

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

Устройства сверхвысокой частоты и антенны

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

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

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	16	16	часов
2	Контроль самостоятельной работы	4	4	часов
3	Всего контактной работы	20	20	часов
4	Самостоятельная работа	151	151	часов
5	Всего (без экзамена)	171	171	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
7	Общая трудоемкость	180	180	часов
			5.0	З.Е.

Контрольные работы: 6 семестр - 2

Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

старший преподаватель каф. ТЭО \_\_\_\_\_ А. В. Гураков

профессор кафедра СВЧиКР \_\_\_\_\_ Г. Г. Гошин

Заведующий обеспечивающей каф.  
СВЧиКР

\_\_\_\_\_ С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО \_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф.  
РСС

\_\_\_\_\_ А. В. Фатеев

Эксперты:

Доцент кафедры технологий  
электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Доцент кафедры  
сверхвысокочастотной и квантовой  
радиотехники (СВЧиКР)

\_\_\_\_\_ А. Ю. Попков

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

подготовка бакалавров в области разработки и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах.

### 1.2. Задачи дисциплины

– изучение основных типов фидерных линий, устройств СВЧ и антенн, их параметров и характеристик; конструкций элементов фидерного тракта, устройств СВЧ и антенн; способов согласования устройств СВЧ и антенн в фидерном тракте; описания устройств СВЧ посредством матричного аппарата; методов расчёта основных типов антенн.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Устройства сверхвысокой частоты и антенны» (Б1.В.ОД.6) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы теории цепей, Электродинамика и распространение радиоволн.

Последующими дисциплинами являются: САПР микроволновых устройств и антенн.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;

– ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные методы решения задач анализа и расчёта параметров и характеристик фидерных линий, устройств СВЧ и антенн

– **уметь** в соответствии с техническим заданием выполнять расчёт и математическое моделирование устройств СВЧ и антенн с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

– **владеть** основными методами расчёта, математического моделирования и экспериментальных исследований параметров и характеристик фидерных линий, устройств СВЧ и антенн.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная работа (всего)	20	20
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	16	16
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Самостоятельная работа (всего)	151	151
Подготовка к контрольным работам	80	80
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	71	71
Всего (без экзамена)	171	171
Подготовка и сдача экзамена	9	9

Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр					
1 Основные законы электромагнитного поля.	2	4	13	15	ОПК-3, ПК-6
2 Направляющие системы.	2		13	15	ОПК-3, ПК-6
3 Линии передачи конечной длины.	2		13	15	ОПК-3, ПК-6
4 Согласование линии передачи с нагрузкой.	2		13	15	ОПК-3, ПК-6
5 Объемные резонаторы.	1		13	14	ОПК-3, ПК-6
6 Матричный анализ СВЧ-устройств.	1		13	14	ОПК-3, ПК-6
7 Элементная база СВЧ-устройств.	1		13	14	ОПК-3, ПК-6
8 Основные характеристики и параметры антенн.	1		13	14	ОПК-3, ПК-6
9 Элементы общей теории антенн.	1		13	14	ОПК-3, ПК-6
10 Линейные антенны.	1		10	11	ОПК-3, ПК-6
11 Апертурные антенны.	1		12	13	ОПК-3, ПК-6
12 Антенные решётки.	1		12	13	ОПК-3, ПК-6
Итого за семестр	16	4	151	171	
Итого	16	4	151	171	

### 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
6 семестр			
1 Основные законы электромагнитного поля.	Уравнения Максвелла. Волновой характер электромагнитного поля. Распределение зарядов и токов по поверхности проводника.	2	ОПК-3, ПК-6
	Итого	2	

2 Направляющие системы.	Свойства направляемых волн. Волноводы прямоугольного сечения. Волноводы круглого сечения. Коаксиальные линии передачи. Полосковые линии передачи.	2	ОПК-3, ПК-6
	Итого	2	
3 Линии передачи конечной длины.	Основные характеристики линии передачи конечной длины. Коэффициент отражения и его фазы в линиях передачи. Полное сопротивление линии передач. Круговая диаграмма полных сопротивлений и проводимостей.	2	ОПК-3, ПК-6
	Итого	2	
4 Согласование линии передачи с нагрузкой.	Физический смысл согласования и основные параметры. Общие принципы согласования нагрузки с линией передачи.	2	ОПК-3, ПК-6
	Итого	2	
5 Объемные резонаторы.	Общие свойства объемных резонаторов. Прямоугольный резонатор. Цилиндрический резонатор. Возбуждение волноводов и объемных резонаторов.	1	ОПК-3, ПК-6
	Итого	1	
6 Матричный анализ СВЧ-устройств.	Двухполюсники. Волновые матрицы четырехполюсника. Характеристические матрицы базовых элементов. Шестиполюсники. Восьмиполюсники. Матрицы рассеяния часто применяемых устройств СВЧ.	1	ОПК-3, ПК-6
	Итого	1	
7 Элементная база СВЧ-устройств.	Элементы, используемые в СВЧ-устройствах. Направленные ответвители. Волноводные разветвления. Атенюаторы.	1	ОПК-3, ПК-6
	Итого	1	
8 Основные характеристики и параметры антенн.	Основные понятия и определения. Элементарные излучатели. Свойства полей, создаваемых источниками в однородной безграничной среде. Основные радиотехнические характеристики и параметры антенн в режиме передачи. Приёмные антенны и их радиотехнические параметры.	1	ОПК-3, ПК-6
	Итого	1	
9 Элементы общей теории антенн.	Линейная непрерывная система. Влияние амплитудно-фазового распределения на характеристики излучения линейной непрерывной системы. Линейная дискретная система. Плоские	1	ОПК-3, ПК-6

	излучающие раскрывы.		
	Итого	1	
10 Линейные антенны.	Характеристики электрических вибраторов. Конструкции вибраторных антенн и способы их возбуждения. Щелевая антенна. Цилиндрическая и коническая спиральные антенны. Диэлектрические стержневые антенны.	1	ОПК-3, ПК-6
	Итого	1	
11 Апертурные антенны.	Волноводные излучатели. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные антенны.	1	ОПК-3, ПК-6
	Итого	1	
12 Антенные решётки.	Симметричный вибратор с плоским рефлектором и система двух связанных симметричных вибраторов. Директорные антенны. Волноводные щелевые антенные решётки. Фазированные антенные решётки.	1	ОПК-3, ПК-6
	Итого	1	
Итого за семестр		16	

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

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

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	7	8	9	10	11	12
Предшествующие дисциплины												
1 Основы теории цепей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Электродинамика и распространение радиоволн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины												
1 САПР микроволновых устройств и антенн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

### 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.	

ОПК-3	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Тест
ПК-6	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, 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
6 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-3, ПК-6
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-3, ПК-6
Итого		4	

### 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Основные законы электромагнитного поля.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	13		
2 Направляющие системы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	13		
3 Линии передачи конечной длины.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен

	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	13		
4 Согласование линии передачи с нагрузкой.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	13		
5 Объемные резонаторы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	13		
6 Матричный анализ СВЧ-устройств.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	13		
7 Элементная база СВЧ-устройств.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	13		
8 Основные характеристики и параметры антенн.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	13		
9 Элементы общей теории антенн.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	13		
10 Линейные	Самостоятельное	5	ОПК-3, ПК-6	Контрольная



антенны.	изучение тем (вопросов) теоретической части курса			работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	5		
	Итого	10		
11 Апертурные антенны.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
12 Антенные решётки.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
	Выполнение контрольной работы	4	ОПК-3, ПК-6	Контрольная работа
Итого за семестр		151		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		160		

**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. Замотринский В.А. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие. В 2-х частях / В.А. Замотринский, Л.И. Шангина — Томск: Факультет дистанционного обучения ТУСУР, 2010. — Ч.1: Устройства СВЧ. — 201 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.09.2018).
2. Гошин Г.Г. Антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Г.Г. Гошин — Томск: Факультет дистанционного обучения ТУСУР, 2011. — 183 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.09.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Сомов, А.М. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Сомов, А.Ю. Виноградов, Р.В. Кабетов. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 440 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5201> (дата обращения: 07.09.2018).

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

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

1. Гошин Г.Г. Устройства сверхвысокой частоты и антенны: электронный курс / Г. Г. Гошин, В.А. Замотринский, Л.И. Шангина . – Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента.

2. Гошин Г.Г. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие / Г. Г. Гошин, В.А. Замотринский, Л.И. Шангина – Томск :Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2001. – 161 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.09.2018).

3. Гошин Г.Г. Устройства сверхвысокой частоты и антенны [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Г.Г. Гошин, С. Н. Шарангович. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.09.2018).

### **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. Рекомендуется использовать источники из списка <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh> (со свободным доступом). ЭБС «Юрайт»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) (доступ из личного кабинета студента по ссылке <https://biblio.fdo.tusur.ru/>). ЭБС «Лань»: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) (доступ из личного кабинета студента по ссылке <http://lanbook.fdo.tusur.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

- Microsoft Windows
- OpenOffice

### **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. По какому закону при изменении частоты изменяются потери в металлах?
  - а) при увеличении частоты уменьшаются по линейному закону,
  - б) при увеличении частоты растут пропорционально корню квадратному из частоты,
  - в) при увеличении частоты растут линейно,

г) уменьшаются при увеличении частоты пропорционально корню квадратному из частоты.

2. Толщина скин-слоя – это

- а) толщина оксидной плёнки, образующейся на поверхности металла,
- б) глубина проникновения поля в металл с увеличением его амплитуды в раз,
- в) глубина проникновения поля в металл с уменьшением его амплитуды в  $e$  раз,
- г) глубина проникновения поля в металл с уменьшением его амплитуды в 2 раза.

3. Резонансные сечения в ЛПП – это сечения, в которых

- а) компоненты напряженности полей имеют вещественные значения,
- б) компоненты напряженности полей принимают максимальные или минимальные значения,
- в) сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки,
- г) сопротивление линии является вещественным.

4. Эквивалентные сечения в ЛПП – это сечения, в которых

- а) компоненты напряженности полей имеют вещественные значения,
- б) компоненты напряженности полей принимают максимальные или минимальные значения,
- в) сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки,
- г) сопротивление линии является вещественным.

5. Каким в общем случае является полное сопротивление линии?

- а) вещественным,
- б) постоянным,
- в) переменным,
- г) комплексным.

6. Каким является волновое сопротивление линии?:

- а) реактивным,
- б) вещественным,
- в) постоянным,
- г) переменным,

7. Шлейф – это отрезок фидера,

- а) разомкнутый на конце,
- б) короткозамкнутый на конце,
- в) нагруженный на активное сопротивление,
- г) имеющий чисто реактивное входное сопротивление.

8. К четырехполюсникам относятся

- а) фильтры
- б) нагрузки
- в) делители мощности
- г) направленные ответвители

9. В закрытых резонаторах возможны только такие колебания, для которых по длине резонатора укладывается целое число

- а)  $\lambda$
- б)  $\lambda/2$
- в)  $\lambda/4$
- г)  $2\lambda$

10. К диссипативным устройствам относятся

- а) фазовращатели
- б) переходы
- в) аттенюаторы
- г) направленные ответвители

11. С помощью какого поля можно изменить направление циркуляции в Y-циркуляторе?

- а) постоянного магнитного
- б) переменного магнитного
- в) электрического
- г) электромагнитного

12. Внутренняя задача теории антенн применительно к линейным антеннам означает нахождение

- а) распределения поля внутри проводника,
- б) запасённой в антенне энергии,
- в) распределения тока вдоль проводника,
- г) температуры внутренних шумов.

13. Какую поляризацию называют вращающейся?

- а) горизонтальную,
- б) наклонную,
- в) круговую,
- г) эллиптическую.

14. У каких поляризаций вектор сохраняет свою ориентацию в пространстве?

- а) у вертикальной,
- б) у горизонтальной,
- в) у наклонной,
- г) у эллиптической.

15. Правильные соотношения между коэффициентами усиления, направленного действия и полезного действия:

- а)  $KНД = КПД * КУ$
- б)  $КУ = КПД * КНД$
- в)  $КПД = КНД / КУ$
- г)  $КПД = КУ / КНД$

16. Шумовая температура антенны – это температура:

- а) среды, в которой находится антенна,
- б) до которой разогревается антенна в режиме передачи,
- в) собственных шумов антенны в режиме приёма,
- г) собственных и внешних шумов приемной антенны.

17. У какой из антенн в осевом режиме излучения шире рабочий диапазон?

- а) у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны,
- б) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны,
- в) у трёхвитковой конической спиральной антенны.
- г) у шестивитковой конической спиральной антенны.

18. Какую поляризацию в осевом режиме излучения имеют спиральные антенны в направлении максимума ДН?

- а) вертикальную,
- б) наклонную,
- в) круговую,

г) эллиптическую.

19. Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из оптики?

- а) рупорные антенны,
- б) антенны на замедляющих линзах,
- в) антенны на ускоряющих линзах,
- г) зеркальные антенны.

20. Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Кассегрена?

- а) сферический,
- б) параболический,
- в) гиперболический,
- г) эллиптический.

#### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1. Какая из перечисленных систем является средством передачи энергии в СВЧ диапазоне?

- а) лучевая линия
- б) двухпроводная линия
- в) направляющие системы

2. В каких направляющих системах распространяются только Е и Н волны?

- а) волноводы прямоугольные, Н-образные, П-образные, круглые
- б) коаксиальные кабели
- в) двухпроводные линии
- г) полосковые линии

3. Каково практическое применение волновода?

- а) Создавать электромагнитную энергию
- б) Передавать электромагнитную энергию
- в) Экранировать электрическую энергию

4. Дайте общее определение эюры поля

- а) График изменения амплитуды компоненты поля вдоль координатной оси
- б) Поведение компонент вдоль оси X
- в) Зависимость компоненты от оси Z

5. Как ведет себя коэффициент ослабления при уменьшении сечения волновода?

- а) не меняется
- б) уменьшается
- в) растет

6. Какие типы волн распространяются круглых волноводах?

- а) распространяются Т и не распространяются волны типа Е- и Н-волны.
- б) распространяются Е- и Н-волны и не распространяются волны типа Т.
- в) распространяются гибридные волны и не распространяются волны типа Т.

7. Какой тип волны применяется для передачи энергии в коаксиальных линиях?

- а) Поперечно электрический тип волны
- б) Поперечно магнитный тип волны
- в) Поперечно электромагнитный тип волны

8. Как создать в линии чисто стоячую волну в коаксиальном кабеле?

- а) Закоротить ее на конце.
- б) Включить в конце линии согласованную нагрузку.
- в) Включить в конце линии комплексную нагрузку.

9. Как направленно электрическое поле в коаксиальной линии?
- Ортогонально границе диэлектрик-металл.
  - Вдоль поверхности металлических проводников.
  - Под любым углом к границе диэлектрик-металл.
10. Чем ограничивается предельная мощность в полосковых линиях передачи?
- Допустимым нагревом диэлектрика и пробивным напряжением между полосками.
  - Потерями, возникающими при нагреве металла проводника и материала диэлектрика.
  - Условиями пробоя и допустимым нагревом диэлектрика.
11. Что определяет пробой диэлектрика в полосковых линиях передачи?
- Определяет резкий спад коэффициента полезного действия.
  - Пробой определяет предел мощности в импульсе.
  - Вызывает разогрев материала до возможного его сгорания.
12. Как изменяется длина волны в коаксиальной линии с увеличением частоты?
- Увеличивается по линейному закону.
  - Уменьшается по линейному закону.
  - Уменьшается по закону гиперболы.
  - Увеличивается по закону гиперболы.
13. Четвертьволновая линия передачи нагружена на конце емкостью  $C$ . Определить характер входного сопротивления линии.
- Индуктивный
  - Активный
  - Емкостной
14. Чем отличаются входное и эквивалентное сопротивление?
- Ничем.
  - Входное измеряется на зажимах генератора.
  - Эквивалентное сопротивление берется в любом сечении  $Z$ .
  - Эквивалентное сопротивление измеряется на нагрузке.
15. За счет чего объемные резонаторы оказываются изолированными от окружающего пространства?
- высокой добротности резонатора
  - высокой проводимости металлических стенок
  - малых потерь энергии на излучение из резонатора
  - высокой согласованности с нагрузками на входе и выходе из резонатора.
16. Почему в диапазоне СВЧ используют волновые матрицы рассеяния и передачи, а не классические матрицы сопротивлений, проводимости?
- легче измерять отношение комплексных амплитуд волн, чем реальные напряжения и токи.
  - классические матрицы неприменимы.
  - классические матрицы применимы только к четырехполюсникам.
17. Что произойдет с невзаимным, реактивным шестиполосником, если его согласовать реактивными согласующими устройствами со всех входов?
- Превратится в циркулятор.
  - Превратится в делитель мощности.
  - Превратится в делитель и сумматор мощности
  - Это невозможно.

18. Какие поля первичного волновода возбуждают вторичный волновод в многодырочном направленном ответвителе и ответвителе Бете?

- а) Электрические поля в обоих случаях.
- б) Магнитные поля в обоих случаях.
- в) Электрические поля в многодырочном направленном ответвителе и электрические и магнитные – в ответвителе Бете.
- г) Магнитные поля в многодырочном направленном ответвителе, электрические и магнитные – в ответвителе Бете.

19. Что такое диаграмма направленности антенны?

- а) зависимость напряжённости электрического поля, излучаемого антенной, от угловых координат;
- б) зависимость напряжённости электрического поля, на входе приёмной антенны от угла падения плоской волны;
- в) отношение максимального напряжения на входе приёмника к минимальному.

20. Как соотносятся между собой диаграммы направленности антенны в режиме передачи и приема?

- а) определенного соотношения нет
- б) совпадают
- в) на передачу диаграмма направленности всегда уже, чем на прием
- г) это соотношение зависит от конкретного типа антенн

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Устройства сверхвысокой частоты и антенны (примеры типовых заданий для контрольной работы с автоматизированной проверкой).

1. Коаксиальный медный фидер с полиэтиленовой изоляцией имеет диаметр внутреннего проводника  $2a = 2$  мм, наружный диаметр  $2r = 12$  мм. Определить длину волны, при которой коэффициент затухания фидера  $\alpha = 0,2$  дБ/м

- а) 1.10
- б) 1.32
- в) 1.43
- г) 1.53

2. Определить погонное затухание волны типа  $E_{01}$  в круглом волноводе диаметром 8 мм. Длина волны генератора 10 мм. Удельная проводимость материала стенок волновода  $1,4 \cdot 10^7$  См/м.

- а) 1.82
- б) 1.98
- в) 2.50
- г) 2.82

3. В круглом волноводе распространяется волна типа  $E_{01}$ . Частота поля 10 ГГц, длина волны в волноводе 4 см. Вычислить групповую скорость (в м/с).

- а)  $2,25 \cdot 10^8$
- б)  $2,25 \cdot 10^9$
- в)  $2,52 \cdot 10^8$
- г)  $2,52 \cdot 10^9$

4. Несимметричный полосковый волновод имеет ширину токонесущей полоски  $b = 0.8$  мм, толщину диэлектрического слоя  $d = 1.2$  мм. Полоска и заземленная подложка изготовлены из



латуни. Диэлектрик - полистирол. Частота возбуждаемого поля 2 ГГц. Амплитуда напряжения между полоской и подложкой  $U_0=12$  В. Определить мощность канализируемой волны в полосковом волноводе.

- а) 0.01
- б) 0.10
- в) 0.13
- г) 0.21

5. Определить характеристическое сопротивление (в м.) волны типа  $H_{10}$  в прямоугольном волноводе сечением  $72 \times 34$  мм при частоте колебаний 3 ГГц.

- а) 523.9
- б) 545.0
- в) 555.5
- г) 573.9

6. Цилиндрический объемный резонатор, длина которого равна диаметру, работает на колебании типа  $E_{010}$ . Резонансная частота 2 ГГц. Резонатор заполнен полистиролом, материал стенок — латунь. Определить добротность резонатора.

- а) 1550
- б) 1595
- в) 1605
- г) 1635

7. Определить максимальный коэффициент усиления излучателя в виде открытого конца прямоугольного волновода с поперечным сечением  $axb= 2,3 \times 1$  см<sup>2</sup>, работающего на волне длиной  $\lambda=2.4$  [см]. Потери не учитывать.

- а) 5,9
- б) 4,1
- в) 3,0
- г) 2,3

8. Определить длину волны, на которой возбуждается открытый конец круглого волновода диаметром  $2a = 2.2$  см, если его максимальный КНД равен  $D_0= 3.4$ .

- а) 3,2
- б) 3,4
- в) 3,5
- г) 3,7

9. Определить наибольший размер апертуры  $b_p$  [см] оптимального  $E$ -секториального рупора, максимальный КНД которого на волне длиной  $\lambda=2.4$  см составляет  $D_0= 25$ . Рупор соединен с волноводом сечением  $23 \times 10$  мм<sup>2</sup>.

- а) 7,46
- б) 7,76
- в) 7,82
- г) 8,83

10. Фазовый центр облучателя параболической антенны с осесимметричным зеркалом, фокусное расстояние которого равно радиусу зеркала и составляет  $f_a=d_p=40$  см, смещен на  $\Delta x =5.2$  см в направлении, перпендикулярном фокальной оси. Определить угловое смещение  $\delta\theta$  (в радианах) максимума ДН антенны относительно оси зеркала.

- а) 0,126
- б) 0,120
- в) 0,116
- г) 0,113

#### **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 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.