

**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: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Интегральные схемы СВЧ-диапазона**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**  
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**  
Направленность (профиль) / специализация: **Твердотельная электроника**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**  
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**  
Курс: **2**  
Семестр: **3**  
Учебный план набора 2017 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
4	Из них в интерактивной форме	18	18	часов
5	Самостоятельная работа	54	54	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

доцент каф. ФЭ

\_\_\_\_\_ А. С. Сальников

Заведующий обеспечивающей каф.

ФЭ

\_\_\_\_\_ П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ

\_\_\_\_\_ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.

ФЭ

\_\_\_\_\_ П. Е. Троян

Эксперты:

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ)

\_\_\_\_\_ И. А. Чистоедова

Профессор кафедры физической электроники (ФЭ)

\_\_\_\_\_ Т. И. Данилина

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Дать представление о быстро развивающейся отрасли знаний - интегральных схемах СВЧ-диапазона, активно используемых в системах телекоммуникации и радиолокации

### 1.2. Задачи дисциплины

- Формирование общего представления об интегральных схемах СВЧ диапазона (ИС СВЧ),
- обзор основных видов приборов и устройств, изготавливаемых на основе СВЧ ИС, технологии их изготовления и области применения,
- ознакомление с основными подходами к разработке СВЧ ИС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Интегральные схемы СВЧ-диапазона» (Б1.В.ОД.2.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС, Основы СВЧ-электроники, Планирование эксперимента, Технология арсенид-галлиевой гетероструктурной электроники.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.).

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;
- ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;
- ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;
- ПК-10 способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основы теории СВЧ цепей, методы описания многополюсников, физический смысл параметров рассеяния; методы согласования волновых сопротивлений; характеристики и технологии изготовления активных и пассивных элементов СВЧ ИС; принципы и устройства СВЧ измерений; современные системы автоматизированного проектирования СВЧ ИС;
- **уметь** рассчитывать телеграфные уравнения длинных линий; рассчитывать согласующие цепи; моделировать активные и пассивные элементы;
- **владеть** навыками работы САПР Microwave Office; навыками разработки согласующих цепей; навыками моделирования СВЧ цепей.

## 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
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	36	36
Практические занятия	18	18
Из них в интерактивной форме	18	18
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Выполнение расчетных работ	28	28

Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
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
3 семестр					
1 Основы теории СВЧ цепей	10	4	7	21	ОПК-2, ПК-4
2 Пассивные и активные элементы СВЧ устройств	10	4	16	30	ОПК-2, ОПК-4, ПК-10
3 Технология СВЧ ИС	8	4	13	25	ОПК-2, ОПК-4, ПК-10, ПК-4
4 САПР СВЧ ИС	8	6	18	32	ОПК-2, ПК-10, ПК-4
Итого за семестр	36	18	54	108	
Итого	36	18	54	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
3 семестр			
1 Основы теории СВЧ цепей	Волновые процессы в длинных линиях. Представление СВЧ устройств в виде многополюсников. Параметры рассеяния. Методы анализа СВЧ устройств. Узкополосное и широкополосное согласование.	10	ОПК-2, ПК-4
	Итого	10	
2 Пассивные и активные элементы СВЧ устройств	СВЧ транзисторы. СВЧ диоды. Сосредоточенные пассивные элементы. Распределённые пассивные элементы.	10	ОПК-4, ПК-10
	Итого	10	
3 Технология СВЧ ИС	Монолитные и гибридные интегральные схемы	8	ОПК-2,

	СВЧ. Гетероструктурные технологии изготовления. Основные принципы зондовых измерений СВЧ МИС.		ОПК-4, ПК-10, ПК-4
	Итого	8	
4 САПР СВЧ ИС	Виды современных САПР. Схемотехнические САПР. Топологические САПР. Системы электромагнитного анализа. Современные САПР.	8	ОПК-2, ПК-10
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС	+	+	+	+
2 Основы СВЧ-электроники	+	+	+	+
3 Планирование эксперимента		+		+
4 Технология арсенид-галлиевой гетероструктурной электроники			+	
Последующие дисциплины				
1 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+	+

### 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.	
ОПК-2	+	+	+	Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию
ОПК-4	+	+	+	Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-4	+	+	+	Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию

ПК-10	+	+	+	Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию
-------	---	---	---	---

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Интерактивные практические занятия, ч	Интерактивные лекции, ч	Всего, ч
3 семестр			
Case-study (метод конкретных ситуаций)	6		6
Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением		12	12
Итого за семестр:	6	12	18
Итого	6	12	18

### 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Основы теории СВЧ цепей	Волновые уравнения в СВЧ схемах. Волновое сопротивление	4	ОПК-2
	Итого	4	
2 Пассивные и активные элементы СВЧ устройств	Диаграмма Вольперта-Смита в задаче согласования импедансов	4	ОПК-4
	Итого	4	
3 Технология СВЧ ИС	Расчет и моделирование элементов линий передач	4	ПК-4
	Итого	4	
4 САПР СВЧ ИС	Расчет и моделирование согласующих цепей	6	ПК-10
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

### 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Основы теории СВЧ цепей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ПК-4	Зачет, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	7		
2 Пассивные и активные элементы СВЧ устройств	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ПК-10, ОПК-2	Зачет, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Выполнение расчетных работ	9		
	Итого	16		
3 Технология СВЧ ИС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-4, ОПК-2, ОПК-4, ПК-10	Зачет, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Выполнение расчетных работ	9		
	Итого	13		
4 САПР СВЧ ИС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-10, ОПК-2, ПК-4	Зачет, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Выполнение расчетных работ	10		
	Итого	18		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

## 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
3 семестр				
Зачет			30	30
Отчет по практическому занятию	5	10	10	25
Расчетная работа	10	10	10	30
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	20	25	55	100
Нарастающим итогом	20	45	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)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	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. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ диапазона (Уп.), ТУСУР, 2013.- 66 стр. [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii\\_kompleks%20disciplin/Salnikov/IS\\_lec.pdf](http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Salnikov/IS_lec.pdf) (дата обращения: 02.07.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Данилин В.Н. Аналоговые полупроводниковые интегральные схемы СВЧ / Валентин Николаевич Данилин, А.И. Кушниренко, Гарри Васильевич Петров. - М. : Радио и связь, 1985. - 192 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

2. Фильтры и цепи СВЧ / пер. с англ. Л. В. Алексеев, А. Е. Знаменский, В. С. Поляков. - М.: Связь, 1976. - 246 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

3. Фуско. В. СВЧ цепи: Анализ и автоматизированное проектирование / В. Фуско // Пер с англ., ред. пер. В. И. Вольман. - М.: Радио и связь, 1990. - 287 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ диапазона (Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе), ТУСУР, 2013. - 37 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii\\_kompleks%20disciplin/Salnikov/IS\\_pract.pdf](http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Salnikov/IS_pract.pdf) (дата обращения: 02.07.2018).

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

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

##### Для лиц с нарушениями зрения:

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

##### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: информационная система. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

2. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/>

3. библиографическая и реферативная база данных Scopus [Электронный ресурс]: информационная система. – Режим доступа: <http://scopus.com/>

## 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 ил-

люстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Учебная аудитория

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 124 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер персональный (13 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Microsoft Windows 7
- PDF-XChange Viewer
- PascalABC

### **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:

- 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 видеомониторов для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/пере-

дачи 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. Основное различие между теорией схем и теорией линий передачи:
  - a) элементы схемы
  - b) напряжение
  - c) текущий
  - d) электрический размер
2. Линия передачи - это сеть параметров \_\_\_\_\_.
  - a) сосредоточенный
  - b) распределены
  - c) активный
  - d) ни один из упомянутых
3. Для распространения поперечной электромагнитной волны нам нужно минимум:
  - a) 1 проводник
  - b) 2 проводника
  - c) 3 проводника
  - г) куча проводников
4. Чтобы моделировать линию передачи бесконечно малой длины  $\Delta z$ , сосредоточенный элемент, который не используется:
  - a) резистор
  - b) индуктор
  - c) конденсатор
  - d) транзистор
5. \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ вносят вклад в полное сопротивление линии передачи в представлении сосредоточенных элементов.
  - a) резистор, индуктор
  - b) резистор, конденсатор
  - c) конденсатор, индуктор
  - d) транзистор, конденсатор
6. \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ вносят вклад в полное сопротивление линии передачи в представлении сосредоточенных элементов.
  - a) резистор, индуктор
  - b) резистор, конденсатор
  - c) конденсатор, индуктор
  - d) транзистор, конденсатор
7. Характеристический импеданс линии передачи:
  - a) импеданс  $Z$  линии передачи
  - b) импеданс, который является постоянным в любой точке линии передачи
  - в) взаимно пропускание линии передачи
  - d) ни один из упомянутых
8. Постоянная распространения  $\gamma$  равна:
  - a) реальная стоимость
  - b) ни один из упомянутых
  - в) мнимое значение
  - d) комплексное значение
9. Константа затухания  $\alpha$  означает:
  - a) действительная часть постоянной распространения

- b) потери, вызванные линией передачи
- с) ни один из упомянутых
- г) все упомянутые

10. Постоянная распространения  $\gamma$  определяется следующим образом:

- a)  $\alpha + j\beta$
- b)  $\alpha - j\beta$
- с)  $\alpha / j\beta$
- d)  $\alpha \cdot j\beta$

11. Один из них, среди прочих, не является типом линии ТЕА, используемой в микроволновых сетях:

- a) Коаксиальный провод
- b) Линия микрополосковой линии
- с) Линии полос
- d) Руководство по поверхностям

12. Ниже приведен единственный сетевой элемент микроволны, который является линией ТЕА:

- a) Коаксиальный кабель
- б) Прямоугольный волновод
- с) Круговой волновод
- d) Поверхностный волновод

13. Связь между матрицами напряжения, тока и импеданса микроволновой сети:

- a)  $[V] = [Z] [I]$ .
- b)  $[Z] = [V] [I]$ .
- с)  $[I] = [Z] [V]$ .
- d)  $[V] = [Z] \cdot [I]$ .

14. Матрицы пропускания и импеданса сети микроволн связаны как:

- a)  $[Y] = [Z]^{-1}$ .
- b)  $[Y] = [Z]$ .
- с)  $[V] = [Z] [Z]^{-1}$ .
- d)  $[Z] = [V] [V]^{-1}$

15. Значение « $\alpha$ » для строки без потерь:

- a) 0
- б) 1
- с) Бесконечность
- d) недостаточно данных

16. Выражение для фазовой скорости линии передачи:

- a)  $\sqrt{LC}$
- b)  $1 / \sqrt{LC}$
- с)  $X_L + X_c$
- d)  $X_L / X_c$

17. Микроволновый генератор на частоте 1,2 ГГц подает энергию на линию СВЧ-передачи, имеющую параметры  $R = 0,8 \text{ Ом / м}$ ,  $G = 0,8 \text{ мкС / м}$ ,  $L = 0,01 \text{ мкГн / м}$  и  $C = 0,4 \text{ пФ / м}$ . Величина распространения линии передачи:

- a)  $0,0654 + j0,48$
- b)  $0,064 + j 4,8$
- с)  $6.4 + j4.8$
- d) ни один из упомянутых

18. Диаграмма Смита основана на полярном графике:

- a) Реакция
- b) Напряжение
- с) Текущие
- d) Коэффициент отражения напряжения

19. График Смита основан на полярном графике:

- a) Реакция

- b) Напряжение
  - c) Текущие
  - d) Коэффициент отражения напряжения
20. Нормализованный импеданс  $0,3 + j0,4$  лежит в:
- a) Верхняя половина диаграммы кузнеца импеданса
  - б) Нижняя половина диаграммы кузнеца импеданса
  - c) Горизонтальная линия диаграммы
  - d) Ни один из упомянутых

#### 14.1.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Волновые уравнения в СВЧ схемах. Волновое сопротивление  
 Диаграмма Вольперта-Смита в задаче согласования импедансов  
 Расчет и моделирование элементов линий передач  
 Расчет и моделирование согласующих цепей

#### 14.1.3. Зачёт

- Что такое микроволновая инженерия?
- Определить s-матрицу и ее свойства?
- Написать приложения микроволновой техники?
- Почему s-матрица используется в MW-анализе?
- Каковы преимущества матрицы ABCD?
- Что такое переходы? Приведите пример
- Что такое невзаимные устройства? Дайте два примера?
- Каковы применения рефлекторного клистрона?
- Какова цель структур медленных волн, используемых в усилителях TWT?
- Кратко опишите два преимущества использования микроволновых сигналов и объясните, как каждое из этих преимуществ было использовано для создания инженерных систем.
- Запишите выражение для гамма для строки без потерь
- Запишите телеграфные уравнения для длинной линии
- Что такое волновое сопротивление?
- Что такое коэффициент отражения?
- Что такое КСВН?
- Что такое возвратные потери?
- Как выразить коэффициент передачи в децибелах?
- При каком условии коэффициент отражения от нагрузки равно 0?
- Что такое короткозамкнутый шлейф?
- Что такое холостой шлейф?

#### 14.1.4. Темы расчетных работ

Задача согласования импедансов. Аналитический расчёт.  
 Знакомство с программой Qucs. Проектирование простейших фильтров.  
 Расчет и моделирование четырехполюсников

#### 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	Собеседование по вопросам к зачету,	Преимущественно устная проверка

зрения	опрос по терминам	(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.