

**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.

«19» марта 2025 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 2024, 2025.

Выпускающая кафедра ФТОС

Кафедра-разработчик ФТОС

Объем дисциплины 252/7  
часов/з.е

Промежуточная аттестация: зачет с оценкой

Разработчик: Щербаков В.В., к.т.н., доцент

Нижний Новгород

2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22 сентября 2017 г. № 958 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протоколы от 21.05.2024 г. № 16 и 17.12.2024 г. № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 12 марта 2025 г. № 16.  
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. \_\_\_\_\_

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 19 марта 2025 г. № 1.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-О-49.  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Н.И. Кабанина

## Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	2
<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>3</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 общих представлений о принципах действия антенных устройств, применяемых в технике сверхвысоких частот, базирующихся на основных положениях электродинамики.

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

Ознакомление студентов с основными параметрами и характеристиками антенн и изучение методов их расчета.

Ознакомление с теоретическими основами работы линейных, апертурных антенн и антенных решеток и расчет их множителя направленности и основных параметров.

Ознакомление с теоретическими основами работы фазированных и многолепестковых антенных решеток.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.2 «Антенно-фидерные устройства» относится к базовой части первого блока, вариативной части и является дисциплиной по выбору по направлению подготовки 11.03.02. «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в 7 семестре. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

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

Дисциплина «Антенно-фидерные устройства» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Оптические цифровые телекоммуникационные системы», «Метрология в оптических телекоммуникационных системах».

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

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов профессиональной компетенции ПКС-2, ПКС-3, ПКС-4, ПКС-6, ПКС-10 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								
Антенны и устройства СВЧ								
Антенно-фидерные устройства								
<b>ПКС-3</b>								
Сети связи и системы коммутации								
Схемотехника телекоммуникационных устройств								
Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства								
Фотоника								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Антенны и устройства СВЧ								
Антенно-фидерные устройства								
<b>ПКС-4</b>								
Сети связи и системы коммутации								
Электропитание устройств систем телекоммуникаций								
Антенны и устройства СВЧ								
Антенно-фидерные устройства								
Оптические направляющие среды								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
<b>ПКС-6</b>								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Антенны и устройства СВЧ								
Антенно-фидерные устройства								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ПКС-10</b>								
Оптические направляющие среды								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Антенны и устройства СВЧ								
Антенно-фидерные устройства								
Метрология в оптических телекоммуникационных системах								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								

### 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 материалы (ОМ)	
					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	<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6(ПС 40.011 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачу сбора и анализа исходных данных для проектирования сооружений связи, интеллектуальных инфокоммуникационных сетей и их элементов; контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации техническим регламентам, национальным стандартам, стандартам связи, техническим условиям и другим нормативным документам; проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов</i>					
	ИПКС-2.1. Осуществляет патентный поиск и сбор научно-исследовательской информации.	<b>Знать:</b> - способы поиска научно-исследовательской информации (ИПКС-2.1).	<b>Уметь:</b> - привлекать для поиска научно-исследовательской информации современные средства информатизации и базы знаний (ИПКС-2.1).		Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам; физический диктант	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 (ИПКС-2.2)	Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: билеты
ПКС-3. Способен проектировать и модернизировать отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем	<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6(ПС 40.011 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачу изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта; разработки технических проектов для внедрения инновационного инфокоммуникационного оборудования</i>					
	ИПКС-3.1. Ориентируется в тенденциях развития современных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.	<b>Знать:</b> - современные тенденции и перспективы развития антенно-фидерных устройств (ИПКС-3.1)			Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам; физический диктант	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы

		- области и перспективы применения изучаемых развития антенно-фидерных устройств (ИПКС-3.1)				
	ИПКС-3.2. Проектирует и модернизирует отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем.	<b>Знать:</b> - основные принципы построения, параметры и характеристики изучаемых антенно-фидерных устройств (ИПКС-3.2)	<b>Уметь:</b> - применять электродинамические методы расчета параметров и характеристик элементов антенно-фидерных устройств (ИПКС-3.2) - осуществлять моделирование антенно-фидерных устройств с применением систем автоматизированных проектирования (ИПКС-3.2)		Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
	ИПКС-3.3. Оценивает характеристики спроектированных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.			<b>Владеть:</b> - навыками оценивания характеристик спроектированных антенно-фидерных устройств (ИПКС-3.3).	Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
ПКС-4. Способен составлять описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений	<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6(ПС 40.011 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачу сбора и анализа исходных данных для проектирования сооружений связи, интеллектуальных инфокоммуникационных сетей и их элементов; разработки технических проектов для внедрения инновационного инфокоммуникационного оборудования</i>					
	ИПКС-4.1. Формулирует принципы действия проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	<b>Знать:</b> - конструкции типовых элементов антенно-фидерных устройств (согласующих устройств, делителей мощности, направленных ответ-		<b>Владеть:</b> - навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антенно-фидерных устройствах. (ИПКС-4.1).	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам; физический диктант	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы



		<p>вителей, аттенюаторов, соединительных элементов и т.п.) (ИПКС-4.1)</p> <p>- конструкции независимых СВЧ устройств (вентелей и циркуляторов) (ИПКС-4.1)</p> <p>- функциональные значения и принципы действия антенно-фидерных устройств (ИПКС-4.1)</p> <p>- роль трактов СВЧ в обеспечении задач приема, передачи и обработки сигналов в радиосистемах (ИПКС-4.1)</p> <p>- фундаментальные ограничения на параметры систем в соответствующем диапазоне волн и при заданной ширине рабочей полосы (ИПКС-4.1)</p>				
	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> <p>- обосновать выбор того или иного типа антенно-фидерного устройства для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками (ИПКС-4.3).</p>		Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
ПКС-6. Способен проводить технические расчеты	Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6(ПС 40.011 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачу проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов					

ты 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.	<b>Знать:</b> электродинамические методы и алгоритмы расчета типовых антенно-фидерных устройств.	<b>Уметь:</b> - составлять электродинамические модели антенно-фидерных устройств. - использовать математические модели базовых элементов антенно-фидерных устройств.	<b>Владеть:</b> - навыками применения автоматизированного проектирования при расчете параметров, характеристик и конструкций антенно-фидерных устройств.	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам; физический диктант	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 активного сетевого оборудования	<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6(ПС 40.011 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачу сбора и анализа исходных данных для проектирования сооружений связи, интеллектуальных инфокоммуникационных сетей и их элементов; контроля соблюдения и обеспечения экологической безопасности</i>					
	ИПКС-10.1. Формулирует принципы метрологического обеспечения оптических сетей.	<b>Знать:</b> - методы измерения параметров антенно-фидерных устройств.	<b>Уметь:</b> - проводить экспериментальные исследования характеристик антенно-фидерных устройств.	<b>Владеть:</b> - навыками практической работы с антенными системами и трактами их питания различных диапазонов волн.	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам; физический диктант	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы

Таблица 2.1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с квалификационными требованиями к выбранной трудовой функции (ТФ)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Код ПС и ТФ	Квалификационные требования к выбранной трудовой функции (ТФ)
ПКС-2. Способен проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных реше-	ИПКС-2.1. Осуществляет патентный поиск и сбор научно-исследовательской информации.	<b>Знать:</b> - способы поиска научно-исследовательской информации (ИПКС-	<b>Уметь:</b> - привлекать для поиска научно-исследовательской информации совре-		06.007 В/01.6	<b>Трудовые действия:</b> - сбор исходных данных, необходимых для разработки схем организации связи

ний и патентоспособности и определения показателей технического уровня проектируемых сетей, сооружений, оборудования, инфокоммуникационных средств и услуг		2.1).	менные средства информатизации и базы знаний (ИПКС-2.1).			
	ИПКС-2.2. Осуществляет анализ и систематизацию научно-исследовательской информации.			<b>Владеть:</b> - навыками систематизации научно-исследовательской информации, полученной в ходе исследования (ИПКС-2.2)	06.007 В/01.6	<b>Трудовые действия:</b> - определение задач, решаемых с помощью объекта, системы связи (телекоммуникационной системы), и ожидаемых результатов его использования
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 антенно-фидерных устройств (ИПКС-3.1) - области и перспективы применения изучаемых развития антенно-фидерных устройств (ИПКС-3.1)			06.007 В/01.6	<b>Трудовые умения:</b> - разрабатывать концептуальные документы по созданию и развитию систем связи (телекоммуникаций) <b>Трудовые знания:</b> - требования по производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости систем связи (телекоммуникаций)
	ИПКС-3.2. Проектирует и модернизирует отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем.	<b>Знать:</b> - основные принципы построения, параметры и характеристики изучаемых антенно-фидерных устройств (ИПКС-3.2)	<b>Уметь:</b> - применять электродинамические методы расчета параметров и характеристик элементов антенно-фидерных устройств (ИПКС-3.2) - осуществлять моделирование антенно-фидерных устройств с применением систем автоматизированных проектирования (ИПКС-3.2)		06.007 В/01.6	<b>Трудовые знания:</b> - принципы построения систем связи, телекоммуникационных систем различных типов - принципы системного подхода в проектировании систем связи (телекоммуникаций)
	ИПКС-3.3. Оценивает			<b>Владеть:</b>	06.007	<b>Трудовые знания:</b>

	характеристики спроектированных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.			- навыками оценивания характеристик спроектированных антенно-фидерных устройств (ИПКС-3.3).	В/01.6	- требования по производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости систем связи (телекоммуникаций)
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.	<b>Знать:</b> - конструкции типовых элементов антенно-фидерных устройств (согласующих устройств, делителей мощности, направленных ответвителей, аттенуаторов, соединительных элементов и т.п.) (ИПКС-4.1) - конструкции взаимных СВЧ устройств (вентелей и циркуляторов) (ИПКС-4.1) - функциональные значения и принципы действия антенно-фидерных устройств (ИПКС-4.1) - роль трактов СВЧ в обеспечении задач приема, передачи и обработки сигналов в радиосистемах (ИПКС-4.1) - фундаментальные ограничения на параметры систем в соответствующем		<b>Владеть:</b> - навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антенно-фидерных устройствах. (ИПКС-4.1).	06.007 В/01.6	<b>Трудовые действия:</b> - определение функциональной структуры объекта, системы связи (телекоммуникационной системы)

		диапазоне волн и при заданной ширине рабочей полосы (ИПКС-4.1)				
	ИПКС-4.3. Обосновывает принятые технические решения при выборе той или иной структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.		<b>Уметь:</b> - обосновать выбор того или иного типа антенно-фидерного устройства для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками (ИПКС-4.3).		06.007 В/01.6	<b>Трудовые действия:</b> - оценка ресурсов, необходимых для реализации проекта по выбранному варианту концепции схемы организации связи объекта, системы связи (телекоммуникационной системы)
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.	<b>Знать:</b> электродинамические методы и алгоритмы расчета типовых антенно-фидерных устройств.	<b>Уметь:</b> - составлять электродинамические модели антенно-фидерных устройств. - использовать математические модели базовых элементов антенно-фидерных устройств.	<b>Владеть:</b> - навыками применения автоматизированного проектирования при расчете параметров, характеристик и конструкций антенно-фидерных устройств.	06.007 В/01.6	<b>Трудовые действия:</b> - обоснование выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, системы связи (телекоммуникационной системы) и ее компонентам, оборудования и программному обеспечению; - определение границ проекта и этапов внедрения объекта, системы связи (телекоммуникационной системы) <b>Трудовые умения:</b> - работать с персональным компьютером, множительной техникой, сканером и факсом
ПКС-10. Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации	ИПКС-10.1. Формулирует принципы метрологического обеспечения оптических сетей.	<b>Знать:</b> - методы измерения параметров антенно-фидерных устройств.	<b>Уметь:</b> - проводить экспериментальные исследования характеристик антенно-фидерных устройств.	<b>Владеть:</b> - навыками практической работы с антенными системами и трактами их питания различных диа-	06.007 В/01.6	<b>Трудовые знания:</b> - требования по производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости си-

мации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого обо- рудования				пазонов волн.		стем связи (телекоммуника- ций)
--	--	--	--	---------------	--	------------------------------------

#### 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 час.	В т.ч. в семестре
		7 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очная	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану		
<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>43</b>	<b>43</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	36	36
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	3	3
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>134</b>	<b>134</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.)	62	62
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	36	36

## 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 ИПКС-3.3 ПКС-6 ИПКС-6.2 ПКС-10 ИПКС-10.1	Раздел 1. Основы теории антенн. Параметры антенных систем в передающем и приемном режимах							Конспект лекций
	Тема 1.1. Уравнения Максвелла. Излучение электромагнитных волн. Антенна - пассивный элемент радиотехнической системы.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 1. Уравнения Максвелла. Процесс излучения электромагнитных волн.			2,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2]	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	Тема 1.2. Основные параметры передающих антенн. Комплексная векторная нормированная характеристика направленности.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 1.3. Действующая длина антенны. Эффективная поверхность, коэффициент использования поверхности. Со-	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров,	



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				
	противление излучения.						цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 2. Основные параметры передающих антенн			3,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2]	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	Тема 1.4. Коэффициент полезного действия, коэффициент направленного действия и коэффициент усиления. Рабочий диапазон частот.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа 1. Элементы волноводного тракта		5,0		8,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.2.3]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента), работа в малых группах.	
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	4.0	5,0	5,0	23			
ПКС-3	Раздел 2. Теория вибратора.							Конспект лек-

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				
ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-6 ИПКС-6.2 ПКС-10 ИПКС-10.1	Тема 2.1. Симметричный электрический вибратор. Уравнение Галлена, его решение.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	ций
	Тема 2.2. Расчет электромагнитного поля вибратора. Мощность излучения. Сопротивление излучения и входное сопротивление вибратора, коэффициент направленного действия.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 2.3 Магнитный симметричный вибратор. Односторонняя и двусторонняя щель. Щель, прорезанная в стенке волновода.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 3. Уравнение Галлена, его решение.			1,0	4,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2]	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	Практическое занятие 4. Распределение тока и заряда по длине вибратора.			3,0	4,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2]	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	Лабораторная работа 2. Щелевая волноводная антенна		6,0		8,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.2.3]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента), ра-	

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				
							бота в малых группах.	
	Практическое занятие 5. Мощность излучения. Сопротивление излучения и входное сопротивление вибратора. Щелевая антенна.			3,0	4,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2]	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	5,0	6,0	7,0	24			
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-6 ИПКС-6.2 ПКС-10 ИПКС-10.1	Раздел 3. Теория связанных излучателей.							Конспект лекций
	Тема 3.1. Система из двух излучателей. Дальнее поле системы двух излучателей. Теорема перемножения	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 6. Множитель направленности системы из двух излучателей			2,0	3,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	Тема 3.2. Влияние распределения амплитуды и фазы тока вдоль линейной системы на ее направленные свойства.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров,	

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				
							цифровых проекторов и т.п.	
	Лабораторная работа 3. Директорная антенна		5.0		8,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.3], [6.1.4], [6.1.1], [6.2.3]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента), работа в малых группах.	
	Тема 3.3. Собственные, внесенные импедансы. Система с активным и пассивным вибратором.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 7. Основные параметры и характеристики системы из двух излучателей			3,0	3,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4], [6.2.2], [6.2.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	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	20,00			
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ПКС-3	Раздел 4. Антенные решетки. Анализ линейных антенных решеток.							Конспект лекций
	Тема 4.1. Синфазные волно-	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомо-	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ПКС и индикато- ры достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.3 ПКС-6 ИПКС-6.2 ПКС-10 ИПКС-10.1	водно-щелевые антенные ре- шетки. Множитель направ- ленности линейной эквиди- стантной антенной решетки. Коэффициент замедления. Синфазные многощелевые волноводные антенны						могательных средств: дос- ки, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	<b>Практическое занятие 8.</b> Множитель направленности линейной эквидистантной ан- тенной решетки			2,5	3,0	Подготовка к практиче- ским занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2], [6.2.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	<b>Тема 4.2.</b> Схемы замещения продольной и поперечной ще- ли на широкой стенке прямо- угольного волновода.	1,5			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с исполь- зованием различных вспо- могательных средств: дос- ки, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	<b>Тема 4.3.</b> Антенны бегущей волны. Диэлектрическая стержневая антенна. Множи- тель направленности линейно- го излучателя.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с исполь- зованием различных вспо- могательных средств: дос- ки, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	<b>Практическое занятие 9.</b> Множитель направленности линейного излучателя	2,0		2,5	4,0	Подготовка к практиче- ским занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	<b>Тема 4.4.</b> Режимы излучения линейной системы, ширина луча. Оптимальный линейный излучатель.	1,5			2,0		Презентации с исполь- зованием различных вспо- могательных средств: дос- ки, книг, компьютеров,	

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				
							цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 10. Режимы излучения линейной системы.			2,0	4,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	Лабораторная работа 4. Измерение коэффициента усиления рупорной антенны.		6,0		8,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.2.3]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента), работа в малых группах.	
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	7,00	6,00	7,00	27,00			
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.3 ПКС-6 ИПКС-6.2	Раздел 5. Анализ апертурных антенн.							Конспект лекций
	Тема 5.1. Плоские раскрыты. Апертурные антенны. Теорема эквивалентности. Расчет напряженности поля и коэффициента направленного действия плоского раскрыва произвольной формы.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 5.2. Поле излучения открытого конца прямоугольного волновода. Множитель	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: дос-	

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				
ПКС-10 ИПКС-10.1	направленности раскрыва прямоугольной формы.						ки, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	<b>Практическое занятие 11.</b> Поле излучения открытого конца прямоугольного волновода.			2,5	8,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	<b>Тема 5.3.</b> Линзовые антенны. Зонирование линз. Рупорные антенны.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	<b>Практическое занятие 12.</b> Рупорные и линзовые антенны			2,5	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	<b>Лабораторная работа 5.</b> Рупорная и линзовая антенны.		6,0		8,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.2.3]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента), работа в малых группах.	
	<b>Практическое занятие 13.</b> Зонирование линз.			2,5	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	<b>Тема 5.4.</b> Зеркальные параболические антенны. Множитель направленности круглого раскрыва. Методы расчета зеркальных параболических антенн.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3] [6.1.4]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	

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 6. Параболическая антенна.		6,0		8,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.3]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента), работа в малых группах.	
	Практическое занятие 14. Апертурный метод расчета зеркальных параболических антенн.			2,5	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],	Дискуссия (обсуждение решения задач).	
	Тема 5.5. Фазированные антенные решетки; их достоинства, недостатки	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 5.6. Многолучевые антенные решетки. Диаграммообразующие схемы.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	12,00	12,00	10,00	40,00			
	Курсовой проект (КП)				36			



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				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	34	34	134			

## 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 самостоятельных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета с оценкой 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

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по системе «зачет» («удовлетворительно», «хорошо», «отлично»), «незачет» («неудовлетворительно»).

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% 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 (ИПКС-2.1). Не умеет привлекать для поиска научно-исследовательской информации современные средства информатизации и базы знаний (ИПКС-2.1).	Знает способы поиска научно-исследовательской информации (ИПКС-2.1). Может привлекать для поиска научно-исследовательской информации современные средства информатизации и базы знаний (ИПКС-2.1). Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает способы поиска научно-исследовательской информации (ИПКС-2.1). Умеет привлекать для поиска научно-исследовательской информации современные средства информатизации и базы знаний (ИПКС-2.1). Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает способы поиска научно-исследовательской информации (ИПКС-2.1). Умеет привлекать для поиска научно-исследовательской информации современные средства информатизации и базы знаний (ИПКС-2.1). 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 (ИПКС-2.2)	Владеет навыками систематизации научно-исследовательской информации, полученной в ходе исследования (ИПКС-2.2) Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет навыками систематизации научно-исследовательской информации, полученной в ходе исследования (ИПКС-2.2) Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет навыками систематизации научно-исследовательской информации, полученной в ходе исследования (ИПКС-2.2) Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
ПКС-3. Способен проектировать и модернизировать отдельные	ИПКС-3.1. Ориентируется в тенденциях развития современных	Не знает современные тенденции и перспективы развития антенной	Знает современные тенденции и перспективы развития антенной тех-	Знает современные тенденции и перспективы развития антенной техники (ИПКС-	Знает современные тенденции и перспективы развития антенной техники (ИПКС-

устройства и блоки инфокоммуникационных систем	устройств и блоков инфокоммуникационных систем.	техники (ИПКС-3.1)	ники (ИПКС-3.1) Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	3.1) Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	3.1) 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 антенн и антенных решеток, в том числе с привлечением автоматизированных систем проектирования (ИПКС-3.2)	Умеет осуществлять моделирование антенн и антенных решеток, в том числе с привлечением автоматизированных систем проектирования (ИПКС-3.2) Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет осуществлять моделирование антенн и антенных решеток, в том числе с привлечением автоматизированных систем проектирования (ИПКС-3.2) Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет осуществлять моделирование антенн и антенных решеток, в том числе с привлечением автоматизированных систем проектирования (ИПКС-3.2) 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 антенн и антенных решеток (ИПКС-3.3).	Владеет навыками оценивания характеристик спроектированных антенн и антенных решеток (ИПКС-3.3). Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет навыками оценивания характеристик спроектированных антенн и антенных решеток (ИПКС-3.3). Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет навыками оценивания характеристик спроектированных антенн и антенных решеток (ИПКС-3.3). 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 антенн (вибраторных, щелевых, зеркальных, рупорных и т.п.) и антенных решеток (ИПКС-4.1). Не владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антеннах (ИПКС-4.1).	Знает конструкции типовых антенн (вибраторных, щелевых, зеркальных, рупорных и т.п.) и антенных решеток (ИПКС-4.1). Владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антеннах (ИПКС-4.1). Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает конструкции типовых антенн (вибраторных, щелевых, зеркальных, рупорных и т.п.) и антенных решеток (ИПКС-4.1). Владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антеннах (ИПКС-4.1). Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает конструкции типовых антенн (вибраторных, щелевых, зеркальных, рупорных и т.п.) и антенных решеток (ИПКС-4.1). Владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антеннах (ИПКС-4.1). Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных 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 антенны (антенной решетки) для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками (ИПКС-4.3).	Умеет обосновать выбор того или иного типа антенны (антенной решетки) для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками (ИПКС-4.3). Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет обосновать выбор того или иного типа антенны (антенной решетки) для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками (ИПКС-4.3). Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет обосновать выбор того или иного типа антенны (антенной решетки) для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками (ИПКС-4.3). 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 антенн (характеристика направленности, коэффициент усиления, входное сопротивление, коэффициент направленного действия, эффективная поверхность и др.); - методы расчета типовых антенн. Не умеет производить расчеты диаграмм направленности и других характеристик отдельных антенн и антенных решеток. Не владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антенн.	Знает систему параметров антенн (характеристика направленности, коэффициент усиления, входное сопротивление, коэффициент направленного действия, эффективная поверхность и др.); - методы расчета типовых антенн. Умеет производить расчеты диаграмм направленности и других характеристик отдельных антенн и антенных решеток. Владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антенн. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указан-	Знает систему параметров антенн (характеристика направленности, коэффициент усиления, входное сопротивление, коэффициент направленного действия, эффективная поверхность и др.); - методы расчета типовых антенн. Умеет производить расчеты диаграмм направленности и других характеристик отдельных антенн и антенных решеток. 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 антенн (характеристика направленности, коэффициент усиления, входное сопротивление, коэффициент направленного действия, эффективная поверхность и др.); - методы расчета типовых антенн. Умеет производить расчеты диаграмм направленности и других характеристик отдельных антенн и антенных решеток. Владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антенн. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.

			ных областях знаний.		
ПКС-10. Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования	ИПКС-10.1. Формулирует принципы метрологического обеспечения оптических сетей.	Не знает методы измерения параметров антенн. Не умеет проводить экспериментальные исследования характеристик антенн. Не владеет навыками практической работы с антенными системами и трактами их питания различных диапазонов волн.	Знает методы измерения параметров антенн. Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик антенн. Владеет навыками практической работы с антенными системами и трактами их питания различных диапазонов волн. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает методы измерения параметров антенн. Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик антенн. Владеет навыками практической работы с антенными системами и трактами их питания различных диапазонов волн. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает методы измерения параметров антенн. Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик антенн. Владеет навыками практической работы с антенными системами 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	Нижний Новгород Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева 2012.	Учебное пособие	247

## 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.	Сомов, А.М.	Расчёт антенн земных станций спутниковой связи:	М.: Горячая линия-Телеком, 2011	Учебное пособие	1
6.2.2.	В.А. Неганов, Д.С. Ключев, 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. Гринева	<b>Устройства СВЧ и антенные системы:</b> 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 дисциплине «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

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
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

№	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>
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

№	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

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
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 «Антенно-фидерные устройства» - 6 лабораторных работы:

- 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 «Антенно-фидерные устройства» (ауд. 1219) имеет шесть комбинированных лабораторных установок, включающих в себя:

- 1) генератор ГЧ -37А;
- 2) стрелочный амперметр М24;
- 3) клистронные генераторы К-54, К-72;
- 4) блок питания Б5-12;
- 5) мост термисторный Я2М-64;
- 6) осциллограф С1-48Б;
- 7) лабораторные макеты.

## 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 «Антенно-фидерные устройства», 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. Иницируется 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 соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на 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, способ-

ствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

В процессе выполнения курсового проекта при изучении дисциплины «Антенны» 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 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.

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**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

- вопросы для проверки и уточнение знаний, полученных на лекциях и практических занятиях (проводится в виде физического диктанта);
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;

### 11.1.1 Типовые вопросы для физического диктанта

Физический диктант – это блиц-опрос по основным понятиям, законам, формулам (проводится в письменном виде).

Вопросы.

1. Что такое амплитудная характеристика направленности по мощности и по напряженности поля?
2. Как измерить амплитудную характеристику направленности антенны?
3. Что называется коэффициентом направленного действия антенны?
4. Какая диаграмма направленности симметричного полуволнового вибратора в плоскостях Е и Н?
6. От чего зависит форма множителя направленности линейной дискретной системы излучателей?
7. Каково условие осевого излучения линейной дискретной системы излучателей?
8. Конструкция и принцип работы директорной антенны?
9. Какова поляризация электромагнитного поля директорной антенны?

### 11.1.2. Типовые задания для текущего контроля

Задание 1.

Изобразить картину распределения тока и заряда по длине электрического вибратора при заданном значении величины длины плеча и длины волны.

Задание 2.

Построить диаграмму направленности двух изотропных излучателей по заданному расстоянию между ними, выраженному в длинах волн, и разности фаз токов в этих излучателях.

Задание 3. Построить диаграмму направленности излучения из открытого конца прямоугольного волновода, работающего на волне  $H_{10}$ .

Задание 4. Рассчитать диаграммы направленности рупорной антенны в плоскостях  $E$  и  $H$ .

Задание 5. Рассчитать фазовые искажения в раскрыте рупоров.

Задание 6. Рассчитать входное сопротивление и сопротивление излучения полуволновой щелевой антенны.

### 11.1.3 Типовые вопросы для лабораторных работ

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

#### Директорная антенна

##### 7. Вопросы для самопроверки

1. Что такое амплитудная характеристика направленности антенны по мощности и по напряженности поля?
2. Как измерить амплитудную характеристику направленности антенны?
3. Как построить диаграмму направленности антенны в декартовой и полярной системах координат?
4. Что называется коэффициентом направленного действия антенны?
5. Какая диаграмма направленности симметричного полуволнового вибратора в плоскостях  $E$  и  $H$ ?
6. Как зависит реактивная часть входного сопротивления симметричного вибратора от его длины?
7. Построить диаграмму направленности двух изотропных излучателей по заданному расстоянию между ними, выраженному в длинах волн, и разности фаз токов в этих излучателях.
8. От чего зависит форма множителя направленности линейной дискретной системы излучателей?
9. Каково условие осевого излучения линейной дискретной системы излучателей?
10. Конструкция и принцип работы директорной антенны?
11. Как настроить систему "рефлектор - активный вибратор"? Что является критерием настройки этой системы?
12. Как настроить директорную антенну? Что является критерием настройки директорной антенны?

13. Какова поляризация электромагнитного поля директорной антенны?
14. Есть ли разница между диаграммами направленности директорной антенны в плоскостях  $E$  и  $H$ ?
15. Почему вибраторы антенны волновой канал можно крепить к металлическому стержню без изоляции?
16. Почему активный вибратор директорной антенны рекомендуется выполнять в виде петлевого вибратора Пистолькорса?
17. Каковы достоинства и недостатки директорной антенны?

## Рупорная антенна

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое коэффициент направленного действия и коэффициент усиления? Как связаны эти параметры антенны?
2. Что представляет собой рупорная антенна? Какие виды рупорных антенн используют на практике?
3. Какова структура поля в апертуре прямоугольного пирамидального рупора, возбуждаемого волноводом с основным типом волны?
4. Как зависит ширина главного лепестка и коэффициент усиления рупорной антенны от ее геометрических размеров?
5. Какой рупор называют оптимальным?
6. Как рассчитать коэффициент усиления пирамидального рупора?
7. Как измерить коэффициент усиления апертурной антенны с помощью плоского зеркала? Нарисовать принципиальную схему измерительной установки
8. Каковы погрешности метода измерений КУ с помощью плоского зеркала и как их можно уменьшить?
9. Как устроен пластинчатый диэлектрический трансформатор?

## Измерение коэффициента усиления рупорной антенны

### 7. Контрольные вопросы

1. **Что такое диаграмма направленности, коэффициент направленного действия, эффективная поверхность и коэффициент использования поверхности антенны?**
  2. Как измерить амплитудную характеристику направленности антенны по мощности и по напряженности поля?
  3. Как построить диаграмму направленности в декартовой и полярной системах координат?
  4. Как влияет амплитудное и фазовое распределение поля по раскрытию антенны на форму ее диаграммы направленности?
  5. Какова структура поля в  $E$  –плоскостном и  $H$  –плоскостном секториальных рупорах?
  6. Каков закон распределения амплитуд и фаз напряженности поля на излучающей поверхности секториального рупора, питаемого прямоугольным волноводом с основным типом волны?
  7. Как зависит форма диаграммы направленности рупорной антенны от ее размеров  $(a_p, b_p, R, \varphi)$ ?
  8. Что такое оптимальный рупор?
  9. Сравнить между собой диаграммы направленности  $E$  –плоскостного и  $H$  –плоскостного секториальных рупоров, имеющих одинаковые размеры.
  10. Каковы диапазонные свойства рупорной антенны?
  11. Объяснить принцип действия металлопластинчатой линзовой антенны?
  12. Каковы диапазонные свойства металлопластинчатой линзовой антенны?
  13. Область применения рупорной и линзовой антенн.

## Щелевая антенна

## 7. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое амплитудная характеристика направленности антенны?

2. Как снять диаграмму направленности антенны и измерить ее ширину с помощью осциллографа?

3. Как читается теорема перемножения?

4. Что такое множитель направленности системы? От чего он зависит?

5. Как зависит форма диаграммы направленности антенны от количества излучателей и расстояния между ними?

6. Как определить направление главного побочного максимума?

7. Что такое магнитный симметричный вибратор?

8. Какова диаграмма направленности симметричного магнитного полуволнового вибратора?

9. Нарисовать излучающие щели в стенках прямоугольного волновода (бесконечного и полубесконечного) с основным типом волны.

10. Как прорезать щели в стенках прямоугольного волновода с основным типом волны для получения синфазной многощелевой антенны?

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

- зачет с оценкой;
- защита курсового проекта с оценкой.

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

1. Первичные параметры антенны.
2. Вторичные параметры антенны.
3. Электрический вибратор. Постановка задачи.
4. Составление уравнения Галлена.
5. Решение уравнения Галлена.
6. Распределение тока и заряда вдоль вибратора.
7. Диаграмма направленности, сопротивление излучения и КНД вибратора.
8. Поле вблизи электрического вибратора.
9. Метод наводимых ЭДС.
10. Расчет мощности излучения и входного импеданса вибратора методом наводимых ЭДС.
11. Расчет входного импеданса вибратора методом эквивалентных схем.
12. Система двух связанных вибраторов. Теорема перемножения.
13. Анализ диаграммы направленности системы двух вибраторов.
14. Собственные и взаимные импедансы вибраторов. Схема замещения.
15. Входные импедансы связанных вибраторов.
16. Пассивный вибратор.
17. Щелевые антенны СВЧ.
18. Типы щелей используемых в прямоугольном волноводе.
19. Поперечная и продольная щель в прямоугольном волноводе.
20. Многощелевые антенны на базе прямоугольного волновода.



21. Множитель направленности эквидистантной линейной антенной решетки.
22. Диэлектрические стержневые антенны.
23. Множитель направленности линейного излучателя.
24. Спиральные антенны.
25. Рупорные антенны.
26. Множитель направленности прямоугольного раскрыва.
27. Линзовые антенны.
28. Зеркальные параболические антенны.
29. Множитель направленности круглого раскрыва.
30. Методы расчета параболических антенн.

### 11.2.2. Примерная тематика курсовых проектов

#### Задание 1. Расчет диэлектрической стержневой антенны.

Рассчитать антенну из нескольких диэлектрических стержней. Система питания должна обеспечить синфазное и равноамплитудное питание стержней.

Исходные данные для расчета.

1. Рабочая частота  $f$ .
2. Ширина главного лепестка диаграммы направленности по нулям в плоскости  $E - \Delta\theta_0$ , в плоскости  $H - \Delta\varphi_0$ .
3. Излученное электромагнитное поле должно иметь линейную поляризацию.
4. Длина фидерной системы –  $l$ .
5. Мощность подводимая к антенне –  $P$ .

Числовые значения исходных данных представлены в таблице

Таблица

	1	2	3	4	5
$f, ГГц$	3,0	4,5	6,0	7,5	10,0
$\Delta\theta_0$	$25^0$	$8^0$	$35^0$	$10^0$	$35^0$
$\Delta\varphi_0$	$6^0$	$25^0$	$5^0$	$30^0$	$7^0$
$l, м$	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
$P, кВт$	10	20	40	80	100

Требуется:

1. По заданной ширине диаграммы направленности найти количество стержней, их размеры и расположение.
2. Сделать обоснованный выбор устройства возбуждения стержней, канализирующего энергию к антенне.
3. Рассчитать диаграмму направленности в  $E$  и  $H$  плоскостях (расчет выполнить с применением ЭВМ).
4. Рассчитать максимальный коэффициент направленного действия.
5. Рассчитать КПД фидерного тракта.

## 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
$f, ГГц$	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.

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИЯЭиТФ

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**«Б1.В.ДВ.2.2 «Антенно-фидерные устройства»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров

Направление: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2025

Курс 7

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) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС  
\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.