

**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**

**Системы автоматизированного проектирования СВЧ-диапазона**

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: **5**

Семестр: **9**

Учебный план набора 2018 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
2	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
3	Всего контактной работы	14	14	часов
4	Самостоятельная работа	126	126	часов
5	Всего (без экзамена)	140	140	часов
6	Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
			4.0	З.Е.

Контрольные работы: 9 семестр - 1

Зачет: 9 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

Заведующий кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

\_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью учебной дисциплины "Системы автоматизированного проектирования СВЧ диапазона" является освоение общих принципов построения и функционирования СВЧ устройств, этапов расчета и проектирования узлов, методов расчета характеристик этих узлов, а также вопросов их проектирования с помощью современных программ САПР. Приобретенные студентами знания и навыки необходимы для грамотной разработки и проектирования современных и перспективных СВЧ устройств, удовлетворяющих мировым стандартам.

### 1.2. Задачи дисциплины

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования СВЧ-диапазона» (Б1.В.ДВ.5.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Информатика, Метрология и технические измерения, Теория электрических цепей, Физика, Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Моделирование устройств для систем связи.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-9 умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;

– ПК-19 готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - знать основы цифровой вычислительной техники, структуры и функционирование локальных вычислительных сетей и глобальной сети Интернет; - принципы построения приемо-передающих устройств систем связи, основные схемы построения пассивных и активных СВЧ устройств, используемых в системах связи ; - физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов; - модели и методы расчета амплитудно- частотных и фазо-частотных характеристик пассивных и активных устройств систем связи ; -основы технологии интегральных схем, микросхемотехнику и принцип работы базовых каскадов аналоговых и логических элементов цифровых схем; -требования стандартизации, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи;

– **уметь** -уметь проводить анализ и синтез аналоговых устройств, синтезировать с использованием современной микроэлектронной элементной базы устройства, обеспечивающие заданное функционирование; - проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, -рассчитывать и измерять параметры и характеристики линейных и нелинейных электрических цепей, рассчитывать и анализировать параметры электрических цепей и фильтров на персональных компьютерах; -проводить самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в электронных устройствах, проектировать и рассчитывать их;

– **владеть** -владеть начальными навыками разработки и отладки с использованием соответствующих отладочных средств программного обеспечения сигнальных процессоров и микроконтроллеров; - навыками практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств, методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации; - навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных электронных приборов и их компьютерного исследования по электрическим моделям; -техникой

инженерной и компьютерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов на компьютере).

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		9 семестр
Контактная работа (всего)	14	14
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	12	12
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	126	126
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	86	86
Выполнение контрольных работ	40	40
Всего (без экзамена)	140	140
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	

#### 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
9 семестр					
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. Системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств (AWR и ADS); Пассивные СВЧ элементы и их модели; Активные СВЧ элементы и их модели; СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры; Малошумящие СВЧ усилители; СВЧ усилители мощности; СВЧ смесители; Радиоприемные и передающие СВЧ тракты.	12	2	126	138	ПК-19, ПК-9
Итого за семестр	12	2	126	140	
Итого	12	2	126	140	

## 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
9 семестр			
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. Системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств (AWR и ADS); Пассивные СВЧ элементы и их модели; Активные СВЧ элементы и их модели; СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры; Малошумящие СВЧ усилители; СВЧ усилители мощности; СВЧ смесители; Радиоприемные и передающие СВЧ тракты.	Ознакомление с программами САПР СВЧ (AWR и ADS)	12	ПК-19, ПК-9
	Итого	12	
Итого за семестр		12	

## 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
Предшествующие дисциплины	
1 Информатика	+

2 Метрология и технические измерения	+
3 Теория электрических цепей	+
4 Физика	+
5 Электроника	+
Последующие дисциплины	
1 Моделирование устройств для систем связи	+

#### 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-9	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, Тест
ПК-19	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, 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
9 семестр			
1	Контрольная работа	2	ПК-19, ПК-9
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
9 семестр				
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. Системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств (AWR и ADS);	Выполнение контрольных работ	40	ПК-19, ПК-9	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	86		
	Итого	126		

Пассивные СВЧ элементы и их модели; Активные СВЧ элементы и их модели; СВЧ пассивные устройства, согласующие цепи и фильтры; Малошумящие СВЧ усилители; СВЧ усилители мощности; СВЧ смесители; Радиоприемные и передающие СВЧ тракты.				
	Выполнение контрольной работы	2	ПК-19, ПК-9	Контрольная работа
Итого за семестр		126		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		130		

**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. - 2016. 101 с. Доступ из личного кабинета студента - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 24.08.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ [Электронный ресурс]: Конспект лекций / Глазов Г. Н. - 2012. 246 с. Доступ из личного кабинета студента - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 24.08.2018).

### **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/ Дмитриев В.Д., Рогожников Е.В., Шибельгут А.А.-2014г.-37с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 24.08.2018).

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. Лоступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 24.08.2018).

3. Дмитриев В.Д. Системы автоматизированного проектирования СВЧ-диапазона : электронный курс / В. Д. Дмитриев. – Томск ТУСУР, ФДО, 2018. Доступ из личного кабинета студента.

### **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. IEEE Xplore
2. eLIBRARY.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
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Visio (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice
- OrCAD Lite (с возможностью удаленного доступа)
- Qucs (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 сле-

дующими 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 "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;
- 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) коэффици-

циента 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. Зачёт

1. Определить модуль коэффициента отражения по входу  $S_{11}$  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  $IP3=30$  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.

#### **14.1.3. Темы контрольных работ**

**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. Особенности проектирования с помощью программ САПР, с применением программ электро-магнитного анализа.

#### **14.1.4. 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 дополни-

тельные 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.