

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СИСТЕМ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль) / специализация: **Программируемые защищенные системы связи**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**

Кафедра: **радиоэлектроники и систем связи (РСС)**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 4 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 | часов |
| Самостоятельная работа | 120 | 120 | часов |
| Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 5 | 5 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет с оценкой | 4 |

Томск

Согласована на портале № 80652

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Дисциплина посвящена формированию у студентов компетенций в области разработки систем радиосвязи, основанных на технологии программно-определяемых радиосистем (Software Defined Radio) для моделирования и прототипирования защищенных систем радиосвязи.

1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение навыков программного радиомониторинга, радиочастотного анализа и управления средствами программно определяемых цифровых устройств в программно-аппаратных средах GNU Radio и Matlab-Simulink на платформах USB RTL-SDR (RTL2832), AD9363 ADALM-Pluto и NI USRP- 2920.

2. Освоение программно-аппаратной среды LabVIEW-NI USRP.

3. Формирование навыков архитектурного проектирования защищенных SDR-систем посредством визуального программирования в средах GNU Radio, Matlab-Simulink и LabVIEW на аппаратных платформах USB RTL-SDR (RTL2832), AD9363 ADALM-Pluto и NI USRP- 2920.

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.02.04.

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 математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам | Знает математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам в области программно-конфигурируемых систем |
| | ПК-1.2. Умеет выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач | Умеет выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач в области программно-конфигурируемых систем |
| | ПК-1.3. Владеет математическим и компьютерным моделированием объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач | Владеет методами математического и компьютерного моделирования объектов и процессов в инфокоммуникационных сетях и системах по типовым методикам для решения профессиональных задач в области программно-конфигурируемых систем |

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 |
|---|-------------|-----------|
| | | 4 семестр |
| Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 60 | 60 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 |
| Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 120 | 120 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 40 | 40 |
| Подготовка к тестированию | 40 | 40 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 40 | 40 |
| 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 |
|---|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 4 семестр | | | | | | |
| 1 Введение в технологию SDR (Software Defined Radio); | 4 | 4 | 4 | 30 | 42 | ПК-1 |
| 2 Архитектура SDR-систем; | 4 | 4 | 4 | 30 | 42 | ПК-1 |
| 3 Программирование SDR-радиосистем; | 4 | 4 | 8 | 30 | 46 | ПК-1 |
| 4 Прототипирование защищенных SRD-радиосистем | 6 | 6 | 8 | 30 | 50 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 24 | 120 | 180 | |
| Итого | 18 | 18 | 24 | 120 | 180 | |

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 |
|---|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 4 семестр | | | |
| 1 Введение в технологию SDR (Software Defined Radio); | Принципы и методы технологии SDR | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Архитектура SDR-систем; | Архитектура систем USB RTL-SDR (RTL2832), AD9363 ADALM-Pluto и NI USRP- 2920; | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Программирование SDR-радиосистем; | Программирование SDR-радиосистем в программных средах GNU Radio, Matlab-Simulink и LabVIEW-NI; | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Прототипирование защищенных SRD-радиосистем | Прототипирование защищенных SRD-радиосистем в программных средах GNU Radio и Matlab-Simulink на аппаратных платформах USB RTL-SDR (RTL2832), AD9363 ADALM-Pluto и NI USRP- 2920. | 6 | ПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| 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 |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 4 семестр | | | |
| 1 Введение в технологию SDR (Software Defined Radio); | Практикум по обсуждению принципов и методов технологии SDR | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Архитектура SDR-систем; | Архитектура систем USB RTL-SDR (RTL2832), AD9363 ADALM-Pluto и NI USRP- 2920; | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Программирование SDR-радиосистем; | Программирование SDR-радиосистем программирование SDR-радиосистем в программных средах GNU Radio, Matlab-Simulink и LabVIEW-NI; | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Прототипирование защищенных SRD-радиосистем | Прототипирование защищенных SRD-радиосистем в программных средах GNU Radio и Matlab-Simulink на аппаратных платформах USB RTL-SDR (RTL2832), AD9363 ADALM-Pluto и NI USRP- 2920. | 6 | ПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| 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 |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 4 семестр | | | |
| 1 Введение в технологию SDR (Software Defined Radio); | Дискретизация, квантование и восстановление сигнала | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Архитектура SDR-систем; | Разработка систем КИХ/БИХ-фильтрации. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Программирование SDR-радиосистем; | Формирование FSK и PSK сигналов. | 4 | ПК-1 |
| | Формирование OFDM сигнала. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Прототипирование защищенных SRD-радиосистем | Построение Модема 4-КАМ. | 4 | ПК-1 |
| | Построение адаптивной системы связи. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 24 | |

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 |
|---|--|-----------------|-------------------------|---------------------|
| 4 семестр | | | | |
| 1 Введение в технологию SDR (Software Defined Radio); | Подготовка к зачету с оценкой | 10 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 10 | ПК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 30 | | |
| 2 Архитектура SDR-систем; | Подготовка к зачету с оценкой | 10 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 10 | ПК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 30 | | |
| 3 Программирование SDR-радиосистем; | Подготовка к зачету с оценкой | 10 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 10 | ПК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 30 | | |
| 4 Прототипирование защищенных SRD-радиосистем | Подготовка к зачету с оценкой | 10 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 10 | ПК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 30 | | |
| Итого за семестр | | 120 | | |
| Итого | | 120 | | |

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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, 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

| 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 |
|--------------------------|--|---|---|------------------|
| 4 семестр | | | | |
| Зачёт с оценкой | 0 | 0 | 30 | 30 |
| Лабораторная работа | 12 | 14 | 14 | 40 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 22 | 24 | 54 | 100 |
| Нарастающим итогом | 22 | 46 | 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 | E (посредственно) |
| | 60 – 64 | |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Фокин, Г. А. Основы программно-конфигурируемого радио : учебно-методическое пособие / Г. А. Фокин. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. — 179 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/279182>.

7.2. Дополнительная литература

1. Нефедов, В. И. Общая теория связи : учебник для вузов / В. И. Нефедов, А. С. Сигов ; под редакцией В. И. Нефедова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 592 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/556153>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Кехтарнаваз, Н. Цифровая обработка сигналов на системном уровне с использованием LabVIEW : учебное пособие / Н. Кехтарнаваз, Н. Ким. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 300 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60974>.

2. Чиров, Д. С. Практикум по дисциплине Основы построения и применения программно определяемых радиосистем : учебное пособие / Д. С. Чиров, Д. И. Буханец, Е. О. Кандаурова. — Москва : МТУСИ, 2021. — 80 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/215333>.

3. Магда, Ю. С. LabVIEW: практический курс для инженеров и разработчиков : руководство / Ю. С. Магда. — Москва : ДМК Пресс, 2012. — 208 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3023>.

4. Бизин, Д. И. Программно-определяемое радио SDR : учебно-методическое пособие / Д. И. Бизин, О. Н. Коваленко. — Омск : ОмГУПС, 2021. — 42 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/190178>.

5. 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.

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

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;
- Генератор сигналов специальной формы АК ИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РС С-80 (4 шт.);
- Учебное пособие(8шт.)
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (11 шт.)
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AWR Design Environment;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Qucs;

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;
- Генератор сигналов специальной формы АК ИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РС С-80 (4 шт.);
- Учебное пособие(8шт.)
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (11 шт.)
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AWR Design Environment;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Qucs;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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;
- Генератор сигналов специальной формы АК ИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РС С-80 (4 шт.);

- Учебное пособие(8шт.)
 - Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (11 шт.)
 - Комплект специализированной учебной мебели;
 - Рабочее место преподавателя.
- Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
 - Mathworks Matlab;
 - Mathworks Simulink 6.5;
 - PTC Mathcad 13, 14;
 - Qucs;

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 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 Введение в технологию SDR (Software Defined Radio); | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Архитектура SDR-систем; | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Программирование SDR-радиосистем; | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Прототипирование защищенных SRD-радиосистем | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | 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 |
|----------------------------|--|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или 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. Как называется энергия уносимая, электромагнитными волнами от антенны передатчика системы связи за 1 сек? Варианты ответа: а) мощность излучения; б) сопротивление излучения; в) сопротивление потерь; г) входное сопротивление антенны; д) коэффициент усиления.
2. Для чего необходима система тактовой синхронизации в цифровой системе передачи? Варианты ответа: для -: а) обеспечения равенства скоростей обработки сигналов на передающей и приемной станциях; б) дискретизации и кодирования АИМ-отсчетов на передаче; в) правильного декодирования кодовых комбинаций и распределения АИМ-отсчетов на приеме; г) правильного распределения каналов сигналов управления и взаимодействия на приеме.
3. Чем дискретизация широкополосного колебания отличается от дискретизации узкополосного колебания? Варианты ответа: а) в первом случае потребуется большая частота дискретизации, чем во втором. б) во втором случае потребуется большая частота дискретизации, чем в первом. в) оба варианта равноценны г) нет правильного ответа.

4. Что такое зоны Найквиста? Варианты ответа: а) частотная полоса в спектре сигнала от 0 до частоты дискретизации f_d . б) частотная полоса в спектре сигнала от f_d до частоты дискретизации $2f_d$. в) частотная полоса в спектре сигнала от f_d до частоты дискретизации $f_d/2$. г) частотная полоса в спектре сигнала от 0 до частоты дискретизации $2f_d/2$ в) область локализации основной части спектра сигнала.
5. Как зависит вероятность ошибки от шума в канале Рш? Варианты ответа: а) линейно возрастает с увеличением Рш; б) не зависит от Рш; в) ограничена формулой Шеннона; г) ограничена формулой Найквиста; д) ограничена теоремой Котельникова.
6. Как символическая скорость C_s связана с битовой скоростью передачи информации C ? Варианты ответа: а) связь между C и C_s отсутствует; б) скорости C и C_s равны; в) скорость C больше или равна C_s ; г) скорость C меньше или равна C_s .
7. Поясните, для чего на приемной стороне SDR- системы используется генератор комплексного гармонического сигнала? Варианты ответа: а) в комплексном колебании можно использовать независимо друг от друга положительную и отрицательную части его спектра; б) комплексный радиосигнал обеспечивает большой КПД; в) комплексный радиосигнал обеспечивает динамический диапазон; г) комплексный радиосигнал обеспечивает высокую помехоустойчивость системы д) нет правильных вариантов ответа.
8. Какое основное преимущество аналоговой ЧМ системы связи по сравнению с АМ-системой? Варианты ответа: а) малая мощность сигнала; б) узкий диапазон частот; в) большая дальность; г) простота конструкции; д) высокая помехоустойчивость.
9. Как называется величина, выраженная в децибелах и определяемая как разность между максимальным и минимальным уровнем? Варианты ответа: а) порог чувствительности; б) минимальный уровень сигнала; в) уровень сигнала; г) динамический диапазон; д) уровень помех.
10. По какой причине массово внедряется ультракоротковолновый диапазон? Варианты ответа: а) из-за высокой помехоустойчивости; б) из-за большой дальности связи; г) из-за большого КПД; д) из-за максимальной чувствительности.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Пояснить необходимость децимации цифрового потока на выходе АЦП SDR-приемника.
2. Продемонстрировать методику измерения точек пересечения IP2,3 по интермодуляции на примере разрабатываемой в проекте модели SDR-приемника на платформе RTL-SDR-RTL283.
3. Продемонстрировать методику измерения на чувствительности SDR- приемника на примере разрабатываемой в проекте модели на платформе D9363 ADALM-Pluto 2.
4. На примере разрабатываемой в проекте модели SDR- приемника продемонстрировать влияние аттенюатора на входе тракта на динамический диапазон приемника.
5. Пояснить связь помехоустойчивости RTL-SDR- цифровых систем связи с частотной эффективностью канала связи и видом цифровой модуляции.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Дискретизация, квантование и восстановление сигнала
2. Разработка систем КИХ/БИХ-фильтрации.
3. Формирование FSK и PSK сигналов.
4. Формирование OFDM сигнала.
5. Построение Модема 4-КАМ.
6. Построение адаптивной системы связи.

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 9.4.

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;
- 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.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 4 от «23» 11 2023 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 | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73 |

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