**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Твердотельные приемопередающие СВЧ модули

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 36 | 36 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 70 | 70 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 74 | 74 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е. |

Экзамен: 2 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 38268

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от « 3 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
доцент каф. РСС _____ А. А. Трубачев

Заведующий обеспечивающей каф.
РСС _____ А. В. Фатеев

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.
РСС _____ А. В. Фатеев

Эксперты:

Заведующий кафедрой радиоэлектроники и систем связи (РСС) _____ А. В. Фатеев

Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС) _____ Ю. В. Зеленецкая

Согласована на портале № 38268

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Подготовка магистров в области разработки твердотельных приемопередающих устройств СВЧ диапазона с использованием современных методик исследования и проектирования СВЧ-диапазона.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Получение необходимых знаний по типовым структурным схемам приемопередающих модулей.

– Получение необходимых знаний по методам расчёта параметров и характеристик приемопередающих устройств микроволнового диапазона, по основам их проектирования.

– Приобретение навыков работы с пакетом программ автоматизированного проектирования типа ADS и AWR.

– Получение знаний по методам измерения основных характеристик приемопередающих модулей.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Твердотельные приемопередающие СВЧ модули» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Микроволновая радиометрия, Микроволновая техника.

Последующими дисциплинами являются: Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем, Научно-исследовательская работа (рассред.).

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

– ПК-5 готовностью к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы функционирования и типовые схемы различных видов приемопередающих модулей СВЧ диапазона.

– **уметь** пользоваться справочными данными при проектировании твердотельных приемопередающих устройств. Собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров СВЧ модулей. Представить результаты исследований в виде отчета, научной публикации, доклада и заявки на патент.

– **владеть** Навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой. Владеть навыками работы со средствами автоматизированного проектирования устройств СВЧ.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 70 | 70 |
| Лекции | 36 | 36 |
| Практические занятия | 18 | 18 |

Согласована на портале № 38268

| | | |
|---|---|---|
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 74 | 74 |
| Выполнение домашних заданий | 8 | 8 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 16 | 16 |
| Подготовка к лабораторным работам | 8 | 8 |
| Проработка лекционного материала | 18 | 18 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 24 | 24 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы | 5.0 | 5.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | | | |
| 1 Основы анализа и синтеза твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | 4 | 4 | 0 | 8 | 16 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| 2 Одноканальные приемопередающие СВЧ модули | 8 | 6 | 0 | 20 | 34 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| 3 Многоканальные приемопередающие СВЧ модули | 8 | 4 | 0 | 12 | 24 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| 4 Методы контроля и измерения параметров СВЧ модулей | 8 | 0 | 8 | 14 | 30 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| 5 Применение твердотельных приемопередающих СВЧ модулей | 8 | 4 | 8 | 20 | 40 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| Итого за семестр | 36 | 18 | 16 | 74 | 144 | |
| Итого | 36 | 18 | 16 | 74 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (по лекциям) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |

Согласована на портале № 38268

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Основы анализа и синтеза твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | Изучение методов анализа приемопередающих устройств. Основные параметры и характеристики СВЧ модулей. Современная элементная база СВЧ диапазона. Методы синтеза приемопередающих устройств. | 4 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Одноканальные приемопередающие СВЧ модули | Типовые структурные схемы одноканальных твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. Параметры и характеристики основных функциональных узлов приемопередающих модулей и их влияние на параметры устройства. | 8 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Многоканальные приемопередающие СВЧ модули | Типовые структурные схемы многоканальных твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. Параметры и характеристики основных функциональных узлов приемопередающих модулей и их влияние на параметры устройства. | 8 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Методы контроля и измерения параметров СВЧ модулей | Контольно-измерительная аппаратура для измерения параметров приемопередающих СВЧ модулей. Методы и алгоритмы измерения параметров СВЧ модулей. | 8 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 5 Применение твердотельных приемопередающих СВЧ модулей | Способы и примеры применения твердотельных приемопередающих модулей СВЧ диапазона в системах связи. Современные стандарты систем передачи данных. Применение приемопередающих СВЧ модулей в радиолокации. | 8 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 36 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | |
| 1 Микроволновая радиометрия | + | + | | | |
| 2 Микроволновая техника | + | | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем | | | | | + |
| 2 Научно-исследовательская работа (рас- | | | | + | |

Согласована на портале № 38268

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| сред.) | | | | | |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-4 | + | + | + | + | Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ПК-4 | + | + | + | + | Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ПК-5 | + | + | + | + | Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 4 Методы контроля и измерения параметров СВЧ модулей | Исследование методов измерения параметров приемопередающих СВЧ модулей при помощи контрольно-измерительного оборудования. | 8 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 5 Применение твердотельных приемопередающих СВЧ модулей | Исследование характеристик приемопередающих СВЧ модулей и их влияния на параметры системы передачи данных. | 8 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 38268

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Основы анализа и синтеза твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | Расчёт параметров приемопередающих модулей для различных систем | 4 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Одноканальные приемопередающие СВЧ модули | Расчёт параметров и моделирование характеристик приемопередающих СВЧ модулей при помощи САПР. | 6 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Многоканальные приемопередающие СВЧ модули | Расчёт параметров и моделирование характеристик многоканальных приемопередающих СВЧ модулей при помощи САПР. | 4 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Применение твердотельных приемопередающих СВЧ модулей | Расчёт параметров и моделирование характеристик систем передачи данных с использованием приемопередающих СВЧ модулей при помощи САПР. | 4 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Основы анализа и синтеза твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 | Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 2 Одноканальные приемопередающие СВЧ модули | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 | Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |

Согласована на портале № 38268

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Выполнение домашних заданий | 8 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Многоканальные приемопередающие СВЧ модули | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 | Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 4 Методы контроля и измерения параметров СВЧ модулей | Проработка лекционного материала | 2 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 | Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 5 Применение твердотельных приемопередающих СВЧ модулей | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-4, ПК-4, ПК-5 | Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Подготовка к лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 20 | | |
| Итого за семестр | | 74 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 110 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 10 | | | 10 |
| Отчет по лабораторной работе | 15 | | 15 | 30 |
| Тест | 10 | 10 | 10 | 30 |

Согласована на портале № 38268

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Итого максимум за период | 35 | 10 | 25 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 35 | 45 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | 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) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Прием и обработка сигналов. Часть 1 [Электронный ресурс]: Курс лекций / А. С. Шостак - 2012. 161 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1220 (дата обращения: 09.07.2018).

2. Формирование и передача сигнала [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / А. С. Шостак - 2018. 110 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7275 (дата обращения: 09.07.2018).

3. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. П. Денисов, Б. П. Дудко - 2012. 334 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664 (дата обращения: 09.07.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ [Электронный ресурс]: Конспект лекций / Г. Н. Глазов - 2012. 246 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1108 (дата обращения: 09.07.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование канала радиосвязи на базе приемо-передающего комплекса National

Согласована на портале № 38268

Instruments USRP-2920 [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Э. В. Семенов - 2017. 19 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7600 (дата обращения: 09.07.2018).

2. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторным работам / Г. Н. Глазов, В. Н. Ульянов - 2010. 16 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1109 (дата обращения: 09.07.2018).

### 12.3.2. 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.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных, приведённые по адресу https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

### 13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Согласована на портале № 38268

- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– AWR Design Environment
– Adobe Acrobat Reader
– Google Chrome
– Mathworks Matlab
– Micran Graphit
– Microsoft Windows
– Tracker PDF-XChange Viewer
– WinDjView

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments"

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой АРРА 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– AWR Design Environment

**13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;

Согласована на портале № 38268

- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 13.2. 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 зрениями** 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.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

Выберите верное определение коэффициента шума?

а) коэффициент, описывающий уменьшение соотношения сигнал/шум на выходе относительно входного

б) безразмерная величина, равная отношению мощности полезного сигнала к мощности шума

в) мощность шума, приведённая к полосе в 1 Гц

Выберите верное определение точки однодецибельной компрессии?

а) мощность, при которой коэффициент передачи устройства уменьшается на 1 дБ

б) мощность, при которой коэффициент передачи устройства увеличиваетсяна 1 дБ

в) мощность, при которой коэффициент передачи устройства становится равным 1 дБ

Какое входное сопротивление имеют приемопередающие модули СВЧ диапазона?

а) 75 Ом

б) 50 Ом

в) 600 Ом

Выберите верное определение точки интермодуляции третьего порядка?

Согласована на портале № 38268

а) гипотетическая точка на амплитудной характеристике устройства, в которой величина интермодуляционных продуктов третьего порядка на выходе устройства, равна величине основного сигнала.

б) гипотетическая точка на амплитудной характеристике устройства, в которой величина интермодуляционных продуктов третьего порядка на выходе устройства, на 3 дБ выше величины основного сигнала.

в) гипотетическая точка на амплитудной характеристике устройства, в которой величина интермодуляционных продуктов третьего порядка на выходе устройства, на 3 дБ ниже величины основного сигнала.

В каких единицах измеряется фазовый шума генератора?

а) дБ/Гц

б) дБн/Гц

в) дБм/Гц

Как влияют потери во входных цепях приемного тракта на его коэффициент шума?

а) с увеличением потерь коэффициент шума увеличивается

б) с увеличением потерь коэффициент шума уменьшается

в) не влияет

Какой недостаток имеет супергетеродинный способ приема сигнала?

а) побочные каналы приёма

б) низкая чувствительность

в) низкая избирательность

Как влияет развязка между приемным и передающим каналами на динамический диапазон модуля?

а) с увеличением развязки динамический диапазон увеличивается

б) с увеличением развязки динамический диапазон уменьшается

в) не влияет

При помощи каких устройств можно разделить приёмный и передающий каналы в модуле?

а) циркулятор

б) диплексер

в) направленный ответвитель

Как влияет согласование антенны и выхода передатчика на параметры выходной мощности?

а) при ухудшении согласования выходная мощность возрастает

б) при ухудшении согласования выходная мощность уменьшается

в) не влияет

Как влияет количество приемных каналов на скорость передачи данных при неизменном количестве передающих в системе MIMO?

а) с увеличением количества каналов скорость возрастает

б) с увеличением количества каналов скорость уменьшается

в) не влияет

Как влияет количество передающих каналов на скорость передачи данных при неизменном количестве приемных в системе MIMO?

а) с увеличением количества каналов скорость возрастает

б) с увеличением количества каналов скорость уменьшается

в) не влияет

Какой из перечисленных видов модуляции занимает наименьшую полосу частот при одинаковой скорости передачи данных?

а) BSK

б) QPSK

в) QAM-64

Как влияет соотношение сигнал/шум на коэффициент битовых ошибок (BER) при прочих равных параметрах?

а) с увеличением соотношения сигнал/шум увеличивается BER

б) с увеличением соотношения сигнал/шум уменьшается BER

в) не влияет

Согласована на портале № 38268

Что из перечисленного в векторном анализаторе цепей служит для разделения падающих и отражённых волн?

а) вентиль

б) направленный ответвитель

в) направленный мост

Что из перечисленного можно измерить при помощи анализатора спектра?

а) спектральную плотность мощности сигнала

б) спектр сигнала

в) динамический диапазон

Как влияет количество приемных каналов на точность определения параметров обнаруживаемого объекта в радиолокации в системе с ФАР?

а) с увеличением количества каналов увеличивается точность определения дальности

б) с увеличением количества каналов увеличивается точность определения азимута

в) с увеличением количества каналов уменьшается точность определения дальности

Как связаны полоса занимаемая сигналом с точностью определения параметров обнаруживаемого объекта в радиолокации?

а) чем шире полоса, тем точнее можно определить дальность до объекта

б) чем шире полоса, тем точнее можно определить азимут объекта

в) чем уже полоса, тем точнее можно определить угол места до объекта

К какому типу относится система с АФАР?

а) SIMO

б) MISO

в) MIMO

За счёт чего происходит электронное сканирование луча в системах с АФАР?

а) изменение фазы сигнала в каждом отдельном канале

б) изменение амплитуды сигнала в каждом отдельном канале

в) изменение амплитуды и фазы в каждом отдельном канале

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Основные параметры и характеристики СВЧ модулей.
2. Основные параметры СВЧ усилителей и их влияние на характеристики модулей.
3. Основные параметры СВЧ смесителей и их влияние на характеристики модулей.
4. Основные параметры СВЧ фильтров и их влияние на характеристики модулей.
5. Влияние характеристик антенны на параметры СВЧ модуля.
6. Структурная схема одноканального приемопередающего модуля, работающего на одну антенну. Основные параметры и характеристики.
7. Структурная схема одноканального приемопередающего модуля, работающего на две антенну. Основные параметры и характеристики.
8. Приемопередающий модуль типа SIMO. Основные достоинства и недостатки.
9. Приемопередающий модуль типа MIMO. Основные достоинства и недостатки.
10. Методы измерения коэффициента шума приемного тракта.
11. Методы измерения характеристик передающего тракта.
12. Влияние развязки между приемными и передающими каналами на параметры системы передачи данных.
13. Фазовый шум генератора и его влияние на характеристики приемопередающего модуля.
14. Битовый коэффициент ошибок в системах передачи данных.
15. MIMO системы передачи данных.
16. MIMO системы в радиолокации.
17. Основные виды модуляции, применяемые в системах связи.
18. Основные виды модуляции, применяемые в радиолокации.
19. Типовые структурные схемы приемопередающих модулей системы с ФАР.
20. Типовые структурные схемы приемопередающих модулей системы с АФАР.

### 14.1.3. Темы домашних заданий

Расчёт и моделирование основных узлов структурной схемы одноканальных твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. Расчёт чувствительности приёмного тракта супергетеродинного

Согласована на портале № 38268

типа по заданным характеристикам.

### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование методов измерения параметров приемопередающих СВЧ модулей при помощи контрольно-измерительного оборудования.

Исследование характеристик приемопередающих СВЧ модулей и их влияния на параметры системы передачи данных.

## 14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

## 14.3. 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 № 38268

– 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 № 38268