**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

# ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Защищенные системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 28 | 28 | 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 |
| Курсовой проект | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 100 | 100 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 216 | 216 | часов |
| | 6 | 6 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 7 |
| Курсовой проект | 7 |

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 № 76096

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Разрабатываемая ООП посвящена формированию у студентов компетенций в области разработки и применения систем радиосвязи, технологии программно-определяемых радиосистем (Software Defined Radio) для быстрой разработки программно-аппаратных платформ защищенных радиосистем.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение навыков и овладение методами проведения программного радиомониторинга, радиочастотного анализа и управления средствами программно-определяемых цифровых устройств в среде SDRSharp.
2. Освоение программных и аппаратных продуктов LabVIEW-NI USRP.
3. Освоение информационно-коммуникационных технологий в области визуального программирования SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832.
4. Формирование навыков и овладение методами архитектурного проектирования, анализа и моделирование SDR-систем посредством визуального программирования в среде GNU Radio, Matlab-Simulink и LabVIEW на аппаратных платформах тюнера RTL2832 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.02.11.
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 № 76096

| | | |
|---|---|---|
| ПК-3. Способен проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | ПК-3.1. Знает основы расчёта по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | Знает основы расчёта по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования в области цифровых систем радиосвязи |
| | ПК-3.2. Умеет проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | Умеет проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования в области цифровых систем радиосвязи |
| | ПК-3.3. Владеет методами расчета по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | Владеет методами расчета по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования в области цифровых систем радиосвязи |

## 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 6 зачетных единиц, 216 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 |
|---|---|---|
| | | 7 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 80 | 80 |
| Лекционные занятия | 28 | 28 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| Курсовой проект | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 100 | 100 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 34 | 34 |
| Написание отчета по курсовому проекту | 35 | 35 |
| Подготовка к тестированию | 31 | 31 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 216 | 216 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 6 | 6 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

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

Согласована на портале № 76096

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. | Курс. пр. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | | | | |
| 1 Введение в технологию SDR | 4 | - | 4 | 18 | 14 | 40 | ПК-3 |
| 2 Архитектура SDR. Архитектура NI USRP | 4 | - | 4 | | 14 | 22 | ПК-3 |
| 3 Системное проектирование в Matlab-Simulink | 4 | 6 | 4 | | 14 | 28 | ПК-3 |
| 4 Обзор беспроводных сенсорных сетей | 4 | - | - | | 14 | 18 | ПК-3 |
| 5 SDN-сети | 4 | - | - | | 14 | 18 | ПК-3 |
| 6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab- Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 | 4 | 6 | 4 | | 15 | 29 | ПК-3 |
| 7 Визуальное программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP- 2920 | 4 | 6 | - | | 15 | 25 | ПК-3 |
| Итого за семестр | 28 | 18 | 16 | 18 | 100 | 180 | |
| Итого | 28 | 18 | 16 | 18 | 100 | 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 |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 1 Введение в технологию SDR | Понятие SDR. Технология SDR. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Архитектура SDR. Архитектура NI USRP | Архитектура SDR. Архитектура NI USRP. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Системное проектирование в Matlab-Simulink | Программное обеспечение Matlab-Simulink. Принцип системного проектирования. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Обзор беспроводных сенсорных сетей | Обзор беспроводных сенсорных сетей | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 SDN-сети | Типовые особенности SDN-сетей. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 76096

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 | Программные обеспечения GNU Radio и Matlab-Simulink. Основы визуального программирования защищенных SDR-систем. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Визуальное программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP-2920 | Программное обеспечение LabVIEW-NI . Основы визуального программирования защищенных SDR-систем на базе USRP-2920. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 28 | |
| Итого | | 28 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 3 Системное проектирование в Matlab-Simulink | Проектирование в Matlab-Simulink. | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab- Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 | Программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Визуальное программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP- 2920 | Программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI | 6 | ПК-3 |
| | 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 |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 1 Введение в технологию SDR | Исследование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP-2920. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Архитектура SDR. Архитектура NI USRP | Настройка SDR на базе USRP-2920. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 76096

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Системное проектирование в Matlab-Simulink | Проектирование системы в Matlab-Simulink | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab- Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 | Исследование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

| Содержание контактной аудиторной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **7 семестр** | | |
| Изучение теоретического материала. Проведение расчетных и графических работ по заданию КП. Устранение замечаний и подготовка к защите КП | 18 | ПК-3 |
| Итого за семестр | 18 | |
| Итого | 18 | |

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Прототипирование цифрового SDR-приемника.
2. Прототипирование беспроводной сенсорной сети по технологии SDR.
3. Разработка программы для управления программно-управляемым приемником USRP в среде LabVIEW.
4. Разработка программы для измерения характеристик узлов приемника на платформе USRP в среде LabVIEW.
5. Разработка программы для управления цифровой системы радиосвязи на платформе USRP в среде LabVIEW.

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| 1 Введение в технологию SDR | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 5 | ПК-3 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |

Согласована на портале № 76096

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 Архитектура SDR. Архитектура NI USRP | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 5 | ПК-3 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| 3 Системное проектирование в Matlab-Simulink | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 5 | ПК-3 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| 4 Обзор беспроводных сенсорных сетей | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 5 | ПК-3 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| 5 SDN-сети | Написание отчета по курсовому проекту | 5 | ПК-3 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 14 | | |

Согласована на портале № 76096

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 5 | ПК-3 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 15 | | |
| 7 Визуальное программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP-2920 | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 5 | ПК-3 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 15 | | |
| Итого за семестр | | 100 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 136 | | |

### 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. | Курс. пр. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | + | + | Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| Лабораторная работа | 12 | 14 | 14 | 40 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Экзамен | | | | 30 |

Согласована на портале № 76096

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Итого максимум за период | 22 | 24 | 24 | 100 |
| Нарастающим итогом | 22 | 46 | 70 | 100 |

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

| 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| Отчет по курсовому проекту | 0 | 30 | 70 | 100 |
| Итого максимум за период | | 30 | 70 | 100 |
| Нарастающим итогом | | 30 | 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. 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. Кехтарнаваз Н., Ким Н. - Цифровая обработка сигналов на системном уровне с использованием LabVIEW - Издательство "ДМК Пресс" - 2010 - 300с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/60974.

Согласована на портале № 76096

2. Магда Ю.С. - LabVIEW: практический курс для инженеров и разработчиков - Издательство "ДМК Пресс" - 2012 - 208с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3023.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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.

2. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре: Учебно-методическое пособие / С. В. Мелихов, В. А. Кологривов - 2018. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7627.

3. Галкин, В. А. Основы программно-конфигурируемого радио : монография / В. А. Галкин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 372 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111042.

#### 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 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.);

Согласована на портале № 76096

- 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;
- Mathworks Matlab;
- Microsoft Windows;
- PDF-XChange Viewer;
- PDFCreator;
- PTC Mathcad 13, 14;

### 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;
- 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;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- PDF-XChange Viewer;
- PDFCreator;
- PTC Mathcad 13, 14;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

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:

Согласована на портале № 76096

- 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:
- Google Chrome;
- Mathworks Matlab;
- PTC Mathcad 13, 14;

### 8.5. 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.

### 8.6. 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.

Согласована на портале № 76096

## 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 | ПК-3 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Архитектура SDR. Архитектура NI USRP | ПК-3 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Системное проектирование в Matlab-Simulink | ПК-3 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Обзор беспроводных сенсорных сетей | ПК-3 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 76096

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 SDN-сети | ПК-3 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 | ПК-3 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Визуальное программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP- 2920 | ПК-3 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | 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 № 76096

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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. Каковы размеры открытого оптического резонатора в сравнении с длиной волны света?
   а) Они одинаковы;
   б) Длина волны света много больше размеров резонатора;
   в) Размеры резонатора много больше длины волны света;
   г) Расстояние между отражающими поверхностями равно половине длины волны света.
2. Как связаны длина открытого оптического резонатора и резонансная длина волны для продольных мод?
   а) Они пропорциональны друг другу;
   б) Они обратно пропорциональны друг другу;
   в) Они являются независимыми;
   г) Они равны друг другу.
3. Какие преимущества перед генераторами СВЧ обеспечивает использование оптоэлектронной конверсии?
   а) Снижение фазовых шумов и массогабаритных параметров.
   б) Снижение стоимости устройства.

Согласована на портале № 76096

в) Повышение долговременной стабильности.
г) Нет верного ответа.

4. Что такое декогеренция кубита?
   а) Дифракция в материальной среде.
   б) Интерференция фотона в материальной среде.
   в) Нарушение когерентности, вызываемый взаимодействием фотона с окружающей средой.
   г) Нет верного ответа.
5. Каков уровень добротности оптических микрорезонаторов, возбуждаемых фундаментальными модами шепчущей галереи?
   а) ~100;
   б) ~10000.
   в) ~100000000.
   г) ~1000000000000.
6. Как связаны длина открытого оптического резонатора и резонансная длина волны для продольных мод?
   а) Они пропорциональны друг другу;
   б) Они обратно пропорциональны друг другу;
   в) Они являются независимыми;
   г) Они равны друг другу.
7. Что из себя представляет электромагнитное поле волноводной моды планарного оптического волновода?
   1. Оно имеет характер стоячей волны в направлении распространения и в перпендикулярном к плоскости волновода направлении.
   б) Оно имеет характер бегущей волны в направлении распространения и стоячей волны в перпендикулярном к плоскости волновода направлении.
   в) Оно имеет характер бегущей волны в направлении распространения и в перпендикулярном к плоскости волновода направлении.
   г) Оно имеет характер стоячей волны в направлении распространения и бегущей волны в перпендикулярном к плоскости волновода направлении.
8. Зависит ли от длины волны света величина коэффициента отражения зеркал с многослойным диэлектрическим покрытием?
   а) Нет, не зависит
   б) Да, зависит
   в) В видимом диапазоне эта зависимость очень слаба
   г) Зависит, но только в инфракрасном диапазоне
9. Зеркала газовых лазеров, работающих в видимом диапазоне, как правило, представляют собой многослойные диэлектрические структуры на прозрачной диэлектрической подложке. Почему для этого не используются металлические пленки на той же подложке?
   а) Металлические пленки имеют слишком низкий коэффициент отражения для света видимого диапазона
   б) Технология нанесения металлических пленок на подложку значительно сложнее, чем процесс получения многослойных диэлектрических зеркал
   в) Металлические пленки обладают более высоким поглощением света в видимом диапазоне, чем диэлектрические
   г) Металлические пленки не позволяют получить лазерное излучение с линейной поляризацией
10. Какое из следующих утверждений является наиболее правильным:
    а) длина волны лазерного излучения определяется условием баланса амплитуд;
    б) ширина спектральной линии излучения лазера определяется добротностью оптического резонатора;
    в) поляризация лазерного излучения зависит от типа активной среды;
    г) поляризация лазерного излучения зависит от добротности оптического резонатора.
11. Каково основное отличие конструкции лазерного диода и светодиода?
    а) Светодиод не имеет теплоотвода.
    б) Светодиод имеет меньшую угловую расходимость излучения.

Согласована на портале № 76096

в) Светодиод не имеет оптического резонатора.
г) Светодиод требует обратного смещения p-n перехода.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Поясните термин «программно-определяемая радиосистема» (SDR).
2. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы.
3. Детерминированные и случайные сигналы.
4. Отношение сигнал-шум. Утверждение теоремы Шеннона Хартли.
5. Частотное и временное представление сигналов.
6. Аналого-цифровое преобразование сигналов.
7. Частота дискретизации и передискретизация сигналов. Теорема Котельникова.
8. АМ-модуляция и демодуляция сигналов.
9. ЧМ-модуляция и демодуляция сигналов.
10. Что Вы понимаете под индексами амплитудной и частотной модуляций?

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Интерактивное управление USB RTL-SDR тюнером RTL2832.
2. Частотная калибровка RTL-SDR тюнера RTL2832.
3. Управление частотой дискретизации, шириной полосы обзора и полосы пропускания SDR-приемника.
4. Управление и настройка параметров SDR-модулей.
5. Принципы архитектурного проектирования SDR-системы.

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Прототипирование цифрового SDR-приемника.
2. Прототипирование беспроводной сенсорной сети по технологии SDR.
3. Разработка программы для управления программно-управляемым приемником USRP в среде LabVIEW.
4. Разработка программы для измерения характеристик узлов приемника на платформе USRP в среде LabVIEW.
5. Разработка программы для управления цифровой системы радиосвязи на платформе USRP в среде LabVIEW.

### 9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Исследование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP-2920.
2. Настройка SDR на базе USRP-2920.
3. Проектирование системы в Matlab-Simulink
4. Исследование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832

## 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:

Согласована на портале № 76096

– 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,

Согласована на портале № 76096

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 № 76096

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 4 от «28» 12 2022 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 |
| И.О. начальника 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 |

Согласована на портале № 76096