

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:

М.А. Легчанов

“20” июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.2.1. Антенны и устройства СВЧ
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: 2022г.

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, 2023

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, 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. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 20.06.2023 г. № 5.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-О-48.
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	11
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	20
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	25
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
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	26
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	26
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	26
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	27
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	28
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	28
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
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	32
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

Учебная дисциплина «Антенны и устройства 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 «Антенны и устройства СВЧ» 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 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
ПКС-2								
Ознакомительная практика								
Антенно-фидерные устройства								
Антennы и устройства СВЧ								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Выполнение и защита ВКР								
ПКС-3								
Сети связи и системы коммутации								
Схемотехника телекоммуникационных устройств								
Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства								
Фотоника								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Антенно-фидерные устройства								
Антennы и устройства СВЧ								
Выполнение и защита ВКР								
ПКС-4								
Сети связи и системы коммутации								
Электропитание устройств систем телекоммуникаций								
Антенно-фидерные устройства								
Антennы и устройства СВЧ								
Оптические направляющие среды								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								
ПКС-6								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Преддипломная практика								
Антенно-фидерные устройства								
Антennы и устройства СВЧ								
Выполнение и защита ВКР								
ПКС-10								
Оптические направляющие среды								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Антенно-фидерные устройства								
Антенны и устройства СВЧ								
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.	Знать: - способы поиска научно-исследовательской информации.	Уметь: - 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.			Владеть: - 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.			Владеть: - навыками определения показателей технического уровня проектируемых антенных устройств.	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.	Знать: - современные тенденции и перспективы развития антенной техники.			Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
	ИПКС-3.2. Проектирует и модернизирует отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем.		Уметь: - осуществлять моделирование антенн и антенных решеток, в том числе с привлече-		Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы

			ием автоматизированных систем проектирования.			
	ИПКС-3.3. Оценивает характеристики спроектированных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.			Владеть: - навыками оценивания характеристик спроектированных антенн и антенных решеток.		
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.	Знать: - конструкции типовых антенн (вибраторных, щелевых, зеркальных, рупорных и т.п.) и антенных решеток.		Владеть: - навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антенах.	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
	ИПКС-4.3. Обосновывает принятые технические решения при выборе той или иной структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.		Уметь: - обосновать выбор того или иного типа антенны (антенной решетки) для создания оборудования (линии связи) с нужными характеристиками.		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.	Знать: - систему параметров антенн (характеристика направленности, коэффициент усиления, входное сопротивление, коэффициент направленного действия, эффективная поверхность и др.); - методы расчета типовых антенн.	Уметь: - производить расчеты диаграмм направленности и других характеристик отдельных антенн и антенных решеток.	Владеть: - навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антенн.	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
ПКС-10. Способен организовать систему контроля эксплуатационных	ИПКС-10.1. Формулирует принципы метрологического обеспечения	Знать: - методы изме-	Уметь: - проводить экспе-	Владеть: - навыками практической работы с антен-	Вопросы для устного собеседования по ла-	Вопросы для устного собеседования: контрольные

характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования	оптических сетей.	рения параметров антenn и устройств СВЧ.	иментальные исследования характеристик антenn и устройств СВЧ.	ными системами и устройствами СВЧ и трактами их питания различных диапазонов волн.	бораторным работам	вопросы
---	-------------------	--	--	--	--------------------	---------

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
Формат изучения дисциплины		очная
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	252
1. Контактная работа:	109	109
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	102	102
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	34	34
1.2. Внеаудиторная, в том числе	7	7
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	3	3
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	143	143
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-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ПКС-3 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	Раздел 1. Основы теории антенн. Параметры антенных систем в передающем и приемном режимах						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 возбуждает и направляет	Конспект лекций			
	Тема 1.1. Уравнения Максвелла. Излучение электромагнитных волн. Антenna - пассивный элемент радиотехнической системы.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]					
	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]					
	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]					
	Тема 1.3. Действующая длина антенны. Эффективная поверхность	1,0			1,0	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								
	ность, коэффициент использования поверхности. Сопротивление излучения.							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.				
	Практическое занятие 2. Основные параметры передающих антенн			3,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2]						
	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]						
	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]						
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:											
	реферат, эссе (тема)											
	расчёто-графическая работа (РГР)											
	контрольная работа											
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Итого по 1 разделу	4.0	5,0	5,0	23			1. Диагностический безоценочный контроль, лучше				
	Раздел 2. Теория вибратора.											
	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]						

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-3 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	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]					
	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]	5. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 5. Физический диктант, блиц-опрос;				
	Практическое занятие 3. Уравнение Галлена, его решение.			4,0	4,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2]	7. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.				
	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]					
	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]					
	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]	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.				
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела: реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										

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								
	контрольная работа											
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ПКС-3 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	Итого по 2 разделу	5,0	6,0	7,0	24							
	Раздел 3. Теория связанных излучателей.											
	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]						
	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]						
	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]						

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 3. Директорная антенна		5,0		8,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.3], [6.1.4], [6.1.1], [6.2.3]				
	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]				
	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]				
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:									
	реферат, эссе (тема)									
	расчёто-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 ИПКС-2.3 ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.3 ПКС-6	Раздел 4. Антенные решетки. Анализ линейных антенных решеток.									
	Тема 4.1. Синфазные волноводно-щелевые антенные решетки. Множитель направленности линейной эквидистантной антенной решетки. Коэффициент замедления. Синфазные многощелевые волноводные антенны	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	Практическое занятие 8. Множитель направленности линейной эквидистантной антенной решетки			2,5	3,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2], [6.2.4]				

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						
ИПКС-6.2 ПКС-10 ИПКС-10.1	Тема 4.2. Схемы замещения продольной и поперечной щели на широкой стенке прямоугольного волновода.	1,5			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	Тема 4.3. Антенны бегущей волны. Диэлектрическая стержневая антенна. Множитель направленности линейного излучателя.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	Практическое занятие 9. Множитель направленности линейного излучателя	2,0		2,5	4,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],				
	Тема 4.4. Режимы излучения линейной системы, ширина луча. Оптимальный линейный излучатель.	1,5			2,0					
	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],				
	Лабораторная работа 4. Изменение коэффициента усиления рупорной антенны.		6,0		8,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.2.3]				
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела: реферат, эссе (тема)									
	расчёто-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 4 разделу	7,00	6,00	7,00	27,00					
	Раздел 5. Анализ апертурных антенн.									

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						
	Тема 5.1. Плоские раскрывы. 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]				
	Тема 5.2. Поле излучения открытого конца прямоугольного волновода. Множитель направленности раскрыва прямоугольной формы.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	Практическое занятие 11. 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],				
	Тема 5.3. Линзовые антенны. Зонирование линз. Рупорные антенны.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	Практическое занятие 12. Рупорные и линзовые антенны			2,5	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],				
	Лабораторная работа 5. Рупорная и линзовая антенны.		6,0		8,0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.2.3]				
	Практическое занятие 13. Зонирование линз.			2,5	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.2.2],				
	Тема 5.4. 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]				

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]				
	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],				
	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]				
	Тема 5.6. Многолучевые антенные решетки. Диаграммообразующие схемы.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела: реферат, эссе (тема)									
	расчёто-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 5 разделу	12,00	12,00	10,00	40,00					
	Курсовой проект (КП)				36					
	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 контрольных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета в 6 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≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	

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 (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.

	ИПКС-2.3. Определяет показатели технического уровня проектируемого оборудования.	Не владеет навыками определения показателей технического уровня проектируемых антенных устройств (ИПКС-2.3).	Владеет навыками определения показателей технического уровня проектируемых антенных устройств (ИПКС-2.3). Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет навыками определения показателей технического уровня проектируемых антенных устройств (ИПКС-2.3). Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет навыками определения показателей технического уровня проектируемых антенных устройств (ИПКС-2.3). Отлично знаком с современным состоянием исследований 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 антенной техники (ИПКС-3.1)	Знает современные тенденции и перспективы развития антенной техники (ИПКС-3.1) Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает современные тенденции и перспективы развития антенной техники (ИПКС-3.1) Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает современные тенденции и перспективы развития антенной техники (ИПКС-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 прин-	ИПКС-4.1. Формулирует принципы действия про-	Не знает конструкции типовых антенн (вибра-	Знает конструкции типовых антенн (вибраторных, щеле-	Знает конструкции типовых антенн (вибраторных, щеле-	Знает конструкции типовых антенн (вибраторных, щеле-

ципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений	ектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	торных, щелевых, зеркальных, рупорных и т.п.) и антенных решеток (ИПКС-4.1). Не владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антенах (ИПКС-4.1).	торных, щелевых, зеркальных, рупорных и т.п.) и антенных решеток (ИПКС-4.1). Владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антенах (ИПКС-4.1). Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	вых, зеркальных, рупорных и т.п.) и антенных решеток (ИПКС-4.1) . Владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антенах (ИПКС-4.1). Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	вых, зеркальных, рупорных и т.п.) и антенных решеток (ИПКС-4.1). . Владеет навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных антенах (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 ха-	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	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	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

		<p>гих характеристик отдельных антенн и антенных решеток.</p> <p>Не владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антенн.</p>	<p>рактеристик отдельных антенн и антенных решеток.</p> <p>Владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антenn.</p> <p>Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.</p>	<p>решеток.</p> <p>Владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антенн.</p> <p>Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.</p>	<p>решеток.</p> <p>Владеет навыками использования автоматизированного проектирования при расчете диаграмм направленности и характеристик антенн.</p> <p>Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.</p>
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.	<p>Не знает методы измерения параметров антенн и устройств СВЧ.</p> <p>Не умеет проводить экспериментальные исследования характеристик антенн и устройств СВЧ.</p> <p>Не владеет навыками практической работы с антенными системами и трактами их питания различных диапазонов волн и устройств СВЧ..</p>	<p>Знает методы измерения параметров антенн и устройств СВЧ..</p> <p>Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик антенн и устройств СВЧ..</p> <p>Владеет навыками практической работы с антенными системами и трактами их питания различных диапазонов волн.</p> <p>Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.</p>	<p>Знает методы измерения параметров антенн и устройств СВЧ..</p> <p>Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик антенн и устройств СВЧ..</p> <p>Владеет навыками практической работы с антенными системами и трактами их питания различных диапазонов волн.</p> <p>Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.</p>	<p>Знает методы измерения параметров антенн и устройств СВЧ..</p> <p>Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик антенн и устройств СВЧ..</p> <p>Владеет навыками практической работы с антенными системами и трактами их питания различных диапазонов волн.</p> <p>Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.</p>

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » 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 « хорошо » 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 « удовлетворительно » 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 « неудовлетворительно » 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. 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. Гринева	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 «Антенны и устройства СВЧ» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Антенны и устройства СВЧ»

6.3.2. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Антенны и устройства СВЧ». Общие требования и правила оформления отчета

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Антенны и устройства СВЧ»

6.3.4. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Антенны и устройства СВЧ»

6.3.5. Методические рекомендации по выполнению курсового проекта по дисциплине «Антенны и устройства СВЧ»

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 Znaniум.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	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

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	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

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 «Антенны» - 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 «Антенны» (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 «Антенны и устройства 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 «Антенны и устройства СВЧ» студенты могут работать на компьютере в специализированных аудито-

риях 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 .

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 $H - \Delta\phi_0$.
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
$\Delta\phi_0$	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 половиной 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 стенах 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;
- зачет с оценкой;
- защита курсового проекта с оценкой.

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. 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. Линзовье антенны.
28. Зеркальные параболические антенны.
29. Множитель направленности круглого раскрыва.
30. Методы расчета параболических антенн.

11.3. 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 раскрыве рупоров.

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

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) «__» ____ 2023_г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС
_____ протокол № _____ от «__» ____ 2023_г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС _____ «__» ____ 2023_г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» ____ 2023_г.