**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

# СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ ДИАПАЗОНА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы беспроводной связи и "Интернета вещей"**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 26 | 26 | часов |
| Практические занятия | 10 | 10 | часов |
| Лабораторные занятия | 20 | 20 | часов |
| Самостоятельная работа | 88 | 88 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 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 № 69833

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью учебной дисциплины "Системы и устройства автоматизированного проектирования СВЧ диапазона" является освоение общих принципов построения и функционирования СВЧ устройств, этапов расчета и проектирования узлов, методов расчета характеристик этих узлов, а также вопросов их проектирования с помощью современных программ САПР.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Задачами изучения дисциплины являются: освоение методов моделирования элементов СВЧ узлов и устройств, овладение навыками работы с современными программами автоматизированного проектирования, приобретение опыта работы с современными измерительными приборами.

2. В результате изучения настоящей дисциплины у студентов должны сформироваться1. знания, умения и навыки, позволяющие проводить анализ, расчет и проектирование активных и пассивных СВЧ устройств.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: ФТД. Факультативные дисциплины.

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Факультативные дисциплины (модули), устанавливаемые выпускающей кафедрой.

Индекс дисциплины: ФТД.В.02.02.

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 № 69833

| | | |
|---|---|---|
| ПК-3. Способен проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | ПК-3.1. Знает методы и приемы расчетов по проектам беспроводных сетей связи | Знает методы расчета беспроводных сетей связи |
| | ПК-3.2. Умеет анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений построения беспроводных систем связи | Умеет анализировать проектные решения построения беспроводных систем связи |
| | ПК-3.3. Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации для построения беспроводных сисетм связи | Владеет навыками сбора исходных данных для построения беспроводных систем связи |

## 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 4 зачетных единиц, 144 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** | 56 | 56 |
| Лекционные занятия | 26 | 26 |
| Практические занятия | 10 | 10 |
| Лабораторные занятия | 20 | 20 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 88 | 88 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 15 | 15 |
| Выполнение практического задания | 6 | 6 |
| Подготовка к тестированию | 10 | 10 |
| Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию | 11 | 11 |
| Выполнение индивидуального задания | 16 | 16 |
| Написание отчета по индивидуальному заданию | 15 | 15 |
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 5 | 5 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | 5 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 5 | 5 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 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.

Согласована на портале № 69833

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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | | | |
| 1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. S-параметры их связь с другими параметрами | 4 | 2 | - | 20 | 26 | ПК-3 |
| 2 Пассивные СВЧ элементы и их модели | 4 | - | - | 6 | 10 | ПК-3 |
| 3 Активные СВЧ элементы и их модели | 6 | 2 | 8 | 24 | 40 | ПК-3 |
| 4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры. | 6 | 2 | 8 | 20 | 36 | ПК-3 |
| 5 СВЧ усилители. | 3 | 2 | - | 8 | 13 | ПК-3 |
| 6 Радиоприемные СВЧ тракты. | 3 | 2 | 4 | 10 | 19 | ПК-3 |
| Итого за семестр | 26 | 10 | 20 | 88 | 144 | |
| Итого | 26 | 10 | 20 | 88 | 144 | |

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. S-параметры их связь с другими параметрами | Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения СВЧ устройств. Взаимосвязь S-параметров с Y,Z, A,H-параметрами. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Пассивные СВЧ элементы и их модели | Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Активные СВЧ элементы и их модели | Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах САПР. | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 69833

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры. | Пассивные СВЧ устройства: делители, сумматоры, аттенюаторы, направленные ответвители. Основные параметры и методики расчета. Назначение согласующих цепей и их представление с помощью L, C-элементов и микрополосковых линий. СВЧ фильтры и их основные характеристики. Особенности проектирования с помощью программ САПР, с применением программ электро-магнитного анализа. | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 5 СВЧ усилители. | Особенности расчета и проектирования МШУ. Расчет основных характеристик (коэффициент усиления, коэффициент шума, динамических параметров IP3 и IP2 ) с помощью САПР. | 3 | ПК-3 |
| | Итого | 3 | |
| 6 Радиоприемные СВЧ тракты. | Особенности построения СВЧ приемных трактов. Динамический диапазон и способы его определения с помощью САПР. | 3 | ПК-3 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 26 | |
| Итого | | 26 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | |
| 1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. S-параметры их связь с другими параметрами | Расчет частотных характеристик СВЧ четырехполюсников. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Активные СВЧ элементы и их модели | Определение параметров эквивалентных моделей СВЧ транзисторов. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры. | Расчет СВЧ полосового фильтра. Расчет синфазного и квадратурного делителя. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 5 СВЧ усилители. | Расчет динамического диапазона СВЧ усилителя. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 69833

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Радиоприемные СВЧ тракты. | Расчет частотных и динамических параметров СВЧ приемного тракта. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 10 | |
| Итого | | 10 | |

### 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** | | | |
| 3 Активные СВЧ элементы и их модели | Моделирование частотных характеристик СВЧ биполярного транзистора с помощью САПР СВЧ. | 4 | ПК-3 |
| | Моделирование частотных характеристик СВЧ полевого транзистора с помощью САПР СВЧ. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 8 | |
| 4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры. | Моделирование СВЧ полосового фильтра | 4 | ПК-3 |
| | Моделирование СВЧ делителей-сумматоров с помощью САПР СВЧ. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 8 | |
| 6 Радиоприемные СВЧ тракты. | Определение динамических характеристик СВЧ супергетеродинного приемного тракта. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 20 | |
| Итого | | 20 | |

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 69833

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. S-параметры их связь с другими параметрами | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение практического задания | 4 | ПК-3 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию | 2 | ПК-3 | Защита отчета по индивидуальному заданию |
| | Выполнение индивидуального задания | 4 | ПК-3 | Индивидуальное задание |
| | Написание отчета по индивидуальному заданию | 4 | ПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию |
| | Итого | 20 | | |
| 2 Пассивные СВЧ элементы и их модели | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Выполнение практического задания | 2 | ПК-3 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 3 Активные СВЧ элементы и их модели | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию | 4 | ПК-3 | Защита отчета по индивидуальному заданию |
| | Выполнение индивидуального задания | 4 | ПК-3 | Индивидуальное задание |
| | Написание отчета по индивидуальному заданию | 4 | ПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ПК-3 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 2 | ПК-3 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 24 | | |

Согласована на портале № 69833

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию | 2 | ПК-3 | Защита отчета по индивидуальному заданию |
| | Выполнение индивидуального задания | 4 | ПК-3 | Индивидуальное задание |
| | Написание отчета по индивидуальному заданию | 4 | ПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ПК-3 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 2 | ПК-3 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 20 | | |
| 5 СВЧ усилители. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию | 2 | ПК-3 | Защита отчета по индивидуальному заданию |
| | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПК-3 | Индивидуальное задание |
| | Написание отчета по индивидуальному заданию | 1 | ПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |

Согласована на портале № 69833

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6 Радиоприемные СВЧ тракты. | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию | 1 | ПК-3 | Защита отчета по индивидуальному заданию |
| | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПК-3 | Индивидуальное задание |
| | Написание отчета по индивидуальному заданию | 2 | ПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-3 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ПК-3 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 1 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ПК-3 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 88 | | |
| Итого | | 88 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Защита отчета по индивидуальному заданию, Защита отчета по лабораторной работе, Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Практическое задание, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 69833

| 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** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 0 | 0 | 20 | 20 |
| Защита отчета по лабораторной работе | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Защита отчета по индивидуальному заданию | 2 | 4 | 6 | 12 |
| Индивидуальное задание | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Отчет по индивидуальному заданию | 2 | 4 | 4 | 10 |
| Лабораторная работа | 3 | 3 | 4 | 10 |
| Практическое задание | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Тестирование | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Отчет по лабораторной работе | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Итого максимум за период | 23 | 27 | 50 | 100 |
| Нарастающим итогом | 23 | 50 | 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

Согласована на портале № 69833

1. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Конспект лекций / Г. Н. Глазов - 2012. 246 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1108.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office. Под ред. В.Д. Разевига.- М. Солон-Пресс, 2003,-496с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.).
2. Машинное проектирование СВЧ устройств: Пер. с англ./ К.Гупта, Р. Гарж, Р.Чадха. М.: Радио и связь, 1987.-428с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.).
3. Компьютерное моделирование процессов в РЭС: Учебное пособие / М. Н. Романовский - 2016. 101 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5916.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и устройства СВЧ. Микроволновые антенны и устройства СВЧ : Лабораторный практикум / А. С. Шостак, И. И. Горелкин, В. П. Зайцев - 2018. 54 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7266.
2. Измерение СВЧ устройств и интегральных схем: Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ и практических занятий, указания по организации самостоятельной работы студентов / А. Н. Сычев - 2018. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8700.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория "Цифровая связь": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения

Согласована на портале № 69833

занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Keysight Advanced Design System (ADS);
- Keysight SystemVue;
- Microsoft Office 2010 и ниже;
- Qucs;

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

Учебная аудитория "Цифровая связь": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Keysight Advanced Design System (ADS);
- Keysight SystemVue;
- Microsoft Office 2010 и ниже;
- Microsoft Windows 8.1;
- 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

Согласована на портале № 69833

**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 Основные понятия и определения СВЧ устройств. S-параметры их связь с другими параметрами | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Защита отчета по индивидуальному заданию | Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Отчет по индивидуальному заданию | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Пассивные СВЧ элементы и их модели | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 69833

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Активные СВЧ элементы и их модели | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Защита отчета по индивидуальному заданию | Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Отчет по индивидуальному заданию | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 4 СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры. | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Защита отчета по индивидуальному заданию | Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Отчет по индивидуальному заданию | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

Согласована на портале № 69833

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 СВЧ усилители. | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Защита отчета по индивидуальному заданию | Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Отчет по индивидуальному заданию | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Радиоприемные СВЧ тракты. | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Защита отчета по индивидуальному заданию | Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Отчет по индивидуальному заданию | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

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 |

Согласована на портале № 69833

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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<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. Модуль S22 это:
   а) прямой коэффициент передачи;
   б) обратный коэффициент передачи;
   в) коэффициент отражения по выходу;
   г) коэффициент отражения по входу.
2. Модуль S12 это:
   а) прямой коэффициент передачи;
   б) обратный коэффициент передачи;
   в) коэффициент отражения по выходу;

Согласована на портале № 69833

г) коэффициент отражения по входу.

3. Модуль S11 это:
   а) прямой коэффициент передачи;
   б) обратный коэффициент передачи;
   в) коэффициент отражения по выходу;
   г) коэффициент отражения по входу.
4. Модуль S21 это:
   а) прямой коэффициент передачи;
   б) обратный коэффициент передачи;
   в) коэффициент отражения по выходу;
   г) коэффициент отражения по входу.
5. Граничная частота fT определяется как частота, на которой:
   а) модуль S21 равен нулю;
   б) модуль Y21 равен единице;
   в) модуль H21 равен единице;
   г) модуль Z21 равен единице.
6. Коэффициент устойчивости "k"должен быть :
   а) больше 0:
   б) больше 0, но меньше 1;
   в) больше 2;
   г) больше 1.
7. Порядок электрической цепи определяется:
   а) числом L элементов;
   б) числом C элементов;
   в) числом R,L,C элементов;
   г) числом L,C элементов.
8. В каком режиме работы усилителя угол отсечки меньше 90 градусов:
   а) в классе B;
   б) в классе AB;
   в) в классе A;
   г) в классе C.
9. Зеркальный канал отстоит от основного сигнала:
   а) на 1 промежуточную частоту;
   б) на 2 промежуточные частоты;
   в) на 3 промежуточные частоты;
   г) на 4 промежуточные частоты;
10. Какой метод используется в САПР СВЧ:
    а) метод рядов Вольтерра;
    б) метод степенного полинома;
    в) метод гармонического баланса;
    г) метод угла отсечки.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Как определить входное и выходное сопротивление транзистора через S-параметры.
2. Основные схемы построения СВЧ приемных устройств.
3. Основные нелинейные искажения СВЧ усилителей.
4. Физический смысл S-параметров.
5. Фазовый метод подавления зеркального канала.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий

1. Линейные и нелинейные модели биполярных транзисторов.
2. Основные схемы СВЧ усилителей.
3. Как определяется динамический диапазон приемного тракта.
4. Как определяется емкость затвор-исток полевого транзистора.
5. Основные критерии нелинейных искажений.

Согласована на портале № 69833

### 9.1.4. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Расчет основных характеристик СВЧ усилителя .
2. Расчет основных характеристик СВЧ фильтра .
3. Определение элементов линейных эквивалентных моделей транзисторов.
4. Расчет динамического диапазона СВЧ приемного тракта.
5. Расчет согласующих цепей.

.

### 9.1.5. Темы практических заданий

1. Взаимосвязь S-параметров с классическими параметрами 4-х полюсников.
2. Модели биполярных СВЧ транзисторов.
3. Модели полевых СВЧ транзисторов.
4. СВЧ делители-сумматоры.
5. СВЧ приемный тракт.

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

1. Как определить коэффициент прямоугольности АЧХ полосового фильтра.
2. Какими каскадами определяется коэффициент шума приемного тракта.
3. Как определяется точка IP3 многокаскадного тракта.
4. Чему равно дифференциальное сопротивление эмиттера.
5. Какие достоинства и недостатки синфазного делителя.

### 9.1.7. Темы лабораторных работ

1. Моделирование частотных характеристик СВЧ биполярного транзистора с помощью САПР СВЧ.
2. Моделирование частотных характеристик СВЧ полевого транзистора с помощью САПР СВЧ.
3. Моделирование СВЧ полосового фильтра
4. Моделирование СВЧ делителей-сумматоров с помощью САПР СВЧ.
5. Определение динамических характеристик СВЧ супергетеродинного приемного тракта.

### 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.

Согласована на портале № 69833

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;

Согласована на портале № 69833

– 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 № 69833

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

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

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТОР | Я.В. Крюков | Согласовано, c2550210-7b25-4114-bb78-df4c7513eecf |
| Старший преподаватель, каф. ТОР | Д.Ю. Пелявин | Согласовано, 7cc8b64f-c195-4b19-9449-1e0dda376c70 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ТОР | В.Д. Дмитриев | Разработано, 958443a0-e961-4d1a-8ee1-f051547f2df6 |

Согласована на портале № 69833