

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

---

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики  
и технической физики им. академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:

Легчанов М.А.

“20” июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.2.2. Антенно-фидерные устройства**

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Выпускающая кафедра: ФТОС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины: 252/7

часов/з.е

Промежуточная аттестация: зачет с оценкой

Разработчик: Тимофеев Е.П., к.т.н., профессор

Нижний Новгород

2023

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 г. № 930 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 06.04.2023 г. № 16.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 01 июня 2023 г. № 35.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. \_\_\_\_\_

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 20 июня 2023 г. № 5.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-О-44.  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Кабанина Н.И.  
*(подпись)*

## **Оглавление**

<b>ОГЛАВЛЕНИЕ .....</b>	<b>2</b>
<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>3</b>
1.1. Цель освоения дисциплины .....	3
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) .....	3
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</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 .....	11
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>25</b>
6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда .....	25
6.2. Справочно-библиографическая литература .....	25
6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	26
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>26</b>
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) .....	26
7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	26
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>27</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>28</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>28</b>
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	28
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа .....	29
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах .....	30
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях .....	30
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	30
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>32</b>
11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ .....	32
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена .....	32
11.3. Типовые задания для текущего контроля .....	33

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

**1.1. Целью освоения дисциплины являются** формирование у студентов компетенций в области техники СВЧ и антенн и общих представлений о принципах действия функциональных устройств, применяемых в технике сверхвысоких частот, базирующихся на основных положениях электродинамики.

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

- Ознакомление студентов с основными параметрами и характеристиками устройств техники СВЧ и изучение методов их расчета.
- Ознакомление с теоретическими основами работы функциональных схем и устройств техники СВЧ и их элементов.
- Формирование у студентов навыков системного подхода к проектированию на основе САПР современных трактов и устройств СВЧ

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

Учебная дисциплина «Техника СВЧ» включена в перечень, вариативной части дисциплин (формируемой участниками образовательных отношений) по выбору (запросу студентов), направленный на углубление уровня освоения компетенций. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика», «Уравнения математической физики», «Дифференциальные уравнения», «Электромагнитные поля и волны».

Дисциплина «Техника СВЧ» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Оптические цифровые телекоммуникационные системы», «Метрология в оптических телекоммуникационных системах».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи:

ПКС-2: Способен проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и патентоспособности и определения показателей технического уровня проектируемых сетей, сооружений, оборудования, инфокоммуникационных средств и услуг;

ПКС-3: Способен проектировать и модернизировать отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем;

ПКС-4: Способен составлять описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений;

ПКС-6: Способен проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи;

ПКС-10: Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования.

Формирование указанной компетенции размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ПКС-2</b>								
Ознакомительная практика								
Техника СВЧ								
Антенны								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Выполнение и защита ВКР								
<b>ПКС-3</b>								
Сети связи и системы коммутации								
Схемотехника телекоммуникационных устройств								
Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства								
Фотоника								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Техника СВЧ								
Антенны								
Выполнение и защита ВКР								
<b>ПКС-4</b>								
Сети связи и системы коммутации								
Электропитание устройств систем телекоммуникаций								
Техника СВЧ								
Антенны								
Оптические направляющие среды								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								
<b>ПКС-6</b>								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Преддипломная практика								
Техника СВЧ								
Антенны								
Выполнение и защита ВКР								
<b>ПКС-10</b>								
Оптические направляющие среды								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Антенно-фидерные устройства								
Антенны и устройства СВЧ								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Метрология в оптических телекоммуникационных системах								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

### 3.2. 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	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
ПКС-2. Способен проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и патентоспособности и определения показателей технического уровня проектируемых сетей, сооружений, оборудования, инфокоммуникационных средств и услуг	ИПКС-2.1. Осуществляет патентный поиск и сбор научно-исследовательской информации.	<b>Знать:</b> - способы поиска научно-исследовательской информации.	<b>Уметь:</b> - привлекать для поиска научно-исследовательской информации современные средства информатизации и базы знаний.		Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-2.2. Осуществляет анализ и систематизацию научно-исследовательской информации.			<b>Владеть:</b> - навыками систематизации научно-исследовательской информации, полученной в ходе исследования.	Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-2.3. Определяет показатели технического уровня проектируемого оборудования.			<b>Владеть:</b> - навыками определения показателей технического уровня проектируемых устройств техники СВЧ.	Контрольные работы	Экзаменационные задачи
ПКС-3. Способен проектировать и модернизировать отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем	ИПКС-3.1. Ориентируется в тенденциях развития современных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.	<b>Знать:</b> - современные тенденции и перспективы развития техники СВЧ; - области и перспективы применения изучаемых устройств и приборов техники			Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы

		СВЧ.				
	ИПКС-3.2. Проектирует и модернизирует отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы построения, параметры и характеристики изучаемых устройств и приборов техники СВЧ.</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять электродинамические методы для расчёта параметров и характеристик элементов и устройств техники СВЧ;</li> <li>- осуществлять моделирование устройств техники СВЧ, с применением систем автоматизированного проектирования.</li> </ul>		Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
	ИПКС-3.3. Оценивает характеристики спроектированных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.			<b>Владеть:</b>		
ПКС-4. Способен составлять описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений	ИПКС-4.1. Формулирует принципы действия проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструкции типовых элементов тракта СВЧ (согласующих устройств, делителей мощности, направленных ответвителей, аттенюаторов, соединительных элементов и т.д.);</li> <li>- конструкции невзаимных СВЧ устройств (вентилей и циркуляторов);</li> <li>- функциональные значения и принципы действия СВЧ-устройств;</li> </ul>		<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных системах СВЧ.</li> </ul>	Вопросы для устного собеседования: лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- роль трактов СВЧ в обеспечении задач приема, передачи и обработки сигналов в радиосистемах;</li> <li>- фундаментальные ограничения на параметры систем в соответствующем диапазоне волн и при заданной ширине рабочей полосы.</li> </ul>				
	ИПКС-4.3. Обосновывает принятые технические решения при выборе той или иной структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.		<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обосновать выбор той или иной конструкции СВЧ-устройства для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками.</li> </ul>		Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
ПКС-6. Способен проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи	ИПКС-6.2. Проводит технические расчеты по проектам.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электродинамические методы и алгоритмы расчета элементов и устройств техники СВЧ.</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять математические модели направляющих структур и узлов техники СВЧ;</li> <li>- использовать математические модели базовых элементов СВЧ при проектировании устройств техники СВЧ.</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования автоматизированного проектирования при расчете параметров, характеристик и конструкций устройств техники СВЧ.</li> </ul>	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
ПКС-10. Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и	ИПКС-10.1. Формулирует принципы метрологического обеспечения оптических сетей.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы измерения параметров СВЧ-устройств.</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить экспериментальные исследования характеристик устройств СВЧ.</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками практической работы с устройствами СВЧ различных диапазонов волн и трактами их питания.</li> </ul>	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы

активного сетевого обо-рудования.						
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. 252 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего	В т.ч. в семестре
	час.	7 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>		очная
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	<b>252</b>	<b>252</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>109</b>	<b>109</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	34	34
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
курсовая работа ( <b>проект</b> ) (КР/КП) (консультация, защита)	3	3
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>143</b>	<b>143</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
Курсовой проект (КП) (подготовка)	36	36
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.)	107	107
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)		

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
7 семестр											
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2	Раздел 1. Линии передачи СВЧ.						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; 4. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.  При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий	Конспект лекций			
	Тема 1.1. Основные типы линий передачи и их параметры.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]					
	Практическое занятие 1. Расчет передаваемой и допустимой мощностей в волноводных линиях передачи.			2,0	3,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.2]					
	Тема 1.2 Расчет передаваемой мощности в линиях передачи. Пропускная способность.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]					
	Тема 1.3. Потери в волноводах. Расчет коэффициента затухания линий передач.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]					
	Практическое занятие 2. Расчет коэффициента затухания линий передач (коаксиальный кабель, волноводы)			3,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.2]					
	Тема 1.4. Режимы работы линий передачи и трансформация со-противления в них.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2]					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия								
	Лабораторная работа 1. Элементы волноводного тракта		5,0		5,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.2.3]		возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.				
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:											
	реферат, эссе (тема)											
	расчётно-графическая работа (РГР)											
	контрольная работа											
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2	Итого по 1 разделу	7.0	5,0	5,0	16,0							
	Раздел 2. Основные элементы и устройства трактов СВЧ											
	Тема 2.1. Расчет элементов и устройств СВЧ на полосковых линиях. Современные методы инженерного расчета.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль;					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
	<b>Тема 2.2.</b> Ступенчатые и плавные переходы для широкополосного согласования активных нагрузок	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	5. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания;				
	<b>Тема 2.3</b> Направленные ответвители, мосты СВЧ, аттенюаторы, фазовращатели.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	5. Физический диктант, блиц-опрос;				
	<b>Практическое занятие 3.</b> Расчет ступенчатых переходов Чебышева и Баттерворта			3,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1]	7. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.				
	<b>Практическое занятие 4.</b> Расчет добротности объемных резонаторов СВЧ и открытых полосковых резонаторов.			2,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.2]	При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.				
	<b>Лабораторная работа 2. Согласование нагрузки в диапазоне СВЧ.</b>		6,0		6,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.2.3]					
	<b>Практическое занятие 5.</b> Расчет возбуждающих устройств волноводных линий передачи.			2,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2]					
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:</b> реферат, эссе (тема)										
	<b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>										
	<b>контрольная работа</b>										

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия								
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>	<b>7,0</b>	<b>16,0</b>							
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2	<b>Раздел 3. Матричное описание многополюсников СВЧ.</b>											
	Тема 3.1 Матрицы многополюсников СВЧ. Основные определения и виды матриц.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]						
	Практическое занятие 6. Матрицы рассеяния и передачи последовательного и параллельного включения сопротивления между двумя линиями.			2,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.2], [6.2.4]						
	Тема 3.2. Матричное описание декомпозиционных элементов устройств СВЧ. Принцип декомпозиции.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]						
	Лабораторная работа 3. Моделирование и синтез микрополосковых устройств.		5,0		5,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.3], [6.1.4], [6.1.1], [6.2.3]						
	Тема 3.3. Моделирование и расчет базовых элементов устройств СВЧ.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия								
	Практическое занятие 7. Составление матриц рассеяния направленного ответителя и двойного тройника.			3,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4], [6.2.2], [6.2.4]						
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:											
	реферат, эссе (тема)											
	расчётно-графическая работа (РГР)											
	контрольная работа											
	Итого по 3 разделу	6,00	5,00	5,00	15,00							
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2	Раздел 4. Частотные фильтры СВЧ.											
	Тема 4.1. Классификация и основные типы частотных фильтров СВЧ. Общая методика расчета.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]						
	Практическое занятие 8. Расчет частотных фильтров СВЧ. Метод прототипных схем.			2,5	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2], [6.2.4]						
	Тема 4.2. Методика расчета фильтра СВЧ низких частот на полосковых линиях.	1,5			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]						
	Тема 4.3. Основные типы волн в полосковых и микрополосковых линиях. Классификация и область применения.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1], [6.1.4]						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия						
	<b>Практическое занятие 9.</b> Расчет параметров полосковых и микрополосковых линий передачи.			2,5	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.1],				
	<b>Тема 4.4.</b> Расчет фильтров СВЧ с частотными характеристиками Чебышева и Баттервортса.	1,5			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1], [6.1.4]				
	<b>Практическое занятие 10.</b> Фильтр СВЧ в виде отрезков длинной линии.			2,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],				
	<b>Лабораторная работа 4. Частотные фильтры СВЧ.</b>		6,0		6,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.2.3]				
	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b> реферат, эссе (тема)									
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>									
	<b>контрольная работа</b>									
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>7,00</b>	<b>6,00</b>	<b>7,00</b>	<b>20,00</b>					
	<b>Раздел 5. Ферриты в устройствах СВЧ и антенных системах</b>									
	<b>Тема 5.1.</b> Свойства ферритов. Применение ферритов в волноводных и передающих трактах, антенных системах.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	<b>Тема 5.2.</b> Эффект Фарадея	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	<b>Практическое занятие 11.</b> Фер-			2,5	8,0	Подготовка к практиче-				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия						
	ритовые устройства в волноводах.					ским занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],				
	<b>Тема 5.3.</b> Устройства СВЧ с продольно намагниченным ферритом: ферритовый вентиль, циркулятор, делитель мощности на эффекте Фарадея.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	<b>Практическое занятие 12.</b> Резонансный вентиль и вентиль со смещением поля в прямоугольном волноводе.			2,5	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.1] [6.2.2],				
	<b>Лабораторная работа 5. Ферриты в устройствах СВЧ.</b>		6,0		8,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.2.3]				
	<b>Практическое занятие 13.</b> Расчет частично заполненных прямоугольных волноводов.			2,5	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],				
	<b>Тема 5.4.</b> Устройства СВЧ с поперечно намагниченным ферритом: циркуляторы, фазовращатели.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3] [6.2.4]				
	<b>Лабораторная работа 6. Парabolicкая антенна.</b>		6,0		8,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.3], [6.2.2], [6.2.4]				
	<b>Практическое занятие 14.</b> Способы сканирования луча парabolicкой антенны. Волноводный переключатель мощности, использующий эффект Фарадея.			2,5	4,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.3], [6.2.4] [6.2.2],				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:</b> реферат, эссе (тема)									
	расчёто-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	<b>Итого по 5 разделу</b>	<b>8,00</b>	<b>12,00</b>	<b>10,00</b>	<b>40,00</b>					
	<b>Курсовой проект (КП)</b>				<b>36,00</b>					
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>34,00</b>	<b>34,00</b>	<b>34,00</b>	<b>143,00</b>					

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ и примеры заданий для контрольных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета в 7 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Физика и техника оптической связи».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Контрольная неделя</b>	<b>Зачет</b>
40<R≤50	Отлично	
30<R≤40	Хорошо	зачет
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по «зачет», «незачет».

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» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-2. Способен проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и патентоспособности и определения показателей технического уровня проектируемых сетей, сооружений, оборудования, инфокоммуникационных средств и услуг	ИПКС-2.1. Осуществляет патентный поиск и сбор научно-исследовательской информации.	Не знает способы поиска научно-исследовательской информации . Не умеет привлекать для поиска научно-исследовательской информации современные средства информатизации и базы знаний.	Знает способы поиска научно-исследовательской информации. Может привлекать для поиска научно-исследовательской информации современные средства информатизации и базы знаний. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает способы поиска научно-исследовательской информации. Умеет привлекать для поиска научно-исследовательской информации современные средства информатизации и базы знаний. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает способы поиска научно-исследовательской информации. Умеет привлекать для поиска научно-исследовательской информации современные средства информатизации и базы знаний. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
	ИПКС-2.2. Осуществляет анализ и систематизацию научно-исследовательской информации.	Не владеет навыками систематизации научно-исследовательской информации, полученной в ходе исследования.	Владеет навыками систематизации научно-исследовательской информации, полученной в ходе исследования. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет навыками систематизации научно-исследовательской информации, полученной в ходе исследования. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет навыками систематизации научно-исследовательской информации, полученной в ходе исследования. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
	ИПКС-2.3. Определяет показатели технического уровня проектируемого оборудования.	Не владеет навыками определения показателей технического уровня проектируемых устройств техники СВЧ.	Владеет навыками определения показателей технического уровня проектируемых СВЧ устройств. Слабо знаком с современным состоянием исследова-	Владеет навыками определения показателей технического уровня проектируемых устройств техники СВЧ. Хорошо знаком с современным состоянием исследований	Владеет навыками определения показателей технического уровня проектируемых устройств техники СВЧ. Отлично знаком с современным состоянием исследований

			менным состоянием исследований в указанных областях знаний.	ний в указанных областях знаний.	ний в указанных областях знаний.
ПКС-3. Способен проектировать и модернизировать отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем	ИПКС-3.1. Ориентируется в тенденциях развития современных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.	Не знает современные тенденции и перспективы развития техники СВЧ.	Знает современные тенденции и перспективы развития техники СВЧ. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает современные тенденции и перспективы развития техники СВЧ. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает современные тенденции и перспективы развития техники СВЧ. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
	ИПКС-3.2. Проектирует и модернизирует отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем.	Не умеет осуществлять моделирование устройств и схем техники СВЧ, в том числе с привлечением автоматизированных систем проектирования.	Умеет осуществлять моделирование устройств техники СВЧ, в том числе с привлечением автоматизированных систем проектирования. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет осуществлять моделирование устройств техники СВЧ, в том числе с привлечением автоматизированных систем проектирования. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет осуществлять моделирование устройств техники СВЧ, в том числе с привлечением автоматизированных систем проектирования. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
	ИПКС-3.3. Оценивает характеристики спроектированных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.	Не владеет навыками оценивания характеристик спроектированных устройств и схем техники СВЧ.	Владеет навыками оценивания характеристик спроектированных устройств техники СВЧ. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет навыками оценивания характеристик спроектированных устройств техники СВЧ. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет навыками оценивания характеристик спроектированных устройств техники СВЧ. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
ПКС-4. Способен составлять описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений	ИПКС-4.1. Формулирует принципы действия проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	Не знает конструкции типовых устройств и узлов техники СВЧ. Не владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных устройствах СВЧ.	Знает конструкции типовых устройств техники СВЧ. Владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных устройствах СВЧ. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указан-	Знает конструкции типовых устройств техники СВЧ. Владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных устройствах СВЧ. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает конструкции типовых устройств техники СВЧ. Владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных устройствах СВЧ. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.

			ных областях знаний.		
	ИПКС-4.3. Обосновывает принятые технические решения при выборе той или иной структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	Не умеет обосновать выбор того или иного типа устройства техники СВЧ для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками.	Умеет обосновать выбор того или иного типа устройства техники СВЧ для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет обосновать выбор того или иного типа устройства СВЧ для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет обосновать выбор того или иного типа устройства СВЧ для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
ПКС-6. Способен проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи	ИПКС-6.2. Проводит технические расчеты по проектам.	Не знает систему параметров элементов и устройств техники СВЧ; - методы расчета типовых устройств техники СВЧ.  Не умеет производить расчеты основных характеристик устройств техники СВЧ.  Не владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете характеристик согласования элементов и устройств техники СВЧ.	Знает систему параметров элементов и устройств техники СВЧ; - методы расчета типовых устройств техники СВЧ.  Умеет производить расчеты основных характеристик устройств техники СВЧ.  Владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антенн.  Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает систему параметров элементов и устройств техники СВЧ; - методы расчета типовых устройств техники СВЧ.  Умеет производить расчеты основных характеристик устройств техники СВЧ.  Владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антенн.  Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает систему параметров элементов и устройств техники СВЧ; - методы расчета типовых устройств техники СВЧ.  Умеет производить расчеты основных характеристик устройств техники СВЧ.  Владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антенн.  Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
ПКС-10. Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого обо-	ИПКС-10.1. Формулирует принципы метрологического обеспечения оптических сетей.	Не знает методы измерения параметров устройств техники СВЧ . Не умеет проводить экспериментальные исследования характеристик устройств техники СВЧ.  Не владеет навыками практической работы с	Знает методы измерения параметров устройств техники СВЧ.  Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик устройств техники СВЧ.  Владеет навыками практической работы с	Знает методы измерения параметров устройств техники СВЧ.  Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик устройств техники СВЧ.  Владеет навыками практической работы с устройствами	Знает методы измерения параметров устройств техники СВЧ.  Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик устройств техники СВЧ.  Владеет навыками практической работы с устройствами

рудования		устройствами техники СВЧ и трактами их питания различных диапазонов волн.	устройствами техники СВЧ и трактами их питания различных диапазонов волн. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	техники СВЧ и трактами их питания различных диапазонов волн. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	техники СВЧ и трактами их питания различных диапазонов волн. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
-----------	--	---	--	--	---

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, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1.	Нефедов, Е.И.	Устройства СВЧ и антенны	М.: Академия, 2009	Учебное пособие	30
6.1.2.	Д. И. Воскресенский [и др.]	Устройства СВЧ и антенны	М.: Радиотехника, 2008	Учебник	30
6.1.3.	Карахин, О.И., Б. А. Левитан, А.П. Кузнецов	Стационарные антенны. Расчет и проектирование конструкций	М.: Машиностроение, 2014	Учебник	5
6.1.4.	Ю.А. Иларионов, Е.П. Тимофеев.	Устройства СВЧ и антенны, часть 1	Нижний Новгород Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева 2007.	Учебное пособие	241

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1.	Ю.А. Иларионов, Е.П. Тимофеев.	Устройства СВЧ и антенны, часть 2	Нижний Новгород Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева 2011.	Учебное пособие	247
6.2.2.	В.А. Неганов, Д.С. Клюев, Д.П. Табаков	Устройства СВЧ и антенны Ч.1, 2	М.: URSS, 2013. М.: URSS, 2014.	Учебник	12 (6+6)

6.2.3.	В.А. Бажилов и др / под ред. Г.И. Шишкова	Устройства СВЧ и КВЧ в радиоизмерительной технике	Н.Новгород: НГТУ, 2015	Учебное пособие	15
6.2.4.	Под ред. А.Ю. Гривенцева	Устройства СВЧ и антенные системы: Кн.1 : Антенные системы локации, навигации и радиосвязи	М. Радиотехника, 2013	Учебник	3

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

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Антенно-фидерные устройства» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Антенно-фидерные устройства».

6.3.2. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Антенно-фидерные устройства». Общие требования и правила оформления отчета.

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Антенно-фидерные устройства»

6.3.4. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Антенно-фидерные устройства»

6.3.5. Методические рекомендации по выполнению курсового проекта по дисциплине «Антенно-фидерные устройства».

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

### **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. С экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openedu.ru/>. – Загл. с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. С экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. С экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

## **7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

<b>№</b>	<b>Наименование ЭБС</b>	<b>Ссылка, по которой осуществляется доступ 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>

В таблице 10 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.

Таблица 9 – 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>
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>
2	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 таблице 10 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 10 – 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**

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Лабораторные работы проводятся в 1 корпусе в оснащённой необходимым оборудованием лаборатории: аудитория 1219 Лаборатория «Техника СВЧ» – 6 лабораторных работ:

- 1) комплект устройств для изучения параметров и характеристик директорной антенны;
- 2) комплект устройств для изучения параметров и характеристик щелевой волноводной антенны;
- 3) комплект устройств для изучения параметров и характеристик рупорных и линзовых антенн;
- 4) комплект устройств для измерения коэффициента усиления рупорной антенны;
- 5) комплект устройств для изучения принципа действия зеркальной параболической антенны и методами сканирования луча;
- 6) комплект устройств для изучения конструкций и принципа действия основных элементов фидерного тракта предназначенных для питания антенн.

**Лаборатория «Техника СВЧ» (ауд. 1219) имеет шесть комбинированных лабораторных установок, включающих в себя:**

- 1) генератор ГЧ -37А;
- 2) стрелочный амперметр М24;
- 3) кристаллические генераторы К-54, К-72;
- 4) блок питания Б5-12;
- 5) мост термисторный Я2М-64;
- 6) осциллограф С1-48Б;**
- 7) индикатор КСВ и ослаблений Я2Р-67(2);
- 8) макеты лабораторных работ.**

## **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.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Техника СВЧ», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, 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 над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, 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 компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой 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 задачами, вопросами и другими видами заданий, 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 стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих 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.

## **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 (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения 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**

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

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответства 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 практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

### **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 (указано в таблице 11). 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.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

### **10.6. Методические указания для выполнения курсового проекта**

Выполнение курсового проекта способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по расчету антенн, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

В процессе выполнения курсового проекта при изучении дисциплины «Антенные» студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы.

тельной работы (указано в таблице 11). 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.

Развернутые методические рекомендации по выполнению курсового проекта студентами находятся на кафедре «ФТОС». В методических рекомендациях по выполнению курсового проекта сформулированы:

- Цели и задачи курсового проектирования;
- Выбор темы курсового проектирования;
- Организация, выполнение и руководство курсовым проектированием;
- Структура и содержание курсового проекта. Методические указания по выполнению основных разделов;
- Требования к оформлению курсового проекта;
- Порядок сдачи и защиты курсового проекта.

### **Примерная тематика курсовых проектов**

#### **Задание 1. Расчет широкополосного согласующего устройства.**

##### **Ступенчатые переходы Чебышева и Баттервортса.**

Рассчитать широкополосные согласующие устройства на базе Чебышевского ступенчатого перехода и перехода с максимально плоской характеристикой (переход Баттервортса).

Согласующие переходы выполняются на базе либо коаксиальной линии, либо на полосковой

(симметричной или несимметричной) линии, либо на прямоугольном волноводе.

Исходные данные для расчета.

1. Задан тип линии (коаксиальная линия).
2. Значения размеров проводников двух согласуемых линий –  $a_1, a_2, b_1, b_2$ .
3. Относительная диэлектрическая проницаемость среды заполнения -  $\epsilon$ .
4. Допуск на рассогласование в полосе пропускания -  $|\Gamma|_{\max}$ .
5. Границные длины волн полосы пропускания – ( $\lambda_1, \lambda_2$ ).
6. Числовые значения исходных данных представлены в таблице

Таблица 11 – Исходные данные для расчета ступенчатых переходов на коаксиальных линиях.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$a_1, \text{мм}$	4	5	9	3	8	3	6	5	4	3
$a_2, \text{мм}$	1	2	5	1	2	1	1	1	0,5	0,5
$b_1=b_2=b, \text{мм}$	5	8	10	5	10	6	10	7	6	4
$\epsilon$	4	9	9	4	4	9	4	4	9	9

$ \Gamma _{\text{max}}$	0,02	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05
$\lambda_1, \text{мм}$	30	20	20	45	50	30	40	30	40	60
$\lambda_2, \text{мм}$	50	55	65	90	90	90	90	90	80	80

Таблицы числовых данных для расчета ступенчатых переходов на полосковых линиях и на прямоугольных волноводах находятся в комплексе методических материалов по изучаемому курсу [6.1.4], [6.2.1].

Требуется:

1. Определить параметры чебышевского ступенчатого перехода и перехода с максимальной плоской характеристикой (переход Баттервортса); длину и число ступенек, их волновые сопротивления, геометрические размеры ступенек, длину переходов.
2. Рассчитать на ЭВМ зависимость модуля коэффициента отражения от перехода ( $|\Gamma|$ ) от длины волны в свободном пространстве ( $\lambda$ ), (для чебышевского перехода и перехода Баттервортса). Изобразить графики  $|\Gamma| = \varphi(\lambda)$ .
3. Привести чертежи рассчитанных ступенчатых переходов Чебышева и Баттервортса.
4. На основании проведенных расчетов и сравнительного анализа двух ступенчатых переходов (Чебышева и Баттервортса), сделать обоснованный выбор оптимального согласующего устройства.

### Задание 2. Расчет волноводной многощелевой антенны.

Рассчитать волноводную многощелевую антенну на базе прямоугольного волновода с основным типом волны. Направление максимального излучения должно быть перпендикулярным стенке волновода, в которой прорезаны щели.

Исходные данные для расчета.

1. Рабочая частота  $f$ .
2. Ширина главного лепестка диаграммы направленности на уровне половинной мощности в плоскости, проходящей через ось волновода –  $\Delta\theta_{0,5}$ .
3. Коэффициент полезного действия антенны  $\eta \geq 0,9$ .
4. Длина фидерной системы –  $l$ .
5. Мощность подводимая к антенне –  $P$ .

Числовые значения исходных данных представлены в таблице

Таблица

	1	2	3	4	5
$f, \text{ГГц}$	3,0	5,0	7,0	8,5	10,0
$\Delta\theta_{0,5}$	$5,5^0$	$4,0^0$	$3,5^0$	$5,0^0$	$2,0^0$

$l, м$	3,0	5,0	10,0	15,0	20,0
$P, кВт$	35	25	20	15	10

Требуется:

1. Сделать обоснованный выбор поперечных размеров волновода, в котором прорезаны щели и типа волноводной щелевой антенны
2. Рассчитать число щелей, их размеры и расположение на стенках волновода.
3. Рассчитать диаграмму направленности в плоскости, проходящей через ось волновода (расчет выполнить с применением ЭВМ).
4. Рассчитать максимальный коэффициент направленного действия.
5. Сделать обоснованный выбор фидерной системы и рассчитать её КПД.

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

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

- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- контрольные работы.

### **11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ**

Контрольные вопросы для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

### **11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой**

#### **11.2.1. Вопросы к зачету, проводимому по окончании седьмого семестра**

1. Основные типы линий передачи и их параметры.
2. Режимы работы линии передачи.
3. Расчет передаваемой мощности в коаксиальном кабелю.
4. Мощность пробоя и допустимая и мощность. Пропускная способность.
5. Расчет коэффициента затухания в направляющих системах.
6. Расчет добротности объемных резонаторов.
7. Расчет коаксиальных резонаторов. Т-колебание.
8. Согласованные нагрузки.
9. Направленные ответвители.
10. Аттенюаторы.
11. Мосты СВЧ.
12. СВЧ-резонаторы.
13. Матричное описание многополюсников СВЧ.
14. Виды волновых матриц и соотношения между ними.
15. Методы анализа устройств СВЧ. Принцип декомпозиции.
16. Матрица рассеяния направленного ответвителя.
17. Матрица рассеяния двойного Т-образного моста.
18. Поперечная и продольная щель в прямоугольном волноводе.

19. Широкополосное согласование. Чебышевский ступенчатый переход.
20. Широкополосное согласование. Ступенчатый переход Баттервортса.
21. Фильтры СВЧ. Основные определения и классификация фильтров.
22. Метод прототипных схем при расчёте фильтров СВЧ.
23. Топология и эквивалентные схемы фильтров СВЧ на базе полосковых линий.
24. Состав и основные свойства ферритов.
25. Эффект Фарадея.
26. Фарадеевский вентиль в круглом волноводе.
27. Резонансный вентиль в прямоугольном волноводе.
28. Вентиль со смещением поля в прямоугольном волноводе.
29. Классификация линий и элементов полосковых трактов СВЧ
30. Основные типы волн в полосковых линиях

### **11.3. Типовые задания для текущего контроля**

Задание 1.

Изобразить картину силовых линий электромагнитного поля Т- волны в симметричной и несимметричной полосковых линий.

Задание 2.

Изобразить картину силовых линий электромагнитного поля основной волны щелевой линии (открытой и экранированной).

Задание 3.

Рассчитать пробивную мощность для прямоугольного волновода, работающего на волне  $H_{10}$ . Сечение волновода – 23x10 мм, рабочая частота -10 ГГц. Заполнение волновода – сухой воздух

Задание 4.

Рассчитать электрическую прочность (пробивную и допустимую мощности) для прямоугольного волновода, работающего на волне  $H_{10}$ . Сечение волновода – 72x34 мм, рабочая частота -3 ГГц. Заполнение волновода – сухой воздух.

Задание 5.

Показать варианты применения двойного Т-моста в схемах измерения на СВЧ и антенных системах.

Задание 6.

Как устроена волноводная измерительная линия? Каким образом с её помощью измерить коэффициент бегущей волны и длину волны в волноводе?

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Директор института ИЯЭиТФ

“ \_\_\_\_ ” 20 \_\_\_\_ 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)

«\_\_»\_\_\_\_2022 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_»\_\_\_\_2022 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС \_\_\_\_\_ «\_\_»\_\_\_\_2022 г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_»\_\_\_\_2022 г.