

**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  
“ 10 ” июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФТД.1 Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового**  
**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 2021

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ИРС

Объем дисциплины 36/1  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: С.А. Шабалин, ассистент

Нижний Новгород, 2021

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 от 17.12.2020г. № 5

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика протокол от 03 июня 2021 г.  
№ 9-1

Зав. кафедрой д.т.н, профессор, Рындык А.Г. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ, протокол от  
10 июня 2021 г. № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.04.01-ф-2  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом НТБ \_\_\_\_\_  
(подпись)

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>
1.3.    Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	9
1.4.    Содержание дисциплины, структурированное по темам .....	9
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>12</b>
1.5.    Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	12
1.6.    Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания	13
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>15</b>
6.1.    Учебная литература.....	15
6.2.    Справочно-библиографическая литература.....	15
6.3.    Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	15
6.3.1.    Журнал “Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника”. <a href="https://re.eltech.ru/jour/index">https://re.eltech.ru/jour/index</a> .....	15
6.3.2.    Журнал “Известия высших учебных заведений России. Радиофизика”. <a href="https://radiophysics.unn.ru/">https://radiophysics.unn.ru/</a> .....	15
6.3.3.    Журнал “Радиотехника и электроника”. <a href="https://sciencejournals.ru/journal/radel/">https://sciencejournals.ru/journal/radel/</a> .....	15
6.4.    Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	15
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>16</b>
7.1    Перечень информационных справочных систем .....	16
7.2    Перечень свободно распространяемого программного обеспечения .....	16
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>17</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>17</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>19</b>
10.1    Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	19
10.2    Методические указания для занятий лекционного типа.....	20
10.3    Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	21
10.4    Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	21
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
11.1    Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости .....	21
11.1.1    Типовые задания для лабораторных работ .....	21
11.1.2    Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета без оценки для студентов очной формы обучения .....	21

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

### **1.1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является рассмотрение общих вопросов, связанных с особенностями построения антенных систем миллиметрового диапазона и решение задач, возникающих в процессе проектирования данных систем.

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

Дисциплина «Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

- определение оптимального способа построения структурных элементов антенных систем миллиметрового диапазона;
- проектирование антенн методами математического и электродинамического моделирования;
- расчет и построение топологии антенно-фидерных трактов антенн миллиметрового диапазона.

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

Учебная дисциплина «Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона» ФТД.1 включена в перечень дисциплин в рамках факультатива по программе «Техника СВЧ и антенны». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки «Радиотехника».

Дисциплина базируется на дисциплинах: «Теория и техника СВЧ измерений», «Математическое моделирование СВЧ измерений».

Дисциплина «Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Современные антенные устройства», «Радиоприемные устройства СВЧ», «Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона», «Проектирование приемо-передающих модулей», а также преддипломной практики.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>1</sup>**

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
<i>Современные антенные устройства ПКС-1</i>				
<i>Математические методы прикладной электродинамики ПКС-1</i>				
<i>Радиоприемные устройства СВЧ ПКС-1</i>				
<i>СВЧ микроэлектроника ПКС-1</i>				
<i>Автоматизированное проектирование ВЧ и</i>				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
<i>СВЧ устройства ПКС-1</i>				
<i>Технология производства СВЧ устройств ПКС-1</i>				
<i>Теория и техника СВЧ измерений ПКС-1</i>				
<i>Математическое моделирование СВЧ измерений ПКС-1</i>				
<i>Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона ПКС-1</i>				
<i>Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона ПКС-1</i>				
<i>Электромагнитная совместимость ПКС-1</i>				
<i>Помехозащищенность радиосистем ПКС-1</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>				
<i>Преддипломная ПКС-1</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-1</i>				
<i>Современные антенные устройства ПКС-2</i>				
<i>Современные технологии программирования ПКС-2</i>				
<i>Радиоприемные устройства СВЧ ПКС-2</i>				
<i>СВЧ микроэлектроника ПКС-2</i>				
<i>Автоматизированное проектирование ВЧ и СВЧ устройств ПКС-2</i>				
<i>Технология производства СВЧ устройств ПКС-2</i>				
<i>Теория и техника СВЧ измерений ПКС-2</i>				
<i>Математическое моделирование СВЧ измерений ПКС-2</i>				
<i>Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона ПКС-2</i>				
<i>Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового</i>				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
<i>диапазона ПКС-2</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-2</i>				
<i>Преддипломная ПКС-2</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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать:	Уметь:	Владеть:	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
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.	Знать: основные методы и алгоритмы организации программных антенных систем миллиметрового диапазона.	Уметь: решать задачи проектирования и реализации программных антенных систем миллиметрового диапазона с учетом их выполнения в реальном времени, диагностировать и оценивать техническое состояние радиоэлектронных комплексов.	Владеть: инструментальными средствами для проведения научных исследований в области устройств СВЧ и антенн, осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по теме планируемых исследований..	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», решает задачи по анализу способов построения антенных систем миллиметрового диапазона с учетом возникающих сложностей при проектировании топологий антенн и антенно-фидерных устройств						
ПКС-2. Способен 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,	ИПКС-2.3. Проводит экспериментальные исследования с применением современных средств и методов, устраняет неисправности, возникшие в процессе эксплуатации устройств СВЧ и антенн.	Знать: методы организации и проведения экспериментальных исследований антенных устройств с применением современных средств и методов.	Уметь:проводить экспериментальные исследования антенных устройств с применением современных средств и методов, использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронных комплексов.	Владеть:методами проведения экспериментальных исследований антенных устройств, выполнением устранения неисправностей, возникших в процессе эксплуатации радиоэлектронных комплексов.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования

включая стандартные пакеты прикладных программ			плексов.			
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС <u>06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)»</u> ), решает задачи осуществления математического и электродинамического моделирований полученных топологий устройств и сравнительного анализа теоретических и практических данных						

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зач.ед. 36 часа, распределение часов по видам работ 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	
		4 сем	
<b>Формат изучения дисциплины</b>		с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>36</b>	<b>36</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	
занятия лекционного типа (Л)	17	17	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)			
лабораторные работы (ЛР)			
<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>15</b>	<b>15</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.)	15	15	
Подготовка к зачёту (контроль)			

### 1.4. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов

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			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.3	<b>Раздел 1. Основные характеристики и способы построения антенн</b>				Проработка учебного материала [6.1.1], [6.1.2]	Ознакомление и	Интерактивная лекция				
	<b>Тема 1.1. Первичные и вторичные</b>	2			2						

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									
	<b>параметры антенн</b>					проработка материалов учебных пособий и учебников							
	<b>Тема 1.2. Типы антенн</b>	2			2	Ознакомление и проработка материалов учебных пособий и учебников	Интерактивная лекция						
	<b>Тема 1.3 Основные способы построения антенных решеток</b>	3			2	Ознакомление и проработка материалов учебных пособий и учебников	Мозговой штурм						
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>7</b>			<b>6</b>								
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.3	<b>Раздел 2. Особенности проектирования антенных систем</b>					Проработка учебно-го материала [6.1.3], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.2]							
	<b>Тема 2.1. Достоинства и недостатки применения микрополосковой технологии</b>	2			1	Ознакомление и проработка материалов учебных пособий и учебников	Интерактивная лекция						

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							
	<b>Тема 2.2.Итерационный подход к проектированию антенных систем миллиметрового диапазона</b>	3			3	Ознакомление и проработка материалов учебных пособий и учебников	Интерактивная лекция		
	<b>Тема 2.3 Вводимые ограничения при проектировании антенн на базе микрополосковой технологии</b>	2			2	Ознакомление и проработка материалов учебных пособий и учебников	Мозговой штурм		
	<b>Тема 2.4 Проблема широкополосности при проектировании патч-антенн</b>	3			3	Ознакомление и проработка материалов учебных пособий и учебников	Мозговой штурм		
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>10</b>			<b>9</b>				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	17			15				

## **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		Практические занятия		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
6.	Основные характеристики и способы построения антенн	ПКС-1, ИПКС-1.1	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Проверочная работа по материалу изученного раздела	Ознакомление с материалами лекций и рекомендованной литературой	Опрос в процессе лекции
7.	Особенности проектирования антенных систем	ПКС-1, ИПКС-1.1 ИПКС-2.3	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Проверочная работа по материалу изученного раздела	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
«Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона»	ПКС-1, ПКС-2	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к зачету	Разработка топологий антенн и антенно-фидерных устройств	Задания к зачету

Таблица 5.3 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера заданий
1	ПКС-1	1-15
2	ПКС-2	1-15

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

## 6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5.4 - При текущем контроле и оценка выполнения проверочных работ

Шкала оценивания	Зачет
85-100	Зачтено
70-84	Зачтено
60-69	Зачтено
0-59	Не зачтено

При промежуточной аттестации выставляется зачет без оценки (зачтено).

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			
		Отсутствие усвоения	Не полное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение
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 основные способы построения антенных систем	Фрагментарные, поверхностные знания, обеспечивающие поверхностное понимание проблем и особенности реализации топологии антенн	Знание учебного материала на достаточно высоком уровне и умение реализовывать модели для решения различных задач, связанных с антennами миллиметрового диапазона	Полное знание учебного материала и умение оперировать ими для решения задач повышенной сложности
ПКС-2. Способен выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием разработанных и программируемых алгоритмов решения задач на основе современных языков программирования или имеющихся средств исследования, включая стандартные пакеты прикладных программ	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 освоена методология исследования устройств СВЧ	Фрагментарные, поверхностные знания по проблематике, связанной с разработкой антенных систем миллиметрового диапазона	Знание методов анализа математических моделей; реализация заданных моделей в САПР и грамотный анализ получаемых данных	Имеет глубокие знания по курсу дисциплины и легко оперирует полученными знаниями для решения задач, связанных с проектированием антенных систем миллиметрового диапазона; тщательно проработал материалы рекомендованной учебной литературы; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Таблица 7 - Критерии оценивания

Критериоценивания	
незачтено	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет предложенные задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий
зачтено	Способен логично мыслить, системно излагать изученный материал курса, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Может допускать единичные ошибки в решении проблем

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

- 6.1.1 Диаграммообразование в антенных решётках: монография / И. Б. Венчик, О. Г. Венчик, Д. С. Козлов [и др.]. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020. — 112 с. — ISBN 978-5-9221-1905-4.
- 6.1.2 Григорьев, А. Д. Электродинамика и микроволновая техника : учебник / А. Д. Григорьев. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 704 с. — ISBN 978-5-8114-0706-4.
- 6.1.3 Башкиров, А. И. Электродинамика и микроволновая техника : учебное пособие / А. И. Башкиров. — Москва : ТУСУР, 2012. — 20 с.

7.1.1. 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

### 7.2.Справочно-библиографическая литература

— учебники и учебные пособия

- 6.1.4 Миллер, Г. Антенны. Практическое руководство : руководство / Г. Миллер. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2012. — 480 с. — ISBN 978-5-94387-816-9.
- 6.1.5 Илларионов Ю.А., Тимофеев Е.П. Устройства СВЧ и антенны: учеб. пособие/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева. — Нижний Новгород, 2012. – 85 с.

### 7.3.Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.1.6 Журнал “Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника”. <https://re.eltech.ru/jour/index>
- 6.1.7 Журнал“Известия высших учебных заведений России. Радиофизика”.<https://radiophysics.unn.ru/>
- 6.1.8 Журнал “Радиотехника и электроника”.<https://sciencejournals.ru/journal/radel/>

### 7.4.Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению самостоятельных работ по дисциплине «Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона» в бумажном варианте находятся на кафедре «Информационные системы», в библиотеке НГТУ им. Р.Е.Алексеева. Электронные варианты методических указаний по выполнению практических работ могут быть отправлены на электронные адреса групп.

- 6.1.9 Антенные решётки : учебное пособие / В. В. Смирнов, А. А. Сорокин, С. Ю. Страхов, Н. В. Сотникова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 81 с. — ISBN 978-5-85546-842-7.
- 6.1.10 Горбачев, А. П. Многолучевые фазированные антенные решётки с излучателями дипольного вида : учебное пособие / А. П. Горбачев. — Новосибирск : НГТУ, 2021. — 47 с. — ISBN 978-5-7782-4432-0.
- 6.1.11 Башкиров, А. И. Электродинамика и микроволновая техника : учебное пособие / А. И. Башкиров. — Москва : ТУСУР, 2012. — 20 с.

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого и лицензионного 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	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

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

Таблица 9.1 - Программное обеспечение (ПО), используемое студентами очной формы обучения

<b>лицензионное ПО, с указанием реквизитов подтверждающего документа</b>	<b>ПО свободного распространения</b>
1. Windows 7 ProSP1 (подпись DreamSpark-Premium, договорот 21.10.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296); 3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020); 4. Программа для ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. SignalProcessing Toolbox. DSPSystemToolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14) 4. PathWave ADS Core, EM Design, Layout, RFPro (номер сертификата 9DZ8-9G7E)	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> Zoom для дистанционного обучения, ссылка отправляется преподавателем

### **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

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	<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>
	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</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» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
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

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<b>5414</b> компьютерный класс для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28Л, корп. 5	Персональные компьютеры, Intel Core3/4 Gb RAM/HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, без подключения к интернету Посадочных мест - 12.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Windows 7 Pro SP1 (подписка Dream Spark Premium, договорот 21.10.14);</li> <li>• Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296);</li> <li>• Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17);</li> <li>• 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).</li> </ul>
2	<b>5415</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанско ш., 12)	Персональные компьютеры, Intel Core3/4 Gb RAM/HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, без подключения к интернету Посадочных мест - 10.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Windows 7 Pro SP1 (подписка Dream Spark Premium, договорот 21.10.14);</li> <li>• Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296);</li> <li>• Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17);</li> </ul> <p>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).</p>

## 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 «Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса может сопровождаться компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, акти-

вировать их деятельность при освоении материала. Электронные материалы лекций в период дистанционного обучения отправляются по электронной почте на адреса групп и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях 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, возникающие при самостоятельной работе или в процессе лекций, подробно разбираются с предоставлением дополнительных примеров и пояснений. Проводятся 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 сформированности компетенции 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.

**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 предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблицы 4.1, 4.2, 4.3). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к выполнению заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

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

Лабораторные работы по дисциплине «Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона» не предусматривается учебным планом.

### **10.4 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

- проверочные работы для студентов очной формы обучения;
- зачет без оценки.

#### **11.1.1 Типовые задания для лабораторных работ**

Лабораторные работы по дисциплине «Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона» не предусматривается учебным планом.

#### **11.1.2 Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета без оценки для студентов очной формы обучения**

1. Основные параметры антенн. Первичные и вторичные параметры
2. Основные типы антенн. Достоинства и недостатки
3. Выбор оптимального способа построения антенной системы миллиметрового диапазона
4. Особенности реализации топологии антенн и антенно-фидерного тракта на базе микрополосковой линии передачи
5. Способы запитывания излучающих элементов антенных решеток и проблемы, связанные с использованием данных подходов
6. Ограничения и особенности применения амплитудного распределения при проектировании излучающих элементов антенн
7. Решение задачи по обеспечению требуемого уровня развязки каналов антенны

8. Способ построения топологии антенной решетки, реализующий высокий уровень углового разрешения при сохранении однозначности измерения координат целей
9. Согласующие цепи в миллиметровом диапазоне. Ограничения и особенности применения в топологиях антенн
10. Обеспечение широполосности согласования в антенах миллиметрового диапазона
11. Выбор оптимального расположения на плате элементов антенной решетки, антенно-фидерного тракта и приемо-передающих модулей относительно друг друга
12. Особенности проектирования антенн, возникающие при использовании в качестве модели ограниченной в пространстве структуры
13. Проектирование переходных отверстий. Требования, предъявляемые к данным структурным элементам и вводимые при этом ограничения
14. Метод моментов. Описание, особенности и область применения. Достоинства и недостатки
15. Метод конечных элементов. Описание, особенности и область применения. Достоинства и недостатки
16. Проблема формирования луча с заданными характеристиками излучения при проектировании антенно-фидерного тракта
17. Выбор оптимальной топологии антенной решетки, обеспечивающей развязку по поляризации
18. Технологические ограничения, предъявляемые к антенным устройствам миллиметрового диапазона
19. Особенности использования экранирующих поверхностей в структуре антенн
20. Способы уменьшения УБЛ и подавления интерференционных максимумов ДН антennы

В полном объеме оценочные средства имеются на кафедре «Информационные радиосистемы». Оценочные средства могут быть получены по требованию.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИРИТ

“ \_\_\_\_ ” 201\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

« \_\_\_\_\_ »  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} \_\_\_\_\_

Направленность: \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_

Год начала подготовки: \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_\_\_

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) .....;

2) .....;

3) .....

Разработчик (и): \_\_\_\_\_ (ФИО, ученая степень, ученое звание) «\_\_» \_\_\_\_ 2021\_г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ИРС

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_ 2021г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ИРС \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_ 2021г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_ 2021 г.