно-определяемого радиоприема (Software Defined Radio),, полагая, что номинальное напряжение на входе АЦП составляет 100 мВ., а коэффициент преобразования смесителей равен 0,7.
2. Радиоприемник одного ствола цифровой радиорелейной станций (ЦРРС) семейства МИК-РЛ Р+ предназначен для приема асинхронных цифровых сигналов. В среде AWR Visual System Simulator (AWR VSS) предложить модель структурной схемы ЦРРС.
3. Предложить построенную на платформе AWR-Visual System Simulator (AWR VSS) модель лабораторной установки (ЛУ) по исследованию радиоприемника одного из стволов цифровой радиорелейной станций (ЦРРС) семейства МИК-РЛ Р+
4. Предложить построенную на платформе AWR-Visual System Simulator (AWR VSS) модель корреляционного приемника проводной цифровой системы связи (ЦСС) с заданными параметрами.
5. Профессиональный радиоприемник (РПрУ) аналоговых сигналов построенный по схеме Хартли с антенным усилителем, должен обеспечивать заданные характеристики. В среде AWR Visual System Simulator (AWR VSS) предложить модель структурной схемы РПрУ. С помощью каскадного анализа (RF Budget Analysis) разработанной VSS-модели провести моделирование основных характеристик приемника.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Изучение приемной аппаратуры радиорелейной системы связи «МИК-РЛР+»
2. Изучение приемной аппаратуры радиорелейной системы связи «МИК-РЛР+
3. Исследование помехоустойчивости приемника цифровой радиорелейной системы связи «МИК-РЛР+»
4. Прототипирование системы передачи аудиосигнала по каналу с АМ модуляцией в УКВ диапазоне.

### 9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 55911

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 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:

Согласована на портале № 55911

– 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 № 55911

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 4 от «18» 12 2020 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. РСС | А.В. Фатеев | Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |
| Заведующий обеспечивающей каф. РСС | А.В. Фатеев | Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. РСС | Ю.В. Зеленецкая | Согласовано, 1f099a64-e28d-4307-a5f6-d9d92630e045 |
| Заведующий кафедрой, каф. РСС | А.В. Фатеев | Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. РСС | А.С. Задорин | Разработано, 521229bc-219b-4531-a2f6-1da5347c4187 |

Согласована на портале № 55911