**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

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Моделирование элементов и устройств радиосвязи (ГПО-3.2)

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 16 | 16 | часов |
| 2 | Практические занятия | 22 | 22 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 38 | 38 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 70 | 70 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 6 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е. |

Зачет: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 33038

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 14 от «19» 6 2018 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. ТОР | _____ | В. Д. Дмитриев |
| Заведующий обеспечивающей каф. ТОР | _____ | А. А. Гельцер |

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан РТФ | _____ | К. Ю. Попова |
| Заведующий выпускающей каф. ТОР | _____ | А. А. Гельцер |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. ТОР | _____ | С. И. Богомолов |
| Заведующий кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) | _____ | А. А. Гельцер |

Согласована на портале № 33038

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью учебной дисциплины «Моделирование элементов и устройств радиосвязи (ГПО-3)» в рамках группового проектного обучения является практическое закрепление знаний и навыков проектной, научно-исследовательской и организационной деятельности в рамках профессиональных задач по направлению подготовки обучающегося.

### 1.2. Задачи дисциплины

– – Задачами изучения дисциплины являются:
– освоение методов моделирования элементов телекоммуникационных систем и сетей,
– овладение навыками работы с современными программами автоматизированного проектирования,
– приобретение опыта работы с современными измерительными приборами.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование элементов и устройств радиосвязи (ГПО-3.2)» (Б1.В.ДВ.6.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Расчет элементов и устройств радиосвязи, Расчет элементов и устройств радиосвязи (ГПО-2), Схемотехника телекоммуникационных устройств, Физические основы радиосвязи (ГПО-1), Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование компонентов инфокоммуникационных систем (ГПО-4.1), Автоматизированное проектирование компонентов инфокоммуникационных систем (ГПО-4.2), Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию;
– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** цели и задачи группового проектного обучения; основы проектной деятельности; индивидуальные задачи в рамках ГПО;
– **уметь** работать в составе проектной группы при реализации проектов; практически использовать знания и навыки в рамках профессиональной деятельности;
– **владеть** профессиональными навыками решения индивидуальных задач при выполнении проекта.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 38 | 38 |
| Лекции | 16 | 16 |
| Практические занятия | 22 | 22 |
| Самостоятельная работа (всего) | 70 | 70 |
| Выполнение расчетных работ | 14 | 14 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | 8 |
| Проработка лекционного материала | 14 | 14 |

Согласована на портале № 33038

| | | |
|---|---|---|
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 20 | 20 |
| Подготовка и написание отчета по практике | 10 | 10 |
| Представление отчета по практике к защите | 4 | 4 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость, ч | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы | 3.0 | 3.0 |

## 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 | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | | |
| 1 Определение целей и задач этапа проекта | 2 | 0 | 4 | 6 | ОК-7, ПК-7 |
| 2 Разработка (актуализация) технического задания этапа проекта | 5 | 0 | 0 | 5 | ОК-7, ПК-7 |
| 3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта | 3 | 0 | 22 | 25 | ОК-7, ПК-7 |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта | 3 | 20 | 30 | 53 | ОК-7, ПК-7 |
| 5 Составление отчета | 3 | 0 | 10 | 13 | ОК-7, ПК-7 |
| 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта | 0 | 2 | 4 | 6 | ОК-7, ПК-7 |
| Итого за семестр | 16 | 22 | 70 | 108 | |
| Итого | 16 | 22 | 70 | 108 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 1 Определение целей и задач этапа проекта | Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения СВЧ устройств. | 2 | ОК-7, ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Разработка (актуализация) технического задания | Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Модели реальных элементов. | 5 | ОК-7, ПК-7 |

Согласована на портале № 33038

| | | | |
|---|---|---|---|
| этапа проекта | Представление с помощью волновых параметров рассеяния ( S- параметров).Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах САПР. Эмпирические модели биполярных и полевых транзисторов. Методы определения параметров линейных и нелинейных моделей на основе S-параметров и вольт-амперных характеристик.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. | | |
| | Итого | 5 | |
| 3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта | Особенности расчета и проектирования МШУ. Коэффициент шума, условия согласования на минимум коэффициента шума. . Расчет основных характеристик(коэффициент усиления, коэффициент шума, динамических параметров IP3 и IP2 ) с помощью САПР.Основные режимы работы СВЧ усилителей мощности: классы А, АВ, В и С. Коэффициентлезного действия, особенности расчета выходных цепей на максимальную мощность. Основные нелинейные искажения: сжатие коэффициента передачи, амплитудно-фазовая конверсия, интермодуляционные искажения. . | 3 | ОК-7, ПК-7 |
| | Итого | 3 | |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта | Основные схемы СВЧ усилителей.Область применения, основные характеристики: коэффициент преобразования, зеркальный канал. СВЧ смесители на диодах и транзисторах. Балансные и кольцевые смесители. Фазовый метод подавления зеркального канала. | 3 | ОК-7, ПК-7 |
| | Итого | 3 | |
| 5 Составление отчета | Особенно-сти построения СВЧ приемных трактов. Динами-ческий диапазон и способы его определения с по-мощью САПР. Особенности построения СВЧ пере-дающих трактов и возможности расчета основныххарактеристик. | 3 | ОК-7, ПК-7 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

**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.

Согласована на портале № 33038

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 | 6 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | |
| 1 Расчет элементов и устройств радиосвязи | + | + | + | + | + | + |
| 2 Расчет элементов и устройств радиосвязи (ГПО-2) | + | + | + | + | + | + |
| 3 Схемотехника телекоммуникационных устройств | + | + | + | + | + | |
| 4 Физические основы радиосвязи (ГПО-1) | + | + | + | + | + | + |
| 5 Электроника | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | |
| 1 Автоматизированное проектирование компонентов инфокоммуникационных систем (ГПО-4.1) | + | + | + | + | + | + |
| 2 Автоматизированное проектирование компонентов инфокоммуникационных систем (ГПО-4.2) | + | + | + | + | + | + |
| 3 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | + | + | + | + | + | + |
| 4 Преддипломная практика | + | + | + | + | + | + |

**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. | Сам. раб. | |
| ОК-7 | + | + | + | Отчет по ГПО, Зачет, Тест |
| ПК-7 | + | + | + | Защита отчета, Отчет по ГПО, Зачет, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 33038

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта | Определение элементов линейных эквивалентных моделей биполярных и полевых транзисторов. Расчет СВЧ фильтров (ФНЧ. ФВЧ, ППФ) и согласующих цепей.Расчет СВЧ усилителей на основе S-параметров и линейных эквивалентных моделей.Выбор нелинейных моделей биполярных и полевых транзисторов. Расчет основных энергетических параметров СВЧ усилителей мощности.Расчет динамических характеристик СВЧ приемного тракта | 20 | ОК-7, ПК-7 |
| | Итого | 20 | |
| 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта | Защита проекта ГПО в соответствии с индивидуальным заданием. | 2 | ОК-7, ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 22 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| 1 Определение целей и задач этапа проекта | Проработка лекционного материала | 4 | ОК-7, ПК-7 | Зачет, Отчет по ГПО, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 20 | ОК-7, ПК-7 | Зачет, Отчет по ГПО, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 22 | | |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта | Проработка лекционного материала | 8 | ОК-7, ПК-7 | Зачет, Отчет по ГПО, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Выполнение расчетных | 14 | | |

Согласована на портале № 33038

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | работ | | | |
| | Итого | 30 | | |
| 5 Составление отчета | Подготовка и написание отчета по практике | 10 | ОК-7, ПК-7 | Отчет по ГПО, Тест |
| | Итого | 10 | | |
| 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта | Представление отчета по практике к защите | 4 | ПК-7 | Зачет, Защита отчета, Отчет по ГПО, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| Итого за семестр | | 70 | | |
| Итого | | 70 | | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| Зачет | | | 30 | 30 |
| Защита отчета | | | 24 | 24 |
| Отчет по ГПО | 6 | 8 | 12 | 26 |
| Тест | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Итого максимум за период | 11 | 13 | 76 | 100 |
| Нарастающим итогом | 11 | 24 | 100 | 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) |

Согласована на портале № 33038

| | | |
|---|---|---|
| 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. Дмитриев Е.Е.Основы моделирования в Microwave Office 2009.[Электронный ресурс]:-2011,176с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.eurointech.ru/products/AWR/Dmitriev_mwo_2009_1.pdf (дата обращения: 04.07.2018).
2. Компьютерное моделирование процессов в РЭС: Учебное пособие / Романовский М. Н. - 2016. 101 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5916 (дата обращения: 04.07.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. 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.)
2. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ: Конспект лекций / Глазов Г. Н. - 2012. 246 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1108 (дата обращения: 04.07.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы / Шибельгут А. А., Дмитриев В. Д., Рогожников Е. В. - 2014. 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4027 (дата обращения: 04.07.2018).
2. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно–методическое пособие к лабораторным работам для студентов радиотехнического факультета 210700 – “Инфокоммуникационные технологии и системы связи” / Рогожников Е. В. - 2014. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4026 (дата обращения: 04.07.2018).
3. Винокуров В. М. Лабораторный практикум "Телекоммуникационные системы": руководство к лабораторным работам по курсам учебного направления "Телекоммуникации" на радиотехническом факультете Раздел 1: Изучение основополагающих принципов и устройств электронной ТФОП. -Томск : ТУСУР, 2007, - 59 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)
4. Дмитриев В.Д. Определение частотных и динамических характеристик ВЧ и СВЧ устройств. Учебно-методическое пособие по дисциплине ГПО/Томск, Изд-во ТУСУР, 2007г.,-63с (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

#### 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;

Согласована на портале № 33038

– 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. 1. Библиографическая база данных научных публикаций российских учёных – https://elibrary.ru;

2. 2. Фонд перспективных исследований – http://fpi.gov.ru/.

## 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 аудитория «Цифровая связь» основана совместно с Keysight Technologies

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5;
- Доска магнитно-маркерная Brauberg;
- Отладочные платы DE0-NANO на базе ПЛИС Altera Cyclone IV (4 шт.);
- Отладочные платы DE0-CV-board на базе ПЛИС Cyclone V (6 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Keysight Advanced Design System (ADS)

– Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)

– Keysight SystemVue

#### 13.1.3. 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.;
- 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:

Согласована на портале № 33038

- 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

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций проводится защита отчетов перед аттестационно-экспертной комиссией.

1) Модуль S22 это:
а) прямой коэффициент передачи;
б) обратный коэффициент передачи;
в) коэффициент отражения по выходу;
г) коэффициент отражения по входу.
2) 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.
3) Коэффициент шума многокаскадного СВЧ усилителя в первую очередь определяется:
а) выходными каскадами;
б) всеми каскадами;
в) входными каскадами;
г) средними каскадами.
4) Граничная частота fT для полевых СВЧ транзисторов в первую очередь определяется следующими параметрами эквивалентной модели:
а) крутизной и емкостью сток-исток;
б) сопротивлением затвора и емкостью затвор-исток;
в) выходной проводимостью и емкостью затвор-сток;
г) крутизной и емкостью затвор-исток.
5) Динамический диапазон приемного СВЧ тракта при увеличении коэффициента передачи

Согласована на портале № 33038

и полосы пропускания:
а) увеличится;
б) уменьшится;
в) не изменится;
г) не зависит от полосы пропускания, а уменьшится от увеличения коэффициента передачи.
6) Уровень нелинейных искажений приемного тракта в первую очередь определяется:
а) входными каскадами;
б) всеми каскадами;
в) выходными каскадами;
г) средними каскадами.
7) Увеличение ширины микрополосковой линии(МПЛ) приводит к:
а) увеличению волнового сопротивления;
б) уменьшению волнового сопротивления;
в) не влияет на волновое сопротивление;
г) в зависимости от толщины диэлектрической подложки может увеличивать волновое сопротивление, а может уменьшать.
8) Коэффициент устойчивости "k" для активного четырехполюсника должен быть :
а) больше 0:
б) больше 0, но меньше 1;
в) больше 2;
г) больше 1.
9) Коэффициент преобразования смесителя определяется как отношение мощностей:
а) сигнала промежуточной частоты к сигналу гетеродина;
б) радиосигнала к сигналу промежуточной частоты;
в) сигнала промежуточной частоты к радиосигналу;
г) радиосигнала к сигналу гетеродина.
10) СВЧ фильтр на встречных стержнях имеет паразитную полосу пропускания:
а) по второй гармонике;
б) по всем четным гармоникам;
в) по нечетным гармоникам;
г) не имеет паразитных полос.
11) Зеркальный канал приемного устройства супергетеродинного типа находится на частоте, отстоящей от основного сигнала :
а) на 1 промежуточную частоту;
2) на 2 промежуточные частоты;
3) на 3 промежуточные частоты;
4) на 4 промежуточные частоты;
12) СВЧ фильтр на полуволновых резонаторах имеет паразитную полосу пропускания:
а) по второй гармонике;
б) по всем четным гармоникам;
в) по нечетным гармоникам;
г) не имеет паразитных полос.
13) Порядок электрической цепи определяется:
а) числом L элементов;
б) числом C элементов;
в) числом R,L,C элементов;
г) числом L,C элементов.
14) Линейным считается режим работы СВЧ усилителя при уменьшении (сжатии) коэффициента передачи на:
а) 3 дБ;
б) 2 дБ;
в) 1 дБ;
г) 0.5 дБ.
15) Отрицательная обратная в СВЧ усилителях используется:

Согласована на портале № 33038

а) для расширения полосы пропускания;
б) для выравнивания коэффициента передачи;
в) для повышения устойчивости;
г) для улучшения всех перечисленных факторов.
16) В каком режиме работы СВЧ усилителя мощности угол отсечки меньше 90 градусов:
а) в классе В;
б) в классе АВ;
в) в классе А;
г) в классе С.
17) Какое сопротивление эквивалентной модели полевого транзистора в большей степени влияет на коэффициент усиления:
а) сопротивление стока;
б) сопротивление затвора;
в) сопротивление затвор-исток;
г) сопротивление истока.
18) Какая из схем включения транзистора имеет самое низкое входное сопротивление в ВЧ и СВЧ диапазоне:
а) схема с общим эмиттером (ОЭ);
б) общим истоком (ОИ);
в) общей базой (ОБ);
г) общим затвором (ОЗ).
19) Какой из методов расчета нелинейных цепей используется в программах САПР СВЧ:
а) метод рядов Вольтерра;
б) метод степенного полинома;
в) метод гармонического баланса;
г) метод угла отсечки
20) Коэффициент полезного действия (PAE) в СВЧ усилителях мощности рассчитывается как:
а) отношение суммарной выходной мощности к мощности постоянного тока;
б) отношение мощности первой гармоники к мощности постоянного тока;
в) отношение мощности первой гармоники к мощности всех гармоник, включая постоянный ток;
г) отношение мощности первой гармоники минус входная мощность к мощности постоянного тока.

### 14.1.2. Зачёт

1. Параметры СВЧ четырехполюсников. S-параметры пассивных и активных четырехполюсников. Взаимосвязь с классическими параметрами. Физический смысл S-параметров. Определение входного и выходного сопротивления СВЧ четырехполюсников.

2. Пассивные СВЧ элементы . Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Модели реальных элементов. Представление с помощью волновых параметров рассеяния (S- параметров).

3. Активные СВЧ элементы. Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах САПР.

4. Эмпирические модели биполярных и полевых транзисторов. Методы определения параметров линейных и нелинейных моделей на основе S-параметров и вольт -амперных характеристик.

5. Пассивные СВЧ устройства: делители, сумматоры, аттенюаторы, направленные ответвители. Основные параметры и методики расчета.

6. 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.

7. Особенности расчета и проектирования МШУ. Коэффициент шума, условия согласования на минимум коэффициента шума.

Согласована на портале № 33038

8. Определение динамических характеристик на основе метода функциональных рядов Вольтерра. Расчет основных характеристик(коэффициент усиления, коэффициент шума, динамических параметров IP3 и IP2 ) с помощью САПР.

9. Основные режимы работы СВЧ усилителей мощности: классы А, АВ, В и С. Коэффициент полезного действия, особенности расчета выходных цепей на максимальную мощность.

10. Основные нелинейные искажения СВЧ усилителей: сжатие коэффициента передачи, амплитудно-фазовая конверсия, интермодуляционные искажения. Основные схемы СВЧ усилителей.

### 14.1.3. Темы проектов ГПО

1.Расчет и проектирование СВЧ малошумящего усилителя
2.Расчет и проектирование СВЧ фильтров
3.Расчет и проектирование СВЧ усилителя мощности
4.Расчет и проектирование СВЧ приемного тракта
5.Расчет и проектирование СВЧ передающего тракта

### 14.1.4. Методические рекомендации

Обязательные аудиторные занятия по дисциплинам ГПО проводятся каждый четверг в единый день ГПО. На кафедрах составляется и утверждается график работы проектных групп, с указанием времени и места проведения занятий.

Руководитель проекта ставит каждому участнику индивидуальные задачи в соответствии с направлением (специальностью) обучения и профилем (специализацией) студента.

Каждый этап ГПО заканчивается защитой отчета с выставлением оценки за этап. Итоговые отчёты и отзывы руководителя прикрепляются к странице проекта в течение недели после защиты.

## 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.

Согласована на портале № 33038

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 33038