

**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**

**Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства**

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: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2015 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
2	Контроль самостоятельной работы	4	4	часов
3	Всего контактной работы	16	16	часов
4	Самостоятельная работа	119	119	часов
5	Всего (без экзамена)	135	135	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
			4.0	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) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

Доцент каф. СВЧиКР \_\_\_\_\_ А. О. Семкин

Заведующий обеспечивающей каф.  
СВЧиКР

\_\_\_\_\_ С. Н. Шарангович

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 кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

\_\_\_\_\_ С. И. Богомоллов

## 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 характеристики;
- стик;
- изучение конструкций элементов фидерного тракта, устройств СВЧ и антенн;
- изучение способов согласования устройств СВЧ и антенн в фидерном тракте;
- изучение описания устройств СВЧ посредством матричного аппарата;
- изучение методов расчёта основных типов антенн.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» (Б1.В.ОД.9) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Теория электрических цепей, Электромагнитные поля и волны.

Последующими дисциплинами являются: Моделирование устройств для систем беспроводной связи, Теоретические основы современных технологий беспроводной связи, Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-8 умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов;
- 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;

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 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная работа (всего)	16	16
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	12	12
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Самостоятельная работа (всего)	119	119
Подготовка к контрольным работам	24	24

Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	95	95
Всего (без экзамена)	135	135
Подготовка и сдача экзамена	9	9
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
<b>6 семестр</b>					
1 Основные законы электромагнитного поля	1	4	10	11	ПК-8, ПК-9
2 Направляющие системы	1		10	11	ПК-8, ПК-9
3 Линии передачи конечной длины	1		10	11	ПК-8, ПК-9
4 Согласование линии передачи с нагрузкой	1		10	11	ПК-8, ПК-9
5 Объемные резонаторы	1		10	11	ПК-8, ПК-9
6 Матричный анализ СВЧ-устройств	1		10	11	ПК-8, ПК-9
7 Элементная база СВЧ-устройств	1		10	11	ПК-8, ПК-9
8 Основные характеристики и параметры антенн	1		10	11	ПК-8, ПК-9
9 Элементы общей теории антенн	1		10	11	ПК-8, ПК-9
10 Линейные антенны	1		10	11	ПК-8, ПК-9
11 Апертурные антенны	1		10	11	ПК-8, ПК-9
12 Антенные решётки	1		9	10	ПК-8, ПК-9
Итого за семестр	12	4	119	135	
Итого	12	4	119	135	

### 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
<b>6 семестр</b>			

1 Основные законы электромагнитного поля	Уравнения Максвелла. Волновой характер электромагнитного поля. Распределение зарядов и токов по поверхности проводника	1	ПК-8, ПК-9
	Итого	1	
2 Направляющие системы	Свойства направляемых волн. Волноводы прямоугольного сечения. Волноводы круглого сечения. Коаксиальные линии передачи. Полосковые линии передачи.	1	ПК-8, ПК-9
	Итого	1	
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	1	ПК-8, ПК-9
	Итого	1	
4 Согласование линии передачи с нагрузкой	Физический смысл согласования и основные параметры. Общие принципы согласования нагрузки с линией передачи	1	ПК-8, ПК-9
	Итого	1	
5 Объемные резонаторы	Общие свойства объемных резонаторов. Прямоугольный резонатор. Цилиндрический резонатор. Возбуждение волноводов и объемных резонаторов	1	ПК-8, ПК-9
	Итого	1	
6 Матричный анализ СВЧ-устройств	Двухполюсники. Волновые матрицы четырехполюсника. Характеристические матрицы базовых элементов. Шестиполюсники. Восьмиполюсники. Матрицы рассеяния часто применяемых устройств СВЧ	1	ПК-8, ПК-9
	Итого	1	
7 Элементная база СВЧ-устройств	Элементы, используемые в СВЧ-устройствах. Направленные ответвители. Волноводные разветвления. Атенюаторы	1	ПК-8, ПК-9
8 Основные характеристики и параметры антенн	Итого	1	ПК-8, ПК-9
	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	
	Итого	1	
9 Элементы общей теории антенн	Линейная непрерывная система. Влияние амплитудно-фазового распределения на характеристики излучения линейной непрерывной системы. Линейная дискрет-	1	ПК-8, ПК-9

	ная система. Плоские излучающие рас- крывы		
	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	ПК-8, ПК-9
	Итого	1	
11 Апертурные антенны	Волноводные излучатели. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные антенны	1	ПК-8, ПК-9
	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	ПК-8, ПК-9
	Итого	1	
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	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Предшествующие дисциплины												
1 Теория электрических цепей	+	+						+	+			
2 Электромагнитные поля и волны	+	+			+			+	+			
Последующие дисциплины												
1 Моделирование устройств для систем беспроводной связи		+	+	+	+	+	+			+	+	+
2 Теоретические основы современных технологий беспроводной связи		+	+			+	+			+	+	+
3 Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

#### 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-8	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Тест
ПК-9	+	+	+	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	ПК-8, ПК-9
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-8, ПК-9
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	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
2 Направляющие системы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		

	Итого	10		
3 Линии передачи конечной длины	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
4 Согласование линии передачи с нагрузкой	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
5 Объемные резонаторы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
6 Матричный анализ СВЧ-устройств	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
7 Элементная база СВЧ-устройств	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
8 Основные характеристики и параметры антенн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
9 Элементы общей теории антенн	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
10 Линейные антенны	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен



	ретической части курса			
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
11 Апертурные антенны	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	10		
12 Антенные решётки	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	9		
	Выполнение контрольной работы	4	ПК-8, ПК-9	Контрольная работа
Итого за семестр		119		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		128		

### 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. В. А. Замотринский Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие. В 2-х частях. / Замотринский В. А., Шангина Л. И. - Томск: ФДО ТУСУР, 2010. - Ч.1: Устройства СВЧ. - 201 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.09.2018).

2. Г. Г. Гошин Антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие. — Томск: ФДО ТУСУР, 2011. — 183 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.09.2018).

#### 12.2. Дополнительная литература

1. Шостак А. С. Антенны и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ [Электронный ресурс]: Учебное пособие [Электронный ресурс]. — Томск: ТУСУР, 2012. — 124 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library> (дата обращения: 15.09.2018).

2. Шостак А. С. Антенны и устройства СВЧ. Часть 2. Антенны. [Электронный ресурс]: Учебное пособие [Электронный ресурс]. — Томск: ТУСУР, 2012. — 169 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library> (дата обращения: 15.09.2018).

#### 12.3. Учебно-методические пособия

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

1. Семкин А. О. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Электрон-

ный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А. О. Семкин, С. Н. Шарангович. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.09.2018).

2. Устройства сверхвысокой частоты и антенны: электронный курс / Гошин Г. Г. - Томск: ТУСУР, ФДО, 2018. Доступ из личного кабинета студента

3. Г. Г. Гошин Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие / Гошин Г. Г., Замотринский В. А., Шангина Л. И. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2001. – 161 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library> (дата обращения: 15.09.2018).

### **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 профессиональные и информационные базы данных, список и адреса которых доступны по ссылке: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов  
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice (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 Что позволяет определить знание амплитудной и поляризационной диаграмм передающей антенны?

- Знание амплитудной и поляризационной диаграмм передающей антенны позволяет определить ее коэффициент стоячей волны (КСВ).
- Знание амплитудной и поляризационной диаграмм передающей антенны позволяет определить ее коэффициент направленного действия (КНД).
- Знание амплитудной и поляризационной диаграмм передающей антенны позволяет определить ее коэффициент усиления (КУ).

2 Какие антенны относятся к элементарным излучателям?

- К ним относятся элементарные электрические вибратор (диполь Герца) и рупорная антенна, элементарные излучающая щель (магнитный диполь Герца) и спиральная антенна.

- К ним относятся элементарные электрические вибратор (диполь Герца) и рамка, элементарные (магнитный диполь Герца) и площадка (элемент Гюйгенса) диэлектрическая антенна и диполь Надененко.

- К ним относятся элементарные электрические вибратор (диполь Герца) и рамка, элементарные излучающая щель (магнитный диполь Герца) и площадка (элемент Гюйгенса).

3 Что такое рамочная антенна?

- отрезок провода в виде витка круглой или прямоугольной формы, к одному концу которого подключен приемник, а к другому генератор;

- отрезок провода в виде витка круглой или прямоугольной формы, нагруженный на колебательный контур;

- отрезок провода в виде витка круглой или прямоугольной формы, к которому подключен генератор;

- отрезок провода в виде витка круглой или прямоугольной формы, к которому подключен приемник.

4 Области применения рамочной антенны.

- пеленгация в КВ диапазоне;

- радиолокация;

- приемные антенны для радиовещания;

- передающие антенны телевизионных центров;

- остронаправленные антенны для радиосвязи.

5 С какой целью используют экранированные рамочные антенны?

- с целью вращения ДН;

- для устранения многозначности пеленга;

- для повышения направленности;

- для устранения антенного эффекта.

6 Какие вибраторы называются резонансными?

- у которых длина равна точно половине или полной длине волны

- у которых максимален КНД

- у которых наиболее узкая диаграмма направленности

- у которых  $X_{вх}=0$

- у которых  $R_{вх}=0$

7 От чего зависит укорочение полуволнового вибратора при настройке в резонанс? Выберите наиболее полный ответ.

- от диаметра вибратора

- от длины волны

- от отношения диаметра к длине волны

- от КСВ в фидере

- от излучаемой мощности

8 Что из себя представляет несимметричный вертикальный заземленный вибратор?

- Вертикально подвешенный провод.

- Высокая стальная мачта с изолированными оттяжками.

- Разомкнутый на конце фидер.

9 Как изменится нормированная диаграмма направленности антенны, если излучаемая мощность увеличится в два раза?

- увеличится в два раза

- расширится в два раза

- не изменится

10 Как определить ширину ДН построенную в логарифмическом масштабе? Ответ:

- На уровне 0,5

- На уровне 0,7

- На уровне 3 дБ

- На уровне нулевого излучения

- 11 Могут ли в прямоугольном волноводе существовать волны типа E00 и H00?
- Волны E00 могут
  - H00 – нет
  - Могут
  - Не могут
- 12 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.
- 13 Что определяет нагрев диэлектрика в полосковых линиях передачи?
- Нагрев определяет повышение затухания в линии.
  - Нагрев ограничивает передаваемую мощность при непрерывной работе или среднюю мощность в импульсном режиме.
  - Нагрев вызывает уменьшение мощности в импульсе.
- 14 Если частота электромагнитного поля растет ( $f > f_{кр}$ ), то как изменяется фазовая скорость волны в волноводе?
- Растет с ростом частоты
  - Фазовая скорость падает с ростом частоты
  - Не изменяется, т.к. частота растет, и длина волны будет расти
- 15 Что необходимо выполнить при измерении длины волны с помощью измерительной линии?
- Иметь резонансное измерительное устройство
  - Ввести большой сигнал в измерительную линию
  - Создать режим стоячей волны
- 16 Сколько компонент электромагнитного поля имеет волна H10?
- Две
  - Три
  - Пять
- 17 Что такое резонанс ЭМП? Где правильно сформулировано определение резонанса?
- Если в точке A вектор Пойнтинга замкнет свой путь, синфазно объединяясь с вектором Пойнтинга, имеющимся в точке A на момент прихода, то поля в ней сложатся и по всей замкнутой линии будет иметь место резонанс ЭМП.
  - Если в точке A вектор Пойнтинга отразится и пройдет снова свой путь и так до бесконечности, увеличивая энергию, это будет называться резонансом ЭМП.
- 18 Чем отличаются пролетные резонаторы от замкнутых резонаторов?
- пролетные резонаторы дают большее резонансное усиление
  - пролетные резонаторы более широкополосны
  - пролетные резонаторы имеют большую добротность
  - замкнутые резонаторы дают большее резонансное усиление
  - замкнутые резонаторы имеют большую добротность
  - замкнутые резонаторы - узкополосны
- 19 Почему в диапазоне СВЧ используют волновые матрицы рассеяния и передачи, а не классические матрицы сопротивлений, проводимости?
- Так как в СВЧ легче измерять отношение комплексных амплитуд волн, чем реальные напряжения и токи.
  - Так как в СВЧ классические матрицы неприменимы.
  - Так как в СВЧ классические матрицы применимы только к четырехполюсникам.
- 20 Что произойдет с взаимным, 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

### 14.1.2. Экзаменационные тесты

- 1 Какая из перечисленных систем является средством передачи энергии в СВЧ диапазоне?
- лучевая линия
  - двухпроводная линия
  - направляющие системы
- 2 В каких направляющих системах распространяются только Е и Н волны?
- волноводы прямоугольные, Н-образные, П-образные, круглые
  - коаксиальные кабели
  - двухпроводные линии
  - полосковые линии
  - двухпроводные полосковые линии
- 3 В каких направляющих системах распространяются волны типа Т?
- волноводы прямоугольные, Н-образные, П-образные, круглые
  - коаксиальные кабели
  - двухпроводные линии
  - полосковые линии
- 4 Какие волны относятся к волнам типа Т?
- $E_x = E_y = E_z \neq 0$  ;  $H_x = H_y = H_z \neq 0$
  - $E_x; E_y; E_z = 0$ ;  $H_x; H_y; H_z = 0$
  - $E_x = 0$ ;  $E_y \neq 0$ ;  $E_z = 0$ ;  $H_x \neq 0$ ;  $H_y = 0$ ;  $H_z \neq 0$
  - $E_x = E_y = 0$ ;  $E_z \neq 0$ ;  $H_x = H_y = 0$ ;  $H_z \neq 0$
- 5 Какие волны относятся к волнам типа Е?
- $E_x = E_y = E_z \neq 0$  ;  $H_x = H_y = H_z \neq 0$
  - $E_x; E_y; E_z = 0$ ;  $H_x; H_y; H_z$
  - $E_x; E_y; E_z; H_x; H_y; H_z = 0$
  - $E_x, E_y = 0$ ;  $E_z \neq 0$ ;  $H_x, H_y = 0$ ;  $H_z \neq 0$
- 6 Какие волны относят к волнам типа Н?
- $E_x; E_y; E_z \neq 0$ ;  $H_x; H_y; H_z \neq 0$
  - $E_x; E_y; E_z \neq 0$ ;  $H_x; H_y; H_z = 0$
  - $E_x; E_y; E_z = 0$ ;  $H_x; H_y; H_z$
  - $E_x = 0$ ;  $E_y; E_z; H_x; H_y; H_z$
- 7 Могут ли в прямоугольном волноводе существовать волны типа  $E_{00}$  и  $H_{00}$ ?
- Волны  $E_{00}$  могут
  - $H_{00}$  – нет
  - Могут
  - Не могут
- 8 Как следует ориентировать магнитный зонд в прямоугольном волноводе, чтобы исследовать компоненту?
- Плоскость витка параллельно плоскости  $XOY$
  - Плоскость витка должна лежать в плоскости  $XOZ$
  - Плоскость витка должна лежать в плоскости  $YOZ$
- 9 Каково оптимальное соотношение  $D/d$  коаксиальной линии?
- 10 Какая волна обладает наибольшей критической длиной среди волн Е в круглом волноводе?
- $E_{01}$
  - $E_{11}$
  - $E_{21}$
- 11 Какие токи учитываются в полосковых линиях?
- В полосковых волноводах токи проводимости в токонесущей полоске и заземленных проводящих пластинах значительно меньше токов смещения, и, следовательно, ими можно пренебречь.
  - В полосковых волноводах токи проводимости в токонесущей полоске и заземленных проводящих пластинах равны токам смещения, и, следовательно, в расчетах надо учитывать оба тока.
  - В полосковых волноводах токи проводимости в токонесущей полоске и заземленных про-

водящих пластинах значительно превышают токи смещения, и, следовательно, последними можно пренебречь.

12 Что называют резонатором?

- Замкнутое пространство, в котором происходит колебательное движение энергии
- Замкнутое пространство, которое используется для накопления энергии

13 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

14 Дайте определение диаграмме направленности.

- Это зависимость мощности от угловых переменных в сферической системе координат в дальней зоне

- Это зависимость в дальней зоне комплексных компонентов напряженности электрического поля от угловых переменных в сферической системе координат

- Это зависимость в дальней зоне комплексных компонентов напряженности магнитного поля от угловых переменных в сферической системе координат

15 От каких параметров зависит нормированная диаграмма направленности передающей антенны? Укажите все верные ответы.

- от частоты
- от излучаемой мощности
- от длины волны
- от расстояния, если оно соответствует дальней зоне
- от параметров приемной антенны

16 Почему диаграмму направленности следует измерять в дальней зоне антенны?

- на практике расстояние между антеннами при радиосвязи соответствует дальней зоне
- это проще
- измерение напряженности поля вблизи антенны затруднительно
- в ближней зоне поле не зависит от направления

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

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

18 На каком уровне диаграммы направленности следует измерять ее ширину? Укажите все верные ответы.

- на уровне 0.5 по напряженности поля
- на уровне 0.5 по мощности
- на уровне 0.707 по напряженности поля
- на уровне 0.707 по мощности

19 Какие физические явления лежат в основе направленного излучения антенн?

- дифракция волн
- интерференция волн
- поляризация волн
- преломление волн на границе

20 По какому вектору чаще всего определяют поляризацию передающей антенны?

- По вектору  $H$
- По вектору  $E$

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства

1 Что означает ДН в плоскости  $E$ ?

- Сечение ДН главной плоскостью, содержащей электрический вектор

- Сечение ДН главной плоскостью, содержащей магнитный вектор
- Поляризационная диаграмма

2 Какому виду поляризации соответствует поле излучения передающей антенны, если коэффициент равномерности  $K_{\Sigma} > 0$ ?

- Эллиптическая правая поляризация
- Линейная поляризация
- Круговая поляризация
- Эллиптическая левая поляризация

3 Дайте определение элементарному электрическому излучателю.

- Это элемент тока - колеблющийся диполь.
- Это прямолинейный тонкий проводник длиной  $dl$ , на концах которого сосредоточены равные по величине, но противоположные по знаку заряды.
- Это виток с переменным током.
- Это прямолинейный тонкий проводник длиной  $dl$ , много меньший чем длина волны, вдоль которого амплитуда и фаза тока неизменны

4 Что представляет собой симметричный вибратор?

- Симметричный вибратор - представляет собой прямолинейный проводник, у которого в симметричных (относительно середины) точках токи равны по величине и имеют одинаковое направление в пространстве.

- Симметричный вибратор - представляет собой прямолинейный проводник, у которого токи равны по всей длине и имеют одинаковое направление в пространстве.

- Симметричный вибратор - представляет собой прямолинейный проводник, у которого в симметричных (относительно середины) точках фазы равны и имеют одинаковое направление.

5 Дайте определение фидерным системам.

- Фидерные системы - системы, предназначенные для соединения приемника электромагнитной энергии с передатчиком и наоборот.

- Фидерные системы - системы, предназначенные для регенерации электромагнитной энергии.

- Фидерные системы - системы, предназначенные для канализации электромагнитной энергии.

6 Каково практическое применение волновода?

- Создавать электромагнитную энергию
- Передавать электромагнитную энергию
- Экранировать электрическую энергию

7 Какие типы волн используются для передачи электромагнитной энергии по прямоугольному волноводу?

- H10
- T
- E11
- H01
- H11

8 Что обозначают индексы  $m$  и  $n$  у волн типа  $E_{mn}$  и  $H_{mn}$ ?

- $m$  - число полуволн (вариаций) поля по оси  $Y$ , а  $n$  - по оси  $X$
- $m$  - число полуволн (вариаций) поля по оси  $X$ , а  $n$  - по оси  $Y$
- Число вариаций по осям  $m$  - по оси  $x$  и  $n$  - по оси  $Z$

9 Что является фазовым центром антенной системы при сферической форме волновой поверхности?

- при сферической форме волновой поверхности фазовым центром является фокальная плоскость антенны.

- при сферической форме волновой поверхности центр антенны называется фазовым центром.

- при сферической форме волновой поверхности фазовым центром является точка, в которой находится облучатель антенны.

10 Как определяется ширина главного лепестка по напряженности поля?



- на уровне 0.9 Емакс
- на уровне нулевого излучения
- на уровне 0.707 Емакс

#### 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.