

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

**Институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)**  
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Мякиньков А.В.

подпись

ФИО

“22”    апреля    2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**B1.В.ДВ.3.1 «Проектирование приемо-передающих модулей миллиметро-**  
**вого диапазона»**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность (программа) «Техника СВЧ и антенны»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки      2025

Выпускающая кафедра      ИРС

Кафедра-разработчик      ИРС

Объем дисциплины      72/2  
часов/з.е

Промежуточная аттестация    зачет

Разработчик: Шабалин С.А. к.т.н., доцент

Нижний Новгород, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 925 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол № 6 от 17.12.2024 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика, протокол от 17 марта 2025 г. № 6

Зав. кафедрой к.т.н, доцент, Приблудова Е.Н. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ, протокол от 22 апреля 2025 г. № 3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.04.01-а-17  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Севрюкова Е.Г.

Заведующая отделом НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Цель освоения дисциплины .....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	9
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам .....	9
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>12</b>
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	12
5.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания	14
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
6.1. Учебная литература .....	17
6.2. Справочно-библиографическая литература .....	17
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	17
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	18
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>18</b>
7.1. Перечень информационных справочных систем .....	18
7.2. Перечень свободно распространяемого программного обеспечения .....	18
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>19</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>20</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>21</b>
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	21
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа.....	22
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	22
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на курсовой работе .....	22
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	22
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>22</b>
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	22
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ и курсовой работы.....	23
11.1.2. Защита курсового проекта/работы.....	23
11.1.3. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета.....	23

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения данной дисциплины является изучение основных принципов и подходов к построению антенных систем миллиметрового диапазона.

## **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)**

Задачи освоения дисциплины:

- ознакомление с существующими структурами антенн;
- применение согласующих структур в миллиметровом диапазоне;
- проектирование структурных элементов антенных решеток;
- разработка фазированных антенных решеток с заданными характеристиками излучения.

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) «Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Электродинамика и распространение радиоволн», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Устройства СВЧ и антенны», «Микроэлектронные устройства СВЧ» в объеме курса бакалавриата.

Дисциплина «Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона» вводится на завершающих этапа обучения и главным образом необходима при выполнении выпускной квалификационной работы и для дальнейшей профессиональной деятельности.

# **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
Современные антенные устройства ПКС -1				
Современные антенные устройства ПКС -2				
Современные технологии программирования ПКС -2				
Математические методы прикладной электродинамики ПКС -1				
Радиоприемные устройства СВЧ ПКС -1				
Радиоприемные устройства СВЧ ПКС -2				
СВЧ микроэлектроника ПКС -1				
СВЧ микроэлектроника ПКС -2				
Автоматизированное проектирование ВЧ и СВЧ устройств ПКС -1				
Автоматизированное проектирование ВЧ и СВЧ устройств ПКС -2				
Технология производства СВЧ устройств ПКС -1				
Технология производства СВЧ устройств ПКС -2				
Теория и техника СВЧ измерений-1				
Теория и техника СВЧ измерений-2				
Математическое моделирование СВЧ измерений ПКС-1				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисци- плины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
<i>Математическое моделирование СВЧ измерений ПКС-2</i>				
<i>Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона ПКС -1</i>				
<i>Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона ПКС -2</i>				
<i>Электромагнитная совместимость ПКС -1</i>				
<i>Помехозащищенность радиосистем ПКС -1</i>				
<i>Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона ПКС-1</i>				
<i>Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона ПКС-2</i>				
<i>Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона ПКС-1</i>				
<i>Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона ПКС-2</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-2</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-2</i>				
<i>Преддипломная ПКС-1</i>				
<i>Преддипломная ПКС-2</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-1</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-2</i>				

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>			<b>Оценочные средства</b>	
ПКС-1. Способен проводить научные исследования в области устройств СВЧ и антенн, осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по теме планируемых исследований	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы, алгоритмы решения исследовательских задач, в том числе с использованием современных языков программирования, владеет технологией автоматической обработки информации в применении к устройствам СВЧ и антеннам.	<b>Знать:</b> основы программирования на языке Matlab, технологии автоматической обработки информации.	<b>Уметь:</b> реализовывать математические модели для теоретической оценки основных параметров СВЧ устройств и антенн, диагностировать и оценивать техническое состояние СВЧ устройств и антенн.	<b>Владеть:</b> технологией автоматической обработки информации в применении к устройствам СВЧ и антеннам для локализации неисправностей.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования
	ИПКС-1.2. Разрабатывает стратегии и методологии исследования устройств СВЧ и антенн, работает с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	<b>Знать:</b> теоретические основы электродинамики, СВЧ устройств и антенн, микрополосковой техники СВЧ.	<b>Уметь:</b> использовать методы исследования устройств СВЧ и антенн, работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию СВЧ устройств и антенн.	<b>Владеть:</b> навыками работы с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования
– Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 06.005 «Специалист по техническому обслуживанию и ремонту радиоэлектронных средств»), решает задачи по разработке и анализу алгоритмов в области применения устройств СВЧ и антенн, в частности с использованием современных языков программирования и САПР						
ПКС-2. Способен	ИПКС-	<b>Знать:</b> принципы	<b>Уметь:</b> разрабатывать	<b>Владеть:</b> умениемтестирования	Выполнение ин-	Вопросы для

	выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием разработанных и программно-реализованных алгоритмов решения задач на основе современных языков программирования или имеющихся средств исследования, включая стандартные пакеты прикладных программ	2.1.Анализирует физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия устройств СВЧ и антенн, осуществляет тестирование программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	построения современных СВЧ устройств и антenn.	базовые элементы антенных систем в стандартных пакетах прикладных программ, диагностировать и оценивать техническое состояние антенных систем.	программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	индивидуального задания	устного собеседования
	ИПКС-2.2. Формулирует и решает задачи, использует математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования устройств СВЧ и антенн, осуществляет анализ информации о качестве функционирования программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	<b>Знать:</b> численные методы, используемые при анализе и моделировании СВЧ устройств и антенн.	<b>Уметь:</b> реализовывать схемотехнические подходы к проектированию СВЧ устройств и антенн в пакетах прикладных программ и производить их электродинамическое моделирование, производить замену ответственных узлов и элементов СВЧ устройств и антенн.	<b>Владеть:</b> навыком анализа информации о качестве функционирования программного обеспечения СВЧ устройств и антенн. по результатам их эксплуатации.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования	
	ИПКС-2.3. Проводит экспериментальные исследования с применением современных средств и методов, устраняет неисправности, возникшие в процессе эксплуатации устройств СВЧ и антенн.	<b>Знать:</b> устройство и принцип работы векторного анализатора цепей UVNA-63.	<b>Уметь:</b> производить снятие значений S-матрицы для заданных тестируемых устройств с помощью векторного анализатора цепей и выполнять его калибровку, работать с эксплуатационной документацией по техническому	<b>Владеть:</b> умением устранять неисправности, возникшие в процессе эксплуатации устройств СВЧ и антенн.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования	

			обслуживанию устройств СВЧ и ан- тенн.			
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС <u>06.005 «Специалист по техническому обслуживанию и ремонту радио-электронных средств»</u> ), решает задачи анализа и синтеза устройств СВЧ и антенн, а также проведения экспериментальных исследований с целью верификации результатов математического и электродинамического моделирования и возможной коррекции в случае их расхождения с практическими						

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2зач.ед. 72 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		3 сем	
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	
занятия лекционного типа (Л)			
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практик. Занятия и др)	17	17	
лабораторные работы (ЛР)	17	17	
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	17	17	
Подготовка к экзамену (контроль)			
Подготовка к зачёту	17	17	

### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1-Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Вид СРС						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
<b>3 семестр</b>											

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
ПКС-1, ПКС-2, ИПКС-2.1.	Тема практического занятия 1Основные типы антенн				1	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3].	Интерактивная лекция						
	Тема практического занятия 2Основные параметры антенн			1	1		Интерактивная лекция						
	Тема практического занятия 3Антенные решетки			2	1		Интерактивная лекция						
	Тема практического занятия 3Амплитудно-фазовые распределения по элементам антенны решеток			2	1		Интерактивная лекция						
	<b>Итого по 1 разделу</b>			<b>5</b>	<b>3</b>								
ПКС-1, ПКС-2, ИПКС-1.1., ИПКС-1.2.	<b>Раздел 2. Микрополосковые антенные решетки</b>				Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.4.2]								
	Тема 2.1 Микрополосковая антенна			1	2		Интерактивная лекция						
	Тема 2.2 Структура и анализ микрополосковой линии передачи			2	4		Интерактивная лекция						
	Тема 2.3 Измерение S-параметров устройств			2	5		Интерактивная лекция						
	Тема 2.4 Делители мощности на базе микрополосковых линий			2	2		Интерактивная лекция						
	Лабораторная работа «Измерение S-параметров»		17			Подготовка к лабораторной работе [6.4.1], [6.4.2], [6.4.3], [6.4.4], [6.4.5].	Мозговой штурм						
	<b>Итого по 2 разделу</b>		<b>17</b>	<b>7</b>	<b>13</b>								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
ПКС-1, ПКС-2 ИПКС-2.1, ИПКС-2.2, ИПКС-2.3.	<b>Раздел 3. Процесс проектирования антенн и микрополосковых линий передачи</b>				Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3].								
	<b>Тема 3.1</b> Модель элемента излучения. Модель столбца решетки			2	8		Интерактивная лекция						
	<b>Тема 3.2.</b> Применение амплитудного распределения при проектировании столбца решетки			3	10		Интерактивная лекция						
	<b>Итого по 3 разделу</b>			<b>5</b>	<b>18</b>								
	<b>Итого за семестр</b>		<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>								

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств.

Таблица 5.1 - Паспорт оценочных средств (текущая аттестация)

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
<b>3 семестр</b>								
1	Введение	ПКС-1, ПКС-2, ИПКС-1.1., ИПКС-1.2.	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий			Ознакомление с материалами лекций и рекомендованной литературой	Опрос в процессе лекции
2	Микрополосковые антенные решетки	ПКС-1, ПКС-2, ИПКС-1.1., ИПКС-1.2.	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение поставленных задач	Лабораторная работа: «Измерение S-параметров», работа на учебном макете, использование специальных программных средств (Matlab), измерение S-параметров стандартных	Подготовка теоретической части лабораторной работы	Опрос в процессе лабораторного занятия

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
						устройств		
3	Процесс проектирования антенн и микрополосковых линий передачи	ПКС-1 ПКС-2, ИПКС-2.1, ИПКС-2.2, ИПКС-2.3.	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий			Ознакомление с материалами лекций и рекомендованной литературой	Опрос в процессе лекции

Таблица 5.2 - Паспорт оценочных средств (промежуточная аттестация)

Наименование дисциплины	Формируемые компетенции	Знаниевая компонента		Деятельностная компонента	
		Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
«Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона»	ПКС-1, ПКС-2	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к зачету	Разработка моделей, выполнение лабораторной работы	Задания к зачету

Таблица 5.3 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера заданий
1	Компетенция ПКС-1	1-34
2	Компетенция ПКС-2	1-34

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Информационные радиосистемы».

## 5.2.Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5.4- При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентовоценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-69% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 70-84% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 85-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен проводить научные исследования в области устройств СВЧ и антенн, осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по теме планируемых исследований	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы, алгоритмы решения исследовательских задач, в том числе с использованием современных языков программирования, владеет технологией автоматической обработки информации в применении к устройствам СВЧ и антеннам.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены подходы к программному описанию структур антенн и устройств СВЧ	Фрагментарные, поверхностные знания Matlab для решения поставленных задач	Знание учебного материала на достаточно высоком уровне и умение пользоваться Matlab для решения различных задач	Полное знание учебного материала и умение оперировать ими для решения задач повышенной сложности
	ИПКС-1.2. Разрабатывает стратегии и методологии исследования устройств СВЧ и антенн, работает с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоена методология исследования устройств СВЧ	Фрагментарные, поверхностные знания по разработке антенных систем миллиметрового диапазона Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные способы построения систем антенных решеток	Имеет глубокие знания всего материала по всем разделам дисциплины; тщательно ознакомился с рекомендованной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПКС-2. Способен выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн с целью анализа и оптими-	ИПКС-2.1. Анализирует физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия устройств СВЧ и антенн,	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоен материал курса	Фрагментарные, поверхностные знания методов моделирования сигналов. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала.	Знание методов анализа математических моделей; реализация заданных моделей в САПР	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; применение амплитудно-фазовых распределений при проектировании антенных систем; освоил новации лек-

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-69% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 70-84% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 85-100% от max рейтинговой оценки контроля
зации их параметров с использованием разработанных и программно-реализованных алгоритмов решения задач на основе современных языков программирования или имеющихся средств исследования, включая стандартные пакеты прикладных программ	осуществляет тестирование программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.		Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.		ционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
	ИПКС-2.2. Формулирует и решает задачи, использует математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования устройств СВЧ и антенн, осуществляет анализ информации о качестве функционирования программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены численные методы для анализа и синтеза антенных систем	Фрагментарные знания по способам анализа и реализации антенных систем и устройств СВЧ	Знание математического аппарата по расчету структурных элементов антенных решеток и методов анализа системы в целом	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; осуществляет анализ информации о качестве функционирования программного обеспечения радиоэлектронных комплексов; осуществляет анализ моделей повышенной сложности
	ИПКС-2.3. Проводит экспериментальные исследования с применением современных средств и методов, устраняет неисправности, возникшие в процессе эксплуатации устройств СВЧ и антенн.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не выполнение поставленных условий задач, в частности, лабораторной работы	Фрагментарные знания по методам исследования современных антенн и устройств СВЧ	Знает материал на достаточно хорошем уровне; применяет полученные знания для контроля и исследования антенн миллиметрового диапазона	Полное понимание изученного материала и умение пользоваться им для проведения экспериментальных исследований, в частности, лабораторной работы

Таблица 7 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература

- 6.1.1 Устройства СВЧ и антенны : Учебник. Ч.2 : Теория и техника антенн / В.А. Неганов, Д.С. Клюев, Д.П. Табаков; Под ред.В.А.Неганова. - М. : URSS, 2014. - 725 с. : ил. - Библиогр.:с.696-709. - ISBN 978-5-9710-0631-2 : 1142-00 (6 шт.).
- 6.1.2 Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток : Учеб.пособие / Д.И. Воскресенский [и др.]; Под ред.Д.И.Воскресенского. - 3-е изд.,доп.и перераб. - М. : Радиотехника, 2003. - 632 с. : ил. - Загл.обл.:Проектирование фазированных антенных решеток.-Прил.:с.621-625. - Библиогр.:с.613-619. - ISBN 5-256-00404-2 : 319-00 (20 шт.).
- 6.1.3 Устройства СВЧ и антенные системы : В 3-х кн. Кн.2 : Моделирование, проектирование и технологии СВЧ-устройств и ФАР / Под ред.А.Ю.Гринева. - М. : Радиотехника, 2014. - 197 с. : ил. - (Научно-техническая серия). - Библиогр.в конце ст. - ISBN 978-5-88070-368-5 : 1287-00 (3 шт.).

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

#### — учебники и учебные пособия

- 6.2.1. Антенны и функциональные узлы СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Методы расчёта и технология изготовления / С.А. Бабунько [и др.]; Под ред.А.Ю.Седакова. - М. : Радиотехника, 2011. - 112 с. : ил. - Библиогр.в конце гл. - ISBN 978-5-88070-277-0 : 40-00 (4 шт.).
- 6.2.2. Устройства СВЧ и антенны : Учебник / Д.И. Воскресенский [и др.]; Под ред.Д.И.Воскресенского. - 3-е изд. - М. : Радиотехника, 2008. - 384 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Прил.:с.377-379. - Библиогр.:с.380. - ISBN 978-5-88070-180-3 : 387-50 (30 шт.).
- 6.2.3. Справочник по расчёту и конструированию СВЧ полосковых устройств / Под ред.В.И.Вольмана. - М. : Радио и связь, 1982. - 328 с. : ил. - Библиогр.:с.314-326. - 38-81 (13 шт.).

### 6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1 Журнал “Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника”.  
<https://re.eltech.ru/jour/index>

- 6.3.2 Журнал “Известия высших учебных заведений России. Радиофизика”.<https://radiophysics.unn.ru/>
- 6.3.3 Журнал “Радиотехника и электроника”.<https://sciencejournals.ru/journal/radel/>

#### **6.4.Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Методические указания по выполнению лабораторной работы и практических заданий по дисциплине «Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона» находятся в открытом доступе и могут быть изучены студентами в любое время подготовки к очередному занятию. Электронные варианты методических указаний по выполнению лабораторной работы при необходимости могут быть отправлены на электронные адреса групп.

- 6.4.1. Моделирование и синтез микрополосковых устройств : Учебно-метод.пособие к лаб.работам по дисц."Устройства СВЧ и антенны", "Интегральная СВЧ схемотехника", "Микроэлектронные устройства СВЧ" для студ.по направлениям 210400 "Радиотехника", 210700 "Инфокоммуникационные технол.и системы связи" и спец.210600 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Каф."Физика и электротехника"; Сост.А.Д.Волгунов. - Н.Новгород : [Б.и.], 2013. - 37 с. : ил. - Прил.:с.32-37. - Библиогр.:с.31. - 0-00 (10 шт.).
- 6.4.2. Устройства СВЧ и антенны : Учеб.пособие. Ч.2 / Ю.А. Иларионов, Е.П. Тимофеев; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2012. - 86 с. : ил. - Библиогр.:с.84. - ISBN 978-5-502-00012-3 : 69-07 (247 шт.).
- 6.4.3. Устройства СВЧ и антенны : Учеб.пособие / Е.И. Нефедов. - М. : Академия, 2009. - 376 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Предм.указ.:с.368-371. - Библиогр.:с.363-367. - ISBN 978-5-7695-4710-2 : 402-60 (30 шт.).
- 6.4.4. Устройства СВЧ и антенны : Комплекс учебно-метод.материалов. Ч.1 / Ю.А. Иларионов, Е.П. Тимофеев; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2007. - 95 с. : ил. - Библиогр.:с.95. - 57-32 (238 шт.).

### **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

#### **7.1.Перечень информационных справочных систем**

Таблица 8 -Перечень электронных библиотечных систем

<b>№</b>	<b>Наименование ЭБС</b>	<b>Ссылка к ЭБС</b>
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

#### **7.2.Перечень свободно распространяемого программного обеспечения**

Таблица 9.1 - Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
Windows 7 Pro SP1 (подписка Dream Spark Premium, договор 21.10.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
	Linux <a href="https://www.linux.com/">https://www.linux.com/</a>
	Программа для ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14)

Таблица 9.2 - Программное обеспечение, используемое студентами очно-заочного, заочного обучения

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
WindowsXP, Prof, S/P3 (подписка DreamSparkPremium, договорот 21.10.14)	GNU Linux Slackware 14.2
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296)	Adobe Acrobat Reader
Dr.Web (с/нZNFC-CR5D-5U3U-JKGРот 20.05.2024до 30.05.2025).	MATLAB. Simulink

### **Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

В таблице10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts</a>
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» спе-

циализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	<b>Компьютерный класс № 5414 учебно-лабораторного корпуса № 5 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28Л</b>	1. Персональные компьютеры, Intel Core3/4 Gb RAM/HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, без подключения к интернету 2. Рабочее место студента - 12.	1. Windows 7 Pro SP1 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296); 3Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025); 4. Программадля ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14). 5. Распространяемое по свободной лицензии - GNULinuxSlackware 13.37; - Adobe Acrobat Reader; - Altera Quartus II web edition.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При преподавании дисциплины «Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе. Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе вопросы и сложности в понимании материала курса подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. При необходимости возможно проводить индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций применяется рейтинговая (балльная) система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с заданиями, вопросами, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически излагает учебный материал; справляется с заданиями, вопросами, требующими применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий. При всем при этом, студент с точки зрения полученных знаний держится в рамках данного курса и может столкнуться с определенными трудностями при требованиях задействовать знания из других дисциплин, что не несут проявления серьезных пробелов в общей подготовке студента.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их

выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

### **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс по дисциплине «Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона» не предусматривается учебным планом

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на курсовой работе**

Курсовая работа по дисциплине «Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона» не предусматривается учебным планом

### **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в Разделе 9. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- выполнение и защита лабораторной работы;
- выполнение практических заданий в процессе обучения;
- зачет для студентов в 3 учебном семестре.

### 11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ и курсовой работы

Типовые задания для лабораторной работы практических заданий приведены в учебно-методических пособиях и в качестве примеров в учебной литературе.

### 11.1.2. Защита курсового проекта/ работы

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

### 11.1.3. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

1. Основные типы антенн. Достоинства и недостатки
2. Механизм излучения э/м волны антенной
3. Основные параметры антенн. Первичные и вторичные параметры
4. Области поля антенны
5. Антенные решетки. Принцип работы и схемы построения
6. Неэквидистантные антенные решетки
7. Применение амплитудного распределения при проектировании антенных решеток. Виды и влияние на формируемые характеристики излучения
8. Микрополосковая антенна. Определение, тип основной волны, возможные конфигурации.
9. Излучающие и неизлучающие грани элементов микрополосковой антенны (патчей)
10. Основные характеристики микрополосковой антенны
11. Взаимное влияние соседних элементов антенной решетки
12. Способы подведения питания к элементам антенных решеток
13. Микрополосковая линия передачи. Коэффициент отражения в линии. КСВ. Входное сопротивления линии
14. Виды нагрузок в линии. Примеры. Четвертьволновый преобразователь
15. Согласующие цепи на сосредоточенных элементах. Пример согласования
16. Согласующие цепи на распределенных элементах. Пример согласования
17. Использование диаграммы Смита при согласовании передающей линии с нагрузкой
18. Анализ цепей. Zi Y-матрицы
19. ABCD-матрица и ее связь с Zi Y-матрицами
20. S-матрица. Определение. Примеры использования. Способы измерения
21. Использование графов потоков сигналов для анализа цепей
22. Делители мощности. Т-образный делитель. Равномерный делитель
23. Делитель Вилкинсона
24. Направленные ответвители. Квадратурный ответвитель. Ответвитель на связанных линиях
25. Основные методы и подходы к построению патча и столбца антенной решетки
26. Способы реализации заданного амплитудно-фазового распределения
27. Реализация заданного амплитудно-фазового распределения с учетом потерь в линии передачи
28. Особенности построения делителей мощности и направленных ответвителей в миллиметровом диапазоне
29. Дополнительные каналы подавления боковых (ПБЛ). Применение экранирующих поверхностей. Два способа запитывания столбцов.