

**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: 1с6сfa0a-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)**

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: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2016 года

**Распределение рабочего времени**

| № | Виды учебной деятельности                             | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|-----------|-------|---------|
| 1 | Самостоятельная работа под руководством преподавателя | 18        | 18    | часов   |
| 2 | Контроль самостоятельной работы                       | 2         | 2     | часов   |
| 3 | Всего контактной работы                               | 20        | 20    | часов   |
| 4 | Самостоятельная работа                                | 187       | 187   | часов   |
| 5 | Всего (без экзамена)                                  | 207       | 207   | часов   |
| 6 | Подготовка и сдача экзамена                           | 9         | 9     | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость                                    | 216       | 216   | часов   |
|   |   |           | 6.0   | 3.Е.    |

Контрольные работы: 8 семестр - 1

Экзамен: 8 семестр

Томск 2018

## 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 ФДО \_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

доцент каф. ТОР

\_\_\_\_\_ С. И. Богомолов

## 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)» (Б1.В.ДВ.3.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование компонентов инфокоммуникационных систем (ГПО-4), 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:

- ПК-15 умением разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию;
- ПК-19 готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований;

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 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                                   | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 8 семестр |
| Контактная работа (всего)                                   | 20          | 20        |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП) | 18          | 18        |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                       | 2           | 2         |
| Самостоятельная работа (всего)                              | 187         | 187       |
| Подготовка к контрольным работам                            | 40          | 40        |
| Выполнение индивидуальных заданий                           | 40          | 40        |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов)                     | 96          | 96        |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| теоретической части курса                 |     |     |
| Представление отчета по практике к защите | 11  | 11  |
| Всего (без экзамена)                      | 207 | 207 |
| Подготовка и сдача экзамена               | 9   | 9   |
| Общая трудоемкость, ч                     | 216 | 216 |
| Зачетные Единицы                          | 6.0 |     |

## 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  | СРП, ч | КСР, ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------|--------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 8 семестр   |        |        |              |                            |                         |
| 1 Определение целей и задач этапа проекта                           | 2      | 2      | 15           | 17                         | ПК-15, ПК-19            |
| 2 Разработка (актуализация) технического задания этапа проекта      | 2      |        | 15           | 17                         | ПК-15, ПК-19            |
| 3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта | 4      |        | 30           | 34                         | ПК-15, ПК-19            |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта            | 4      |        | 76           | 80                         | ПК-15, ПК-19            |
| 5 Составление отчета  | 4      |        | 40           | 44                         | ПК-15, ПК-19            |
| 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта (рецензирование отчета)  | 2      |        | 11           | 13                         | ПК-15, ПК-19            |
| Итого за семестр  | 18     | 2      | 187          | 207                        |                         |
| Итого   | 18     | 2      | 187          | 207                        |                         |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

| Названия разделов  | Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 8 семестр  |  |                 |                         |
| 1 Определение целей и задач этапа проекта                      | Расчет СВЧ цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами                      | 2               | ПК-15, ПК-19            |
|  | Итого  | 2               |                         |
| 2 Разработка (актуализация) технического задания этапа проекта | Выбор структурной и принципиальной схемы СВЧ усилителя.                                | 2               | ПК-15, ПК-19            |
|  | Итого  | 2               |                         |

|   |  |    |              |
|---|--|----|--------------|
| 3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта | Расчет согласующих цепей.  | 4  | ПК-15, ПК-19 |
|   | Итого  | 4  |              |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта            | Расчет усилителя с цепями питания и согласования.                      | 4  | ПК-15, ПК-19 |
|   | Итого  | 4  |              |
| 5 Составление отчета  | Расчет усилителя с помощью САПР  | 4  | ПК-15, ПК-19 |
| 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта (рецензирование отчета)  | Итого  | 4  | ПК-15, ПК-19 |
|   | Оформление результатов расчета и проектирования в соответствии с ГОСТ. | 2  |              |
|   | Итого  | 2  |              |
| Итого за семестр  |  | 18 |              |

### 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 | 6 |
| Предшествующие дисциплины  |   |   |   |   |   |   |
| 1 Электроника  | +   | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины   |   |   |   |   |   |   |
| 1 Автоматизированное проектирование компонентов инфокоммуникационных систем (ГПО-4)                  | +   | + | + | + | + | + |
| 2 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | +   | + | + | + | + | + |
| 3 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 |
|-------------|--------------|-----|-----------|----------------|
|             | СРП          | КСР | Сам. раб. |                |
|             |              |     |           |                |

|       |   |   |   |  |
|-------|---|---|---|--|
| ПК-15 | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Отчет по ГПО, Тест |
| ПК-19 | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Отчет по ГПО, Тест |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

### 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

| №         | Вид контроля самостоятельной работы               | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|-----------|---|---------------------|-------------------------|
| 8 семестр |   |                     |                         |
| 1         | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2                   | ПК-15, ПК-19            |
| Итого     |   | 2                   |                         |

### 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                                  |
|---|---|-----------------|-------------------------|---|
| 8 семестр   |   |                 |                         |   |
| 1 Определение целей и задач этапа проекта                           | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 15              | ПК-15, ПК-19            | Отчет по ГПО, Тест, Экзамен                     |
|   | Итого   | 15              |                         |   |
| 2 Разработка (актуализация) технического задания этапа проекта      | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 15              | ПК-15, ПК-19            | Отчет по ГПО, Тест, Экзамен                     |
|   | Итого   | 15              |                         |   |
| 3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 30              | ПК-15, ПК-19            | Отчет по ГПО, Тест, Экзамен                     |
|   | Итого   | 30              |                         |   |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках                          | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 36              | ПК-15, ПК-19            | Отчет по индивидуальному заданию, Тест, Экзамен |

|  |   |     |              |                                   |
|--|---|-----|--------------|-----------------------------------|
| этапа проекта  | Выполнение индивидуальных заданий         | 40  |              |                                   |
|  | Итого                                     | 76  |              |                                   |
| 5 Составление отчета   | Подготовка к контрольным работам          | 40  | ПК-15, ПК-19 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
|  | Итого                                     | 40  |              |                                   |
| 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта (рецензирование отчета) | Представление отчета по практике к защите | 11  | ПК-15, ПК-19 | Защита отчета, Тест, Экзамен      |
|  | Итого                                     | 11  |              |                                   |
|  | Выполнение контрольной работы             | 2   | ПК-15, ПК-19 | Контрольная работа                |
| Итого за семестр   |   | 187 |              |                                   |
|  | Подготовка и сдача экзамена               | 9   |              | Экзамен                           |
| Итого  |   | 196 |              |                                   |

**10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)**  
Не предусмотрено РУП.

**11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**  
Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Компьютерное моделирование процессов в РЭС [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Романовский М. Н. -Томск: ТУСУР, 2016. 101 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 14.09.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ [Электронный ресурс]: Конспект лекций / Глазов Г. Н. - Томск: ТУСУР, 2012. 246 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 14.09.2018).

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Разработка устройств для систем беспроводной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы / Шибельгут А. А., Дмитриев В. Д., Рогожников Е. В. -Томск:ТУСУР, 2014. 37 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 14.09.2018).

2. Артищев, С. А. Компьютерное проектирование РЭС [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе студентов [Электронный ресурс] / С. А. Артищев. — Томск: ТУСУР, 2018. — 69 с. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 14.09.2018).

#### **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. Библиографическая база данных научных публикаций российских учёных – <https://elibrary.ru>;
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 дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов  
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, 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. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Google Earth (с возможностью удаленного доступа)
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- MonoDevelop (с возможностью удаленного доступа)
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)
- OrCAD Lite (с возможностью удаленного доступа)
- Qucs (с возможностью удаленного доступа)
- Visual Studio 2015 (с возможностью удаленного доступа)

**13.1.2. 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:

- 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**

- 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  $f_T$  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  $f_T$  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 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 (МППЛ) 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 "к" 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;
- б) на 2 промежуточные частоты;
- в) на 3 промежуточные частоты;
- г) 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:

- 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 (РАЕ) 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. Экзаменационные тесты

Экзамен проставляется по результатам рецензии на отчет по ГПО

#### 14.1.3. Темы индивидуальных заданий

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

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

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

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ.** Эмпирические модели биполярных и полевых транзисторов. Методы определения параметров линейных и нелинейных моделей на основе S-параметров и вольтамперных характеристик.

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

СОГЛАСУЮЩИЕ ЦЕПИ. Назначение согласующих цепей и их представление с помощью L, C-элементов и микрополосковых линий. СВЧ фильтры и их основные характеристики.

#### 14.1.4. 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

#### 14.1.5. Темы контрольных работ

1. Определить модуль коэффициента отражения по входу S11 СВЧ устройства, имеющего  $Z_{вх}=50+100i$  (Ом):
  - а) 1 ;б) 0.5; в) 0.1 г) 0.707
2. Рассчитать входное сопротивление четвертьволнового отрезка длинной линии с волновым сопротивлением  $Z_{в}=50$  Ом, нагруженного на сопротивление нагрузки  $Z_{н}=10$  Ом:
  - а) 100(Ом); б) 25 (Ом); в) 75 (Ом); г) 50 (Ом).
3. Чему равно волновое сопротивление четвертьволнового отрезка синфазного делителя на два Уилкинсона:
  - а) 50 (Ом); б) 100 (Ом); в) 70.7 (Ом); г) 30 (Ом).
4. Чему равен суммарный коэффициент шума NF двухкаскадного усилителя, если коэффициент усиления по мощности  $K_p$  обоих каскадов равен 10 дБ, а коэффициент шума входного каскада  $NF_1 = 3$  дБ, последующего каскада  $NF_2=10$  дБ ( расчет в дБ до сотого знака):
  - а) 3.66 дБ; б) 4.62 дБ; в) 5.12 дБ; г) 3.14 дБ.
5. Мост Ланге делит сигнал по мощности поровну и имеет разность фаз в каналах:
  - а) 180 градусов; б) 90 градусов; в) 0 градусов; г) результат зависит от частоты входного сигнала.
6. Выходная мощность усилителя по критерию сжатия на 1 дБ равна 20 дБмВт. Чему равна точка пересечения IP3 (результат представить в дБмВт):
  - а) 23 дБмВт; б) 33 дБмВт; в) 26 дБмВт; г) 30.7 дБмВт.
7. Полосовой фильтр на встречных стержнях имеет паразитную полосу пропускания :
  - а) не имеет паразитной полосы пропускания; б) на четных гармониках; в) на нечетных гармониках; г) зависит от частоты входного сигнала.
8. Полосовой фильтр на полуволновых резонаторах имеет паразитную полосу пропускания :
  - а) не имеет паразитной полосы пропускания; б) на четных гармониках; в) на нечетных гармониках; г) зависит от частоты входного сигнала.
9. Увеличение какого контактного сопротивления модели СВЧ полевого транзистора приводит к значительному снижению коэффициента усиления:
  - а) сопротивление затвора; б) сопротивление стока; в) сопротивление истока; г) контактные сопротивления не влияют на коэффициент усиления.
10. Какая из емкостей нелинейной модели СВЧ полевого транзистора вносит наибольшие нелинейные искажения:
  - а) емкость сток-исток; б) емкость затвор-исток; в) емкость затвор-сток г) емкости не влияют на уровень нелинейных искажений.
11. Выходные вольт-амперные параметры полевого транзистора имеют следующие параметры  $U_{max}=90$  В;  $U_{min}=10$  В;  $I_{max}=1$  А;  $I_{min}=0$  А. Какую максимальную мощность можно получить от этого транзистора:
  - а) 40 Вт; б) 80 Вт; в) 10 Вт; г) 20 Вт.
12. СВЧ приемный тракт имеет следующие параметры: коэффициент усиления  $K_p=80$  дБ, полоса пропускания равна 10 МГц, коэффициент шума  $NF=3$  дБ, точка пересечения  $IP_3=30$  дБ. Чему равен динамический диапазон приемного тракта:
  - а) 40 дБ; б) 34 дБ; в) 38 дБ; г) 28 дб.
13. Зеркальная частота в супергетеродинном приемнике отстоит от основного сигнала:
  - а) на 1 промежуточную частоту; б) на 2 промежуточных частоты; в) на 3 промежуточных частоты; г) на 4 промежуточных частоты.

14. Какая из схем включения биполярного транзистора имеет максимальную граничную частоту:
- а) общий эмиттер (ОЭ); б) общая база (ОБ); в) все схемы имеют одинаковую граничную частоту; г) общий коллектор (ОК).
15. В каком режиме работы можно получить максимальный коэффициент полезного действия:
- а) режим класса А; б) режим класса В; в) режим класса АВ; г) режим класса С.
16. Какие нелинейные искажения являются определяющими при оценке динамического диапазона приемного тракта:
- а) уровень 2-ой гармоники;  
б) уровень 3-ей гармоники;  
в) уровень интермодуляционных искажений 2-ого порядка;  
г) уровень интермодуляционных искажений 3-ого порядка.
17. Коэффициент преобразования в диодных СВЧ смесителях бывает:
- а) всегда больше 1;  
б) всегда меньше 1;  
в) зависит от частоты и может быть больше 1 или меньше 1;  
г) зависит от мощности сигнала гетеродина и может быть больше или меньше 1.
18. Какое значение для обеспечения устойчивой работы СВЧ усилителя должен иметь вспомогательный коэффициент устойчивости В:
- а) быть больше 1; б) быть меньше нуля в) равным 1; г) быть больше нуля.
19. Чему будет равен коэффициент устойчивости "к" для активного четырехполюсника, имеющего модуль  $S_{12}$  равным нулю:
- а) равен нулю; б) равен 1; в) равен бесконечности г) будет отрицательным.
20. Какой из фильтров служит прототипом при проведении синтеза согласующих цепей:
- а) ФВЧ; б) ППФ; в) ФНЧ; г) ПЗФ.

#### 14.1.6. 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 необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

## 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;
- 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.