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.
«13» _____12_____ 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: **Программируемые защищенные системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2024 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 аттестации	Семестр
Экзамен	7
Курсовой проект	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 80619

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Дисциплина посвящена формированию у студентов компетенций в области создания первичной версии разрабатываемой системы защищенной радиосвязи на основе технологии программно-определяемых радиосистем (Software Defined Radio) с целью тестирования и оценки ее технических характеристик.

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 технологий визуального программирования SDR-систем в программной среде GNU Radio и Matlab-Simulink на базе аппаратных платформы AD9363 ADALM-Pluto и RTL-SDR тюнера RTL2832.
3. Формирование навыков и овладение методами архитектурного проектирования, анализа и моделирование систем защищенной радиосвязи 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 № 80619

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
Написание отчета по курсовому проекту	55	55
Подготовка к тестированию	41	41
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	4
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 № 80619

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	2	16	18	20	60	ПК-3
2 Архитектура SDR-систем	4	2	-		16	22	ПК-3
3 Обзор беспроводных сетей связи	4	2	-		16	22	ПК-3
4 Системное проектирование SDR-систем в средах GNU Radio и Matlab-Simulink	5	4	-		16	25	ПК-3
5 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab- Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 и AD9363 ADALM-Pluto 2	6	4	-		16	26	ПК-3
6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP- 2920	5	4	-		16	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	Принципы и методы технологии	4	ПК-3
	Итого	4	
2 Архитектура SDR-систем	Архитектура систем AD9363 ADALM-Pluto, RTL-SDR (RTL2832) и NI USRP	4	ПК-3
	Итого	4	
3 Обзор беспроводных сетей связи	Обзор беспроводных сетей связи	4	ПК-3
	Итого	4	
4 Системное проектирование SDR-систем в средах GNU Radio и Matlab-Simulink	Программное обеспечение GNU Radio и Matlab-Simulink. Принцип системного проектирования SDR-систем;	5	ПК-3
	Итого	5	

Согласована на портале № 80619

5 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 и AD9363 ADALM-Pluto 2	Программные обеспечения GNU Radio и Matlab-Simulink. Основы визуального программирования защищенных SDR-систем на платформах RTL2832 и AD9363 ADALM-Pluto 2	6	ПК-3
	Итого	6	
6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP-2920	Основы визуального программирования защищенных SDR-систем на платформах -NI USRP	5	ПК-3
	Итого	5	
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			
1 Введение в технологию SDR	Принципы и методы технологии SDR	2	ПК-3
	Итого	2	
2 Архитектура SDR-систем	Архитектура систем AD9363 ADALM-Pluto, RTL-SDR (RTL2832) и NI USRP	2	ПК-3
	Итого	2	
3 Обзор беспроводных сетей связи	Обзор беспроводных сетей связи	2	ПК-3
	Итого	2	
4 Системное проектирование SDR-систем в средах GNU Radio и Matlab-Simulink	Программное обеспечение GNU Radio и Matlab-Simulink. Принцип системного проектирования SDR-систем;	4	ПК-3
	Итого	4	
5 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 и AD9363 ADALM-Pluto 2	Программные обеспечения GNU Radio и Matlab-Simulink. Основы визуального программирования защищенных SDR-систем на платформах RTL2832 и AD9363 ADALM-Pluto 2	4	ПК-3
	Итого	4	
6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP-2920	Основы визуального программирования защищенных SDR-систем на платформах -NI USRP	4	ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

Согласована на портале № 80619

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 аналоговой SDR-системы связи на базе ПО GNU Radio и платформе RTL-SDR (RTL2832)	4	ПК-3
	Проектирование защищенной SDR-системы связи на базе ПО GNU Radio и платформе RTL-SDR (RTL2832)	4	ПК-3
	Проектирование защищенной SDR-системы на базе ПО Matlab-Simulink и платформе AD9363 ADALM-Pluto 2	4	ПК-3
	Проектирование защищенной SDR-системы на базе ПО LabVIEW-NI и платформе NI USRP	4	ПК-3
	Итого	16	
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 беспроводной аналоговой системы связи по технологии SDR на платформе RTL-SDR (RTL2832);
2. Прототипирование беспроводной цифровой системы связи по технологии SDR на платформе RTL-SDR (RTL2832);
3. Прототипирование беспроводной аналоговой SDR-системы связи на платформе AD9363 ADALM-Pluto 2;
4. Прототипирование беспроводной цифровой SDR-системы связи на платформе AD9363 ADALM-Pluto 2;
5. Прототипирование беспроводной аналоговой SDR-системы связи на платформе -USRP в среде LabVIEW-NI;
6. Прототипирование беспроводной цифровой SDR-системы связи на платформе -USRP в среде LabVIEW-NI.

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в

Согласована на портале № 80619

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	Написание отчета по курсовому проекту	10	ПК-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	6	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	20		
2 Архитектура SDR-систем	Написание отчета по курсовому проекту	9	ПК-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	7	ПК-3	Тестирование
	Итого	16		
3 Обзор беспроводных сетей связи	Написание отчета по курсовому проекту	9	ПК-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	7	ПК-3	Тестирование
	Итого	16		
4 Системное проектирование SDR-систем в средах GNU Radio и Matlab-Simulink	Написание отчета по курсовому проекту	9	ПК-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	7	ПК-3	Тестирование
	Итого	16		
5 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 и AD9363 ADALM-Pluto 2	Написание отчета по курсовому проекту	9	ПК-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	7	ПК-3	Тестирование
	Итого	16		

Согласована на портале № 80619

6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP-2920	Написание отчета по курсовому проекту	9	ПК-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	7	ПК-3	Тестирование
	Итого	16		
Итого за семестр		100		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		136		

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.	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
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

Согласована на портале № 80619

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

3. 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 № 80619

4. 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.

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.

6. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС): Методические указания по выполнению курсового проекта / А. С. Задорин, А. В. Максимов, И. Ю. Кузьменко - 2019. 58 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8978.

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

Согласована на портале № 80619

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 АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РСС-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 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:
- Доска магнитно-маркерная;
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РСС-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;
- Google Chrome;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Qucs;

8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Согласована на портале № 80619

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.

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)

Согласована на портале № 80619

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-систем	ПК-3	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Обзор беспроводных сетей связи	ПК-3	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Системное проектирование SDR-систем в средах GNU Radio и Matlab-Simulink	ПК-3	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Визуальное программирование защищенных SDR-систем в ПО GNU Radio и Matlab-Simulink на базе USB RTL-SDR тюнера RTL2832 и AD9363 ADALM-Pluto 2	ПК-3	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Визуальное программирование защищенных SDR-систем на базе LabVIEW-NI USRP- 2920	ПК-3	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		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

Согласована на портале № 80619

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

Согласована на портале № 80619

1. Какому уровню сигнала соответствует мощность в 20 дБм.? Варианты ответа: а)1 Вт; б) 100 мВт.; г) 10 Вт.; д) 10 мВт.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Что такое зоны Найквиста? Варианты ответа: зона Найквиста это- а) частотная полоса в спектре сигнала от 0 до частоты дискретизации fd. б) частотная полоса в спектре сигнала от fd до частоты дискретизации 2fd. в) частотная полоса в спектре сигнала от fd до частоты дискретизации fd/2. в) частотная полоса в спектре сигнала от 0 до частоты дискретизации 2fd/ в) область локализации основной части спектра сигнала.
6. 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; в) ограничена формулой Найквиста; г) ограничена теоремой Котельникова.
7. Как символьная скорость Cs связана с битовой скоростью передачи информации C? Варианты ответа: а) связь между C и Cs отсутствует; б) скорости C и Cs равны; в) скорость C больше или равна Cs; г) скорость C меньше или равна Cs.
8. Поясните, для чего в схеме 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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 экзаменационных вопросов

1. Формирование комплексных модулированных радиосигналов в SDR- системах.
2. Классификация архитектурных решении SDR- технологиях.
3. Базовые структурные схемы аппаратной и SDR- радиосистем.
4. Синтез антиалайзингового фильтра и децимация цифрового потока на выходе АЦП SDR-приемника.
5. Прототипирование SDR –приемников на платформе тюнера RTL-SDR-RTL283 и D9363 ADALM-Pluto 2.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

Согласована на портале № 80619

1. Пояснить необходимость децимация 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.

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Прототипирование беспроводной аналоговой системы связи по технологии SDR на платформе RTL-SDR (RTL2832);
2. Прототипирование беспроводной цифровой системы связи по технологии SDR на платформе RTL-SDR (RTL2832);
3. Прототипирование беспроводной аналоговой SDR-системы связи на платформе AD9363 ADALM-Pluto 2;
4. Прототипирование беспроводной цифровой SDR-системы связи на платформе AD9363 ADALM-Pluto 2;
5. Прототипирование беспроводной аналоговой SDR-системы связи на платформе -USRP в среде LabVIEW-NI;
6. Прототипирование беспроводной цифровой SDR-системы связи на платформе -USRP в среде LabVIEW-NI.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Исследование аналоговой SDR-системы связи на базе ПО GNU Radio и платформе RTL-SDR (RTL2832)
2. Проектирование защищенной SDR-системы связи на базе ПО GNU Radio и платформе RTL-SDR (RTL2832)
3. Проектирование защищенной SDR-системы на базе ПО Matlab-Simulink и платформе AD9363 ADALM-Pluto 2
4. Проектирование защищенной SDR-системы на базе ПО LabVIEW-NI и платформе NI USRP

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;

Согласована на портале № 80619

– 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;

Согласована на портале № 80619

– 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

Согласована на портале № 80619