

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

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных
технологий (ИРИТ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

_____ Мякинников А.В.

«20» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.2.2 Направляющие и колебательные системы СВЧ
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Направленность: Радиоэлектронные системы

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: ИРС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины 108 часов/3 з.е.

Промежуточная аттестация: экзамен

Разработчики: Раевская Ю.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 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 г. № 931 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 18.05.2023 г. № 21.

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

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

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, протокол от 20 июня 2023 г. № 6.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.01-Р-46.
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись) Н.И. Кабанина

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	11
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	26
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	29
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	29
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА	29
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	30
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	30
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕР- НЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	30
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИ- СТЕМ	31
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	31
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	32
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	32
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИС- ЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	32
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	33
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБО- ТАХ	33
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯ- ТИЯХ	34
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ 34	
10.6 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	34
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	34
11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	35
11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	35
11.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	36

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются углубление знаний в области теории электромагнитного поля и формирование необходимых компетенций для овладения навыками проведения анализа физических процессов, происходящих в различных направляющих системах, устройствах СВЧ, однородных и неоднородных средах; навыками проведения экспериментальных исследований электромагнитных полей в различных направляющих структурах и резонаторах.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- формирование у студентов знаний, навыков и умений, позволяющих выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- формирование у студентов знаний, навыков и умений, позволяющих привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
- формирование у студентов навыков анализа электродинамических задач;
- формирование у студентов умения проводить самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в различных направляющих системах, устройствах сверхвысоких частот, в однородных и неоднородных средах и на естественных радиотрассах.
- ознакомление с измерительной аппаратурой и методами проведения экспериментальных исследований электромагнитных полей в различных направляющих структурах и резонаторах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) «Направляющие и колебательные системы 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», «Математика», «Электродинамика и распространение радиоволн».

Дисциплина «Направляющие и колебательные системы СВЧ» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Устройства СВЧ и антенны», «Микроэлектронные устройства СВЧ», «Интегральная СВЧ-схемотехника», «Оптические устройства в радиотехнике», «Электронные СВЧ и квантовые приборы», «Оптоэлектронные и квантовые приборы СВЧ».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей профессиональной компетенции в соответствии с ОПОП ВО по специальности 11.03.01 «Радиотехника»:

ПКС-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-1								
<i>Электродинамика и распространение радиоволн. Дополнительные главы</i>								
<i>Направляющие и колебательные системы СВЧ</i>								
<i>Основы компьютерного проектирования РЭС</i>								
<i>Статистическая теория радиотехнических систем</i>								
<i>Радиоавтоматика</i>								
<i>Функциональное моделирование</i>								
<i>Оптические устройства в радиотехнике</i>								
<i>Радиотехнические системы</i>								
<i>Устройства СВЧ и антенны</i>								
<i>Лабораторный практикум по проектированию интегрированных модулей цифровой обработки сигналов</i>								
<i>Основы техники радиоприема</i>								
<i>Радиопередающие устройства</i>								
<i>Цифровая обработка сигналов</i>								
<i>Микроэлектронные устройства СВЧ</i>								
<i>Интегральная СВЧ-схемотехника</i>								
<i>Телевидение и видеотехника</i>								
<i>Цифровая аудио- и видеотехника</i>								

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-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование работы радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники	ИПКС-1.1. Строит физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем.	Знать: – методы использования основных уравнений электромагнитного поля при расчетах простейших структур для излучения электромагнитных волн; – условия распространения радиоволн в различных средах; – основные типы резонаторов, применяемых в технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, их характеристики; – основные типы линий передачи, применяемых в технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, их характеристики; – основы теории дифракции электромагнитных волн; – особенности рас-	Уметь: – проводить анализ физических процессов, происходящих в различных линиях передачи, резонаторах и устройствах СВЧ, в однородных и неоднородных средах.	Владеть: – навыками проведения измерений и расчетов (в том числе с помощью ЭВМ) характеристик волн различных линий передачи и резонаторов миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн.	Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: билеты

		пространения электромагнитных полей в различных линиях передачи энергии и в различных средах.				
--	--	---	--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. или 108 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Для студентов очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час				
	Всего час.	В т.ч. по семестрам			
		5 сем			
Формат изучения дисциплины	очная				
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108			
1. Контактная работа:	36	36			
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	34	34			
занятия лекционного типа (Л)	17	17			
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические. занятия и др.)	--	--			
лабораторные работы (ЛР)	17	17			
1.2.Внеаудиторная, в том числе	6	6			
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	6			
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)					
2. Самостоятельная работа (СРС):	32	32			
контрольная работа					
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	32	32			
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36			

Для студентов заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час				
	Всего час.	В т.ч. по семестрам			
		6 сем			
4. Формат изучения дисциплины	заочная				
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108			
1. Контактная работа:	29	29			
1.3.Аудиторная работа, в том числе:	22	22			
занятия лекционного типа (Л)	10	10			

занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	--	--			
лабораторные работы (ЛР)	12	12			
1.4. Внеаудиторная, в том числе	7	7			
текущий контроль, консультации по дисциплине	7	7			
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)					
2. Самостоятельная работа (СРС)	70	70			
контрольная работа	20	20			
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.)	50	50			
Подготовка к экзамену (контроль)	9	9			

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

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

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
5 СЕМЕСТР								
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 1. Направляемые электромагнитные волны						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания.	Конспект лекций
	Тема 1.1. Волны в прямоуголь- ном волноводе. Основная волна и волны высших типов, структу- ры полей.							
	Тема 1.2. Волны в круглом вол- новоде. Основная волна и волны высших типов, структуры полей.							
	Лабораторная работа №1. Изучение свойств прямоугольно- го и круглого волноводов.		4		Подготовка к лабораторной работе, написа- ние отчета [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4], [6.2.2]			
	Лабораторная работа №4. Мо- делирование волноведущих структур СВЧ-диапазона в САПР HFSS		5		Подготовка к лабораторной работе, написа- ние отчета [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4],			

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
						[6.2.2]		
	Тема 1.3. Периодические замедляющие системы. Пространственные гармоники. Электромагнитные волны в гребенчатой структуре. Дисперсия в гребенчатой структуре.							
	Лабораторная работа №3. Гребенчатая замедляющая система.		4			Подготовка к лабораторной работе, написание отчета [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4], [6.2.2]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				6			
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	--	13	--	6			
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 2. Резонаторы						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания; 3. Тестирование на он- лайн-платформе	Конспект лекций
	Тема 2.1. Объемные резонаторы. Добротность резонаторов.							
	Лабораторная работа №2. Объемные резонаторы.		4			Подготовка к лабораторной работе, написание отчета [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4], [6.2.2]		
	Тема 2.2. Диэлектрические резонаторы.	2				Подготовка к лекциям		

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
						[6.1.1], [6.1.4], [6.2.3]		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				4	Тестирование на платформе moodle [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	2	4	--	4			
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 3. Квазиоптические линии и резонаторы						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. Тестирование на онлайн-платформе	Конспект лекций
	Тема 3.1. Математический аппарат линзовой линии. Собственные волны линзовой линии.					Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 3.2. Зеркальная линия.					Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 3.3. Основные свойства открытых резонаторов. Элементы открытых резонаторов с вогнутыми зеркалами.					Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 3.4. Открытые резонаторы с цилиндрическими зеркалами эллиптического профиля.					Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 3.5. Открытые резонаторы с двугранными отражателями.					Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Самостоятельная работа по				6	Тестирование на		

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	освоению 3 раздела:					платформе mo- dle [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	--	--	--	6			
	Раздел 4. Анизотропные среды							1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания; 3. Тестирование на он- лайн-платформе
ПКС-1 ИПКС-1.1	Тема 4.1. Кристаллы и искус- ственные диэлектрики.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 4.2. Электромагнитные явления в ферритах.	2				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 4.3. Распространение элек- тромагнитных волн в ионизиро- ванном газе в присутствии по- стоянного магнитного поля.	2				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				4	Тестирование на платформе mo- dle [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	5	--	--	4			
	Раздел 5. Дифракция электромагнитных волн							1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче-
ПКС-1 ИПКС-1.1	Тема 5.1. Принцип Гюйгенса- Френеля для электромагнитного поля.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Тема 5.2. Дифракция на отвер- стии произвольной формы. Принцип двойственности.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]	ственные, расчетные, графические задания; 3. Тестирование на он-лайн-платформе	
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				4	Тестирование на платформе moo- dle [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	2	--	--	4			
	Раздел 6. Распространение радиоволн.							
ПКС-1 ИПКС-1.1	Тема 6.1. Классификация радио- волн по диапазону частот и спо- собу распространения.	2				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания; 3. Тестирование на он- лайн-платформе	Конспект лекций
	Тема 6.2. Поле изотропного и направленного излучателей в свободном пространстве.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 6.3. Распространение зем- ных радиоволн.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 6.4. Распространение ра- диоволн в тропосфере.	2				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 6.5. Распространение ра- диоволн в ионосфере.	2				Подготовка к лекциям		

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час					
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час						
						[6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]				
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				8	Тестирование на платформе mo- dle [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]				
	контрольная работа									
	Итого по 6 разделу	8	--	--	8					
	ИТОГО ЗА 5 СЕМЕСТР	17	17	--	32					
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	17	17	--	32					

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
5 СЕМЕСТР								
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 1. Направляемые электромагнитные волны						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания.	Конспект лекций
	Тема 1.1. Волны в прямоуголь- ном волноводе. Основная волна и волны высших типов, структу- ры полей.							
	Лабораторная работа №2. Изу- чение дисперсионных свойств прямоугольного волновода.		4			Подготовка к лабораторной работе, написа- ние отчета [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4], [6.2.2]		
	Тема 1.2. Волны в круглом вол- новоде. Основная волна и волны высших типов, структуры полей.							
	Лабораторная работа №1. Расчет и моделирование полей в круглом однородно заполненном волноводе.		4			Подготовка к лабораторной работе, написа- ние отчета [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4], [6.2.2]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				10			

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	контрольная работа				6			
	Итого по 1 разделу	--	8	--	16			
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 2. Резонаторы						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания.	Конспект лекций
	Тема 2.1. Объемные резонаторы. Добротность резонаторов.							
	Лабораторная работа №3. Объ- емные резонаторы.		4			Подготовка к лабораторной работе, написа- ние отчета [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4], [6.2.2]		
	Тема 2.2. Диэлектрические резо- наторы.	1				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.3]		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				5			
	контрольная работа				4			
	Итого по 2 разделу	1	4	--	9			
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 3. Квазиоптические линии и резонаторы						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания.	Конспект лекций
	Тема 3.1. Математический аппа- рат линзовой линии. Собствен- ные волны линзовой линии.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 3.2. Зеркальная линия.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 3.3. Основные свойства	1				Подготовка к		

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	открытых резонаторов. Элементы открытых резонаторов с вогнутыми зеркалами.					лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 3.4. Открытые резонаторы с цилиндрическими зеркалами эллиптического профиля.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 3.5. Открытые резонаторы с двугранными отражателями.					Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				10			
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	4	--	--	10			
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 4. Анизотропные среды						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания.	Конспект лекций
	Тема 4.1. Кристаллы и искусственные диэлектрики.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 4.2. Электромагнитные явления в ферритах.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 4.3. Распространение электромагнитных волн в ионизированном газе в присутствии постоянного магнитного поля.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				8			

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	3	--	--	8			
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 5. Дифракция электромагнитных волн						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания.	Конспект лекций
	Тема 5.1. Принцип Гюйгенса- Френеля для электромагнитного поля.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 5.2. Дифракция на отвер- стии произвольной формы. Принцип двойственности.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				6			
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	2	--	--	6			
ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 6. Распространение радиоволн.						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания.	Конспект лекций
	Тема 6.1. Классификация радио- волн по диапазону частот и спо- собу распространения.					Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 6.2. Поле изотропного и направленного излучателей в свободном пространстве.					Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 6.3. Распространение зем- ных радиоволн.					Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 6.4. Распространение ра-					Самостоятельная		

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	диоволн в тропосфере.					проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 6.5. Распространение ра- диоволн в ионосфере.					Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				16			
	контрольная работа				5			
	Итого по 6 разделу	--	--	--	21			
	ИТОГО ЗА 6 СЕМЕСТР	10	12	--	70			
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10	12	--	70			

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 тесты на платформе moodle.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена.

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 четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

.

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оцен- ки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование работы радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники	ИПКС-1.1. Строит физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем.	Не знает методы использования основных уравнений электромагнитного поля при расчетах простейших структур для излучения электромагнитных волн; условия распространения радиоволн в различных средах; основные типы резонаторов, применяемых в технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, их характеристики; основные типы линий передачи, применяемых в технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, их характеристики; основы теории дифракции электромагнитных волн; особенности распространения электромагнитных полей в различных линиях передачи энергии и в различных средах. Не умеет проводить анализ физических процессов, происходящих в различ-	Может сформулировать методы использования основных уравнений электромагнитного поля при расчетах простейших структур для излучения электромагнитных волн; условия распространения радиоволн в различных средах; основные типы резонаторов, применяемых в технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, их характеристики; основные типы линий передачи, применяемых в технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, их характеристики; основы теории дифракции электромагнитных волн; особенности распространения электромагнитных полей в различных линиях передачи энергии и в различных средах, допуская ошибки. Испытывает серьезные затруднения при проведе-	Может сформулировать методы использования основных уравнений электромагнитного поля при расчетах простейших структур для излучения электромагнитных волн; условия распространения радиоволн в различных средах; основные типы резонаторов, применяемых в технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, их характеристики; основные типы линий передачи, применяемых в технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, их характеристики; основы теории дифракции электромагнитных волн; особенности распространения электромагнитных полей в различных линиях передачи энергии и в различных средах, допуская небольшие неточности. Испытывает небольшие	Знает методы использования основных уравнений электромагнитного поля при расчетах простейших структур для излучения электромагнитных волн; условия распространения радиоволн в различных средах; основные типы резонаторов, применяемых в технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, их характеристики; основные типы линий передачи, применяемых в технике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, их характеристики; основы теории дифракции электромагнитных волн; особенности распространения электромагнитных полей в различных линиях передачи энергии и в различных средах. Умеет проводить анализ физических процессов, происходящих в различ-

		ных линиях передачи, резонаторах и устройствах СВЧ, в однородных и неоднородных средах. Не владеет навыками проведения измерений и расчетов (в том числе с помощью ЭВМ) характеристик волн различных линий передачи и резонаторов миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн.	нии анализа физических процессов, происходящих в различных линиях передачи, резонаторах и устройствах СВЧ, в однородных и неоднородных средах. Слабо владеет навыками проведения измерений и расчетов (в том числе с помощью ЭВМ) характеристик волн различных линий передачи и резонаторов миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн.	затруднения при проведении анализа физических процессов, происходящих в различных линиях передачи, резонаторах и устройствах СВЧ, в однородных и неоднородных средах. Владеет навыками проведения измерений и расчетов (в том числе с помощью ЭВМ) характеристик волн различных линий передачи и резонаторов миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн, иногда испытывает небольшие затруднения.	ных линиях передачи, резонаторах и устройствах СВЧ, в однородных и неоднородных средах. Владеет навыками проведения измерений и расчетов (в том числе с помощью ЭВМ) характеристик волн различных линий передачи и резонаторов миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн.
--	--	---	---	---	--

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).

6.1.1. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник / В. А. Неганов [и др.] ; Под ред. В.А.Неганова, С.Б.Раевского. - 4-е изд., стер. - М.: Радиотехника, 2009. - 743 с.

6.1.2 Электродинамика и распространение радиоволн: учебник / В. А. Неганов [и др.] ; Под ред. В.А.Неганова, С.Б.Раевского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Радиотехника, 2007. - 743 с.

6.1.3. Устройства СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Методы расчета. Алгоритмы. Технологии изготовления / Ю. А. Иларионов [и др.]. - М.: Радиотехника, 2013. - 752 с.

6.1.4. Боков, Л.А. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Л.А. Боков, А.Е. Мандель, В.А. Замотринский – Томск: ТУСУР, 2013. – 410 с. – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3289>

6.1.5. Иванов, А.Е. Электродинамика: Учебник / А. Е. Иванов, С. А. Иванов. - М.: КНОРУС, 2012. - 565 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1. Сборник задач по электродинамике: учеб. пособие/ Ю.Г. Белов [и др.]; Нижегород. Гос. Техн. Ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2015. – 101 с.

6.2.2. Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: учебник / А. Д. Григорьев. - 2-е изд., доп. - СПб. : Лань, 2007. - 704 с.

6.2.3. Петров, Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник для вузов / Б. М. Петров. - 2-е изд., испр. - М.: Горячая линия-Телеком, 2003. - 559 с.

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Направляющие и колебательные системы СВЧ» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Направляющие и колебательные системы СВЧ».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Направляющие и колебательные системы СВЧ».

6.3.3. Методические рекомендации по организации лабораторных занятий и выполнению лабораторных работ по дисциплине «Направляющие и колебательные системы СВЧ».

6.3.4. Методические указания по выполнению контрольных работ по дисциплинам «Электродинамика и распространение радиоволн» и «Направляющие и колебательные системы СВЧ» (для студентов заочной формы обучения).

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

В таблице 9 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

В таблице 10 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Таблица 10 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
MS Office 2010. MS Open License, 60853088, Academic	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7. Электронная лицензия от MS после обновления.	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
ANSYS Academic Teaching HF (25 task) LAN, Paid-Up, 1026981	

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к лицам с ограниченными возможностями их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

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

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

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 оснащённой необходимым оборудованием лаборатории (ауд. 1220), содержащей:

- макеты лабораторных работ;
- индикатор КСВН и ослаблений Я2Р-67 (2 шт.);
- генератор качающейся частоты 59;
- генератор сигналов высокочастотный Г4-80;
- осциллограф универсальный С1-70;
- генератор звуковой ГЗ-53;
- осциллограф С1-68.

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 «Направляющие и колебательные системы СВЧ», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях 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, подробно разбираются на лабораторных 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 экзамена 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, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются 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

Лабораторные занятия по дисциплине «Направляющие и колебательные системы СВЧ» проводятся для студентов очной и заочной форм обучения.

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

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения 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 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».

10.5. Методические указания по выполнению контрольных работ

Контрольная работа по дисциплине «Направляющие и колебательные системы СВЧ» выполняется только студентами заочной формы обучения. Содержание контрольной работы и правила ее оформления приведены в методических указаниях по выполнению контрольных работ.

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

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- тестирование в системе moodle (для студентов очной формы обучения)
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам (для студентов очной и заочной форм обучения).

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

1. Диэлектрические резонаторы. Классификация.
2. Диэлектрические резонаторы, работающие на низших типах колебаний.
3. Диэлектрические резонаторы, работающие на азимутальных высших колебаниях.
4. Виды и области применения квазиоптических линий передачи.
5. Открытая линзовая линия. Собственные волны и распределение поля волн.
6. Зеркальная линия.
7. Открытые резонаторы как колебательные системы миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов. Основные виды открытых резонаторов.
8. Физические принципы, лежащие в основе формирования добротных колебаний.
9. Открытый резонатор с двугранными отражателями, его особенности. Распределение поля основного и высших типов колебаний.
10. Открытый резонатор с вогнутыми зеркалами, его основные характеристики.
11. Открытый резонатор с цилиндрическими зеркалами эллиптического профиля, его основные характеристики.
12. Кристаллы и искусственные диэлектрики
13. Ферриты. Явление ферромагнитного резонанса в ферритах.
14. Эффект Фарадея.
15. Распространение электромагнитных волн в поперечно намагниченном феррите.
16. Эффект Коттон-Мутона.
17. Распространение электромагнитных волн в продольно намагниченном феррите.
18. Распространение электромагнитных волн в ионизированном газе в присутствии постоянного магнитного поля
19. Распространение электромагнитной волны в ионизированном газе в направлении постоянного магнитного поля
20. Распространение электромагнитных волн в ионизированном газе в направлении, перпендикулярном постоянному магнитному полю
21. Дифракция электромагнитных волн.
22. Дифракция на отверстия произвольной формы.
23. Принцип Бабинне
24. Классификация радиоволн
25. Виды радиолиний
26. Поле изотропного излучателя, находящегося в свободном пространстве
27. Поле направленного излучателя, находящегося в свободном пространстве
28. Электрические свойства различных видов земной поверхности
29. Отражение радиоволн от границы раздела воздух-земля
30. Земные волны над плоской поверхностью Земли
31. Формула Введенского
32. Учет сферичности земной поверхности в интерференционных формулах
33. Коэффициент преломления и индекс преломления тропосферы
34. Рефракция радиоволн в неоднородной тропосфере
35. Эквивалентный радиус Земли
36. Виды тропосферной рефракции
37. Относительная диэлектрическая проницаемость и коэффициент преломления ионосферы
38. Траектория радиоволн в ионосфере
39. Условие отражения радиоволн от ионосферы

40. Волноводно-диэлектрические резонаторы.

11.3. Типовые задания для промежуточной аттестации

1. Изобразить структуру поля волны H_{10} прямоугольного волновода.
2. Изобразить структуру поля волны H_{11} прямоугольного волновода.
3. Изобразить структуру поля волны E_{11} прямоугольного волновода.
4. Изобразить структуру поля волны H_{01} прямоугольного волновода.
5. Изобразить структуру поля волны H_{01} круглого волновода.
6. Изобразить структуру поля волны H_{11} круглого волновода.
7. Изобразить структуру поля волны H_{21} круглого волновода.
8. Изобразить структуру поля волны E_{01} круглого волновода.
9. Изобразить структуру поля волны E_{11} круглого волновода.
10. Изобразить структуру поля волны E_{21} круглого волновода.
11. Изобразить линии поверхностного тока волны H_{10} прямоугольного волновода.
12. Изобразить линии поверхностного тока волны H_{01} круглого волновода.
13. Изобразить линии поверхностного тока волны E_{01} круглого волновода.
14. Изобразить структуру поля колебания H_{101} прямоугольного объемного резонатора.
15. Изобразить структуру поля колебания H_{102} прямоугольного объемного резонатора.
16. Изобразить структуру поля колебания H_{111} прямоугольного объемного резонатора.
17. Изобразить структуру поля колебания E_{111} прямоугольного объемного резонатора.
18. Изобразить структуру поля основной волны коаксиальной линии.
19. Изобразить структуру поля волны H_{32} прямоугольного волновода.
20. Изобразить структуру поля волны E_{23} прямоугольного волновода.

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИРИТ

_____ Мякинников А.В.

«___» _____ 20 __ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.В.ДВ.2.1 Электродинамика и распространение радиоволн.
Дополнительные главы

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Направленность: Радиоэлектронные системы

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Курс 1, 2

Семестр 1, 2, 3, 4 _____

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):

«__» _____ 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.