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)

Документ подписан электронной подписью в системе электронного документооборота НГТУ им. Р.Е. Алексеева

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат	6120503c70676ec41314b02ec665da7b74e569cb
Владелец	Ивашкин Евгений Геннадьевич
Действителен	с 14.01.22 по 14.04.23

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Хробостов А.Е.

“10” июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.10 Электромагнитные поля и волны

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: 2021

Выпускающая кафедра: ФТОС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины: 324/9 часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен, экзамен

Разработчик: Раевская Ю.В., к.т.н., доцент

Нижний Новгород
2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 г. № 930 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 15 июня 2021 г. № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 31 мая 2021 г. № 25.

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

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 10 июня 2021 г. № 3.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-о-30.
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.
(подпись)

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 9

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 18

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 22

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда 22
6.2. Справочно-библиографическая литература 23
6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям 25

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 25

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) 25
7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем 26

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 26

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ 27

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 29
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях 29
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся 29

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 30

11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ 30
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена 30
11.3. Типовые задания для текущего контроля 33

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются приобретение 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 решения основных задач расчета электрических и магнитных полей, а также основных характеристик волноводных трактов и резонаторов.

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 базовых 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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Электромагнитные поля и волны» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика», «Математика», «Практикум по физике», «Уравнения математической физики», «Дифференциальные уравнения».

Дисциплина «Электромагнитные поля и волны» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Оптические направляющие среды», «Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства», «Фотоника», «Антенны», «Техника СВЧ».

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 подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»:

ПКС-12 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, создавать компьютерные программы с использованием как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и разрабатываемых самостоятельно.

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-12								
Дифференциальные уравнения								
Информатика (часть 2)								
Специальные разделы физики (Квантовая физика)								
Физические основы электроники								
Уравнения математической физики								
Электроника								
Вычислительная техника и информационные технологии								
Электромагнитные поля и волны								
Цифровая обработка сигналов								

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-12. Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, создавать компьютерные программы с использованием как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и разрабатываемых самостоятельно	ИПКС-12.1. Разрабатывает физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.	**Знать:** - основные уравнения электромагнитного поля и теоремы, вытекающие из них; - свойства и методы построения основных типов линий передачи и резонаторов; - особенности распространения электромагнитных волн в различных естественных и искусственно создаваемых средах; - способы возбуждения волн и колебаний; - тенденции развития направляющих и колебательных электродинамических структур; - особенности структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объемных резонаторах.	**Уметь:** - проводить поиск научно-технической информации для решения задач проектирования коаксиальных, волноводных и оптических линий связи; - проводить анализ физических процессов, происходящих в различных направляющих системах и средах; - рассчитывать электромагнитные поля и основные характеристики волн в различных средах и в однородных регулярных волноводах, колебаний в резонаторах; - рассчитывать поля излучения и характеристики элементарных излучателей.	**Владеть:** - Специальной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по макроскопической электродинамике; - навыками алгоритмизации краевых задач электродинамики; - методами измерения основных характеристик направляющих и колебательных электродинамических структур.	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам; Комплект домашних заданий; Тесты на платформе moodle	Вопросы для устного собеседования: билеты Комплект задач

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач.ед. 324 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	**Трудоёмкость в час**		
	Всего час.	**В т.ч. по семестрам**	
		5 сем	6 сем
Формат изучения дисциплины	очная		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	**324**	**144**	**180**
1. Контактная работа:	**161**	**72**	**89**
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	**153**	**68**	**85**
занятия лекционного типа (Л)	51	17	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	85	51	34
лабораторные работы (ЛР)	17		17
1.2.**Внеаудиторная, в том числе**	**8**	**4**	**4**
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.		
текущий контроль, консультации по дисциплине	8	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	**100**	**45**	**55**
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	100	45	55
Подготовка к экзамену (контроль)	63	27	36

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
5 семестр								
ПКС-12 ИПКС-12.1	**Раздел 1. Основные законы электромагнитного поля**						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания 3. Блиц-опрос	Конспект лекций
	Тема 1.1. Векторные и скалярные поля. Электромагнитное поле	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Тема 1.2. Токи и заряды в электродинамике. Векторы напряженности электрического и магнитного полей. Диэлектрическая и магнитная проницаемости.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Практическое занятие 1. Элементы векторного анализа. Линейные дифференциальные операторы. Системы координат.			4,0	1,5	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 1.3. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Граничные условия.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Практическое занятие 2. Граничные условия.			4,0	1,5	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 1.4. Виды сред. Материальные уравнения для различных сред.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Тема 1.5. Закон сохранения заряда. Закон сохранения энергии. Теорема Умова-Пойнтинга. Теорема единственности решений уравнений электродинамики.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Тема 1.6. Вектор Пойнтинга. Комплексные амплитуды. Уравнения Максвелла в комплексной форме.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Практическое занятие 3. Комплексные амплитуды. Уравнения Максвелла в комплексной форме.			4,0	1,5	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 1.7. Закон сохранения энергии для гармонических полей (комплексный вектор Умова-Пойнтинга).	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Практическое занятие 4. Энергетические соотношения в электродинамике.			4,0	1,5	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 1.8. Принцип двойственности. Лемма Лоренца. Теорема взаимности.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				13,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	**7,0**		**16,0**	**13,0**			
ПКС-12	**Раздел 2. Электростатика**						1. Диагностический безо-	Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
ИПКС-12.1	**Тема 2.1.** Вычисление потенциала и поля по заданным зарядам. Потенциал в диэлектрической среде.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]	ценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания 3. Блиц-опрос	
	Тема 2.2. Разрыв потенциала. Дифференциальное уравнение для потенциала в неоднородной среде.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Практическое занятие 5. Специальные методы решения задач электростатики (метод Грина, метод интеграла Фурье).			3,0	1,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Практическое занятие 6. Специальные методы решения краевых задач электростатики (метод проводящих цилиндров, метод конформных преобразований).			3,0	1,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 2.3. Энергия электростатического поля. Собственная энергия и энергия взаимодействия.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				4,5			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	**2,5**		**6,0**	**4,5**			
ПКС-12 ИПКС-12.1	**Раздел 3. Магнитостатика**						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче-	Конспект лекций
	Тема 3.1. Стационарное магнитное поле.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
						[6.1.5]	ственные, расчетные, графические задания 3. Блиц-опрос	
	Практическое занятие 7. Основные задачи магнитостатики			4,0	2,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 3.2. Энергия стационарного магнитного поля.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Тема 3.3. Энергия системы линейных токов. Коэффициенты самоиндукции и взаимоиндукции.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				3,5			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	**1,5**		**4,0**	**3,5**			
ПКС-12 ИПКС-12.1	**Раздел 4. Квазистационарные процессы**						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания 3. Блиц-опрос	Конспект лекций
	Тема 4.1. Квазистационарные явления. Дифференциальные уравнения квазистатики.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Тема 4.2. Квазистационарные явления в линейных проводниках. Скин-эффект.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Практическое занятие 8. Вычисление толщины скин-слоя. Вычисление погонного сопротивления проводника.			2,0	1,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				3,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	**2,0**		**2,0**	**3,0**			
ПКС-12 ИПКС-12.1	**Раздел 5. Быстропеременные процессы**						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания 3. Блиц-опрос	Конспект лекций
	Тема 5.1. Скалярный и векторный потенциалы, дифференциальные уравнения для потенциалов. Частные решения волновых уравнений.	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Тема 5.2. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Плоские электромагнитные волны в однородной среде. Общие свойства плоских волн. Фазовая и групповая скорости.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Тема 5.3. Плоская волна в идеальном диэлектрике. Плоская волна в среде с потерями. Граничные условия Щукина-Леонтовича.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Практическое занятие 9. Расчет характеристик распространения плоских волн в различных средах.			7,0	3,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 5.4. Поляризация волн. Стоячая электромагнитная волна	0,5			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
						[6.1.5]		
	Тема 5.5. Отражение и преломление волн на плоской границе раздела двух сред. Полное внутреннее отражение.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4] [6.1.5]		
	Практическое занятие 10. Отражение и преломление волн на плоской границе раздела двух сред. Полное внутреннее отражение.			6,0	3,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Практическое занятие 11. Решение неоднородного волнового уравнения методом Коши.			5,0	2,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				12,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	**4,0**		**18,0**	**12,0**			
ПКС-12 ИПКС-12.1	**Раздел 6. Излучение электромагнитных волн. Основы теории антенн**						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания 3. Блиц-опрос	Конспект лекций
	Тема 6.1. Излучение электрического и магнитного моментов.				1,5	Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 6.2. Электрический вибратор. Поле излучения в ближней и дальней зонах.				2,0	Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 6.3. Мощность излучения. Излучение системы токов в свободном пространстве.				2,0	Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Практическое занятие 12. Излучение.			5,0	2,5	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 6.4. Поле излучения полуволнового вибратора. Система вибраторов.				1,0	Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				9,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 6 разделу			**5,0**	**9,0**			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	**17,0**		**51,0**	**45,0**			
6 семестр								
ПКС-12 ИПКС-12.1	**Раздел 7. Направляемые электромагнитные волны**						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания 3. Блиц-опрос	Конспект лекций
	Тема 7.1. Общие свойства направляемых волн. Понятие о направляющей системе. Классификация направляемых волн. Описание поля с помощью векторов Герца.	2,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 7.2. Постановка задачи о распространении поля в направляющей системе. Граничные условия для волн в волноводе произвольного сечения. Уравнение Гельмгольца. Дисперсионное уравнение. Дисперсионная характеристика. Критические частоты.	1,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Тема 7.3. Волны типа Т в линиях передачи. Высшие типы волн в коаксиальной линии.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Практическое занятие 13. Расчет погонных параметров линий передачи			3,0	1,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 7.4. Волны в прямоугольном волноводе. Основная волна и волны высших типов, структуры полей.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Практическое занятие 14. Прямоугольный однородно заполненный волновод			2,5	1,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Лабораторная работа № 2. Изучение дисперсионных свойств прямоугольного волновода		4,0		3,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 7.5. Волны в круглом волноводе. Основная волна и волны высших типов, структуры полей.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Практическое занятие 15. Круглый однородно заполненный волновод			2,5	1,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Лабораторная работа № 1. Расчет и моделирование полей в однородном круглом волноводе.		4,0		3,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Практическое занятие 16. Потери в волноводах. Передаваемая мощность.			4,0	2,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 7.6. Волны, направляемые круглым диэлектрическим стержнем. Дисперсионные уравнения. Дисперсионные свойства	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; ОПК; ПК 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				
	поверхностных волн.							
	Тема 7.7. Распространение электромагнитных волн вдоль круглого неидеально проводящего стержня.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 7.8. Периодические замедляющие системы. Пространственные гармоники. Электромагнитные волны в гребенчатой структуре. Дисперсия в гребенчатой структуре.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Лабораторная работа № 4. Гребенчатая замедляющая система.		5,0		3,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 7.9. Медленные волны в спиральном волноводе. Дисперсионное уравнение для аксиально-симметричных волн, его решение. Методика численного решения дисперсионных задач.	1,5			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Практическое занятие 17. Гребенчатая замедляющая система. Спиральная линия. Диэлектрический волновод.			3,0	1,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Тема 7.10. Токи в стенках волновода. Возбуждение волн в волноводах.				1,0	Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				26,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	(РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 7 разделу	**16,0**	**13,0**	**15,0**	**26,0**			
ПКС-12 ИПКС-12.1	**Раздел 8. Резонаторы**						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания 3. Блиц-опрос	Конспект лекций
	Тема 8.1. Элементы общей теории резонаторов. Резонаторы как отрезки направляющих систем. Колебания типов Е и Н. Резонансные частоты. Добротность.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 8.2. Примеры типов колебаний в прямоугольном, круглом и коаксиальном резонаторах. Коаксиальный резонатор с торцевой емкостью.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Практическое занятие 18. Прямоугольный и круглый резонаторы.			5,0	2,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Практическое занятие 19. Потери в резонаторах. Добротность резонаторов.			4,0	2,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Лабораторная работа №3. Объемные резонаторы		4,0		3,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 8.3. Возбуждение резонаторов.				1,0	Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 8.4. Диэлектрические резонаторы.				2,0	Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Самостоятельная работа по				12,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	освоению 7 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 8 разделу	**4,0**	**4,0**	**9,0**	**12,0**			
ПКС-12 ИПКС-12.1	**Раздел 9. Анизотропные среды**						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания 3. Блиц-опрос	Конспект лекций
	Тема 9.1. Кристаллы и искусственные диэлектрики.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 9.2. Электромагнитные явления в ферритах.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Тема 9.3. Распространение электромагнитных волн в ионизированном газе в присутствии постоянного магнитного поля.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1]		
	Практическое занятие 20. Анизотропные среды			4,0	2,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 9 разделу	**6,0**		**4,0**	**7,0**			
ПКС-12 ИПКС-12.1	**Раздел 10. Распространение радиоволн**						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче-	Конспект лекций
	Тема 10.1. Классификация радиоволн по диапазону частот и способу распространения.	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Тема 10.2. Поле изотропного и направленного излучателей в свободном пространстве.	2,0			1,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]	ственные, расчетные, графические задания 3. Блиц-опрос	
	Тема 10.3. Распространение земных радиоволн.	1,5			1,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 10.4. Распространение радиоволн в тропосфере.	2,0			1,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 10.5. Распространение радиоволн в ионосфере.	1,5			1,5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Практическое занятие 21. Распространение радиоволн			6,0	3,0	Выполнение домашнего задания [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 10 раздела:				10,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 10 разделу	**8,0**		**6,0**	**10,0**			
	Курсовая работа (КР)							
	Курсовой проект (КП)							
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	**34,0**	**17,0**	**34,0**	**55,0**			
	ИТОГО по дисциплине	**51,0**	**17,0**	**85,0**	**100,0**			

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ, примеры домашних заданий и заданий для контрольных работ, тесты на платформе moodle.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзаменов во 5 и 6 семестрах.

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	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной 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 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-12. Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, создавать компьютерные программы с использованием как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и разрабатываемых самостоятельно	ИПКС-12.1. Разрабатывает физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.	Не знает основные уравнения электромагнитного поля и теоремы, вытекающие из них; свойства и методы построения основных типов линий передачи и резонаторов; особенности распространения электромагнитных волн в различных естественных и искусственно создаваемых средах; способы возбуждения волн и колебаний; тенденции развития направляющих и колебательных электродинамических структур; особенности структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объемных резонаторах. Не умеет проводить поиск научно-технической информации для решения задач проектирования коаксиальных, волноводных и оптических линий связи; проводить анализ физических процессов, происходящих в различных направляющих системах и средах; рассчитывать электромагнитные поля и основные характеристики волн в различных средах и в однородных регулярных волноводах, колебаний в	Может сформулировать основные уравнения электромагнитного поля и теоремы, вытекающие из них; свойства и методы построения основных типов линий передачи и резонаторов; особенности распространения электромагнитных волн в различных естественных и искусственно создаваемых средах; способы возбуждения волн и колебаний; тенденции развития направляющих и колебательных электродинамических структур; особенности структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объемных резонаторах, допуская ошибки. При проведении поиска научно-технической информации для решения задач проектирования коаксиальных, волноводных и оптических линий связи; проведении анализа физических процессов, происходящих в различных направляющих системах и средах; расчете электромагнитных полей и основных характеристик волн в	Может сформулировать основные уравнения электромагнитного поля и теоремы, вытекающие из них; свойства и методы построения основных типов линий передачи и резонаторов; особенности распространения электромагнитных волн в различных естественных и искусственно создаваемых средах; способы возбуждения волн и колебаний; тенденции развития направляющих и колебательных электродинамических структур; особенности структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объемных резонаторах, допуская небольшие неточности. Умеет проводить поиск научно-технической информации для решения задач проектирования коаксиальных, волновод-	Твердо знает основные уравнения электромагнитного поля и теоремы, вытекающие из них; свойства и методы построения основных типов линий передачи и резонаторов; особенности распространения электромагнитных волн в различных естественных и искусственно создаваемых средах; способы возбуждения волн и колебаний; тенденции развития направляющих и колебательных электродинамических структур; особенности структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объемных резонаторах. Умеет проводить поиск научно-технической информации для решения задач проектирования коаксиальных, волноводных и оптических линий связи; проводить анализ физических процессов, происходящих в различных направляющих системах и средах; рассчитывать электромагнитные поля и основные характери-

		резонаторах; рассчитывать поля излучения и характеристики элементарных излучателей. Не владеет специальной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по макроскопической электродинамике; навыками алгоритмизации краевых задач электродинамики; методами измерения основных характеристик направляющих и колебательных электродинамических структур.	различных средах и в однородных регулярных волноводах, колебаний в резонаторах; расчете полей излучения и характеристик элементарных излучателей испытывает серьезные трудности, допускает ошибки. Слабо владеет специальной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по макроскопической электродинамике; навыками алгоритмизации краевых задач электродинамики; методами измерения основных характеристик направляющих и колебательных электродинамических структур.	ных и оптических линий связи; проводить анализ физических процессов, происходящих в различных направляющих системах и средах; рассчитывать электромагнитные поля и основные характеристики волн в различных средах и в однородных регулярных волноводах, колебаний в резонаторах; рассчитывать поля излучения и характеристики элементарных излучателей, в процессе допускает небольшие неточности. Владеет специальной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по макроскопической электродинамике; навыками алгоритмизации краевых задач электродинамики; методами измерения основных характеристик направляющих и колебательных электродинамических структур, иногда испытывает небольшие затруднения.	стики волн в различных средах и в однородных регулярных волноводах, колебаний в резонаторах; рассчитывать поля излучения и характеристики элементарных излучателей. Владеет специальной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по макроскопической электродинамике; навыками алгоритмизации краевых задач электродинамики; методами измерения основных характеристик направляющих и колебательных электродинамических структур.

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 «Электромагнитные поля и волны» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Электромагнитные поля и волны».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Электромагнитные поля и волны».

6.3.3. Методические рекомендации по организации лабораторных занятий и выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электромагнитные поля и волны».

6.3.4. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплина «Электромагнитные поля и волны».

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 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 РОССТАНДАРТ	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
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.

Для проведения лекционных демонстраций имеется демонстрационный кабинет 5307 рядом с лекционной аудиторией 5303, оснащённый приборами, макетами, различными установками.

Лабораторные работы проводятся в 1 корпусе 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 Г3-53;
– 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 «Электромагнитные поля и волны» 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, 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 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 опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

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

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;

– качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

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

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

– проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;

– получение умений и навыков решения задач;

– подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

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

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- проведение контрольных работ;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- проверка выполнения домашних заданий;
- тестирование на платформе moodle.

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 экзамена

11.2.1. Вопросы к экзамену, проводимому по окончании пятого семестра

1. Величины, описывающие различное распределение электрических зарядов и токов.
2. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах, их физический смысл.
3. Уравнения состояния сред (материальные уравнения). Виды сред.
4. Граничные условия на границе раздела сред.
5. Методы графического изображения электромагнитных полей. Понятие о силовой линии (линии поля).
6. Принцип двойственности
7. Лемма Лоренца
8. Теорема взаимности
9. Электростатическое поле. Уравнение Пуассона для электростатического потенциала
10. Потенциал в диэлектрической среде
11. Разрыв потенциала
12. Метод Грина для решения задач электростатики
13. Метод интеграла Фурье для решения задач электростатики
14. Метод проводящих цилиндров для решения краевых задач электростатики
15. Проводящий цилиндр в однородном электростатическом поле
16. Метод конформных преобразований
17. Энергия электростатического поля. Собственная энергия и энергия взаимодействия
18. Магнитостатическое поле. Уравнение Пуассона для векторного потенциала.
19. Основные задачи магнитостатики
20. Энергия стационарного магнитного поля. Энергия системы линейных токов.
21. Коэффициенты самоиндукции и взаимоиндукции
22. Квазистационарные явления. Дифференциальные уравнения квазистатики
23. Квазистационарные явления в линейных проводниках
24. Скин-эффект. Вычисление погонного сопротивления проводника
25. Закон сохранения заряда в интегральной и дифференциальной формах.
26. Комплексные амплитуды. Уравнения Максвелла для комплексных амплитуд.
27. Понятие о комплексных диэлектрической и магнитной проницаемостях.
28. Теорема Умова-Пойнтинга.
29. Теорема единственности решений уравнений электродинамики. Смешанная задача Коши
30. Теорема Умова-Пойнтинга для комплексных амплитуд. Комплексный вектор Умова-Пойнтинга, его физический смысл.
31. Потенциалы в электродинамике.
32. Волновые уравнения для потенциалов.
33. Решение неоднородного волнового уравнения методом Коши
34. Решение волнового уравнения для точечного источника. Запаздывающий и опережающий потенциалы.
35. Электрический и магнитный векторы Герца. Волновые уравнения для векторов Герца.
36. Излучение электрического и магнитного моментов
37. Электрический вибратор
38. Поле излучения в ближней и дальней зонах
39. Мощность излучения
40. Излучение системы токов в свободном пространстве
41. Поле излучения полуволнового вибратора
42. Система вибраторов
43. Плоские, цилиндрические и сферические волны

44. Плоские электромагнитные волны в однородной изотропной среде
45. Плоские однородные электромагнитные волны в однородной изотропной среде с потерями
46. Поляризация электромагнитных волн
47. Стоячие электромагнитные волны
48. Фазовая и групповая скорости
49. Отражение и преломление волн на плоской границе раздела двух сред
50. Соотношение между амплитудами падающей, отраженной и преломленной волн
51. Полное внутреннее отражение

Векторные потенциалы макроскопической электродинамики

11.2.2. Вопросы к экзамену, проводимому по окончании шестого семестра

1. Направляющие системы. Постановка задачи о расчете электромагнитного поля в волноводах. Собственные волны. Основные характеристики волн в линиях передачи.
2. Фазовая и групповая скорости.
3. Классификация типов волн в направляющих структурах.
4. Быстрые волны в волноводах. Дисперсия быстрых волн. Виды дисперсии.
5. Методика расчета электромагнитного поля в прямоугольном волноводе.
6. Методика расчета электромагнитного поля в круглом волноводе.
7. Волны типа Н в прямоугольном волноводе, дисперсионное уравнение, критические частоты.
8. Волны типа Е в прямоугольном волноводе, дисперсионное уравнение, критические частоты.
9. Волны типа Н в круглом волноводе, дисперсионное уравнение, критические частоты.
10. Волны типа Е в круглом волноводе, дисперсионное уравнение, критические частоты.
11. Волны типа Т в направляющих структурах. Т-волна и высшие типы волн в коаксиальном волноводе.
12. Объемные резонаторы на базе отрезков линий передачи. Характеристическое уравнение для определения резонансных частот.
13. Общая теория объемных резонаторов.
14. Добротность резонатора. Виды добротностей.
15. Объемный резонатор на базе отрезка прямоугольного волновода.
16. Коаксиальный резонатор с торцевой емкостью.
17. Токи в стенках волновода.
18. Возбуждение волн в волноводах и колебаний в резонаторах.
19. Импедансный цилиндр.
20. Диэлектрический волновод. Получение дисперсионного уравнения для гибридных волн.
21. Симметричные волны в диэлектрическом волноводе.
22. Периодические замедляющие системы. Особенности представления электромагнитного поля в периодических замедляющих системах. Пространственные гармоники.
23. Гребенчатая замедляющая система. Импедансный метод составления дисперсионного уравнения. Вид дисперсионной характеристики.
24. Спиральный волновод.
25. Диэлектрические резонаторы. Классификация.
26. Диэлектрические резонаторы, работающие на низших типах колебаний.
27. Диэлектрические резонаторы, работающие на азимутальных высших колебаниях.
28. Волноводно-диэлектрические резонаторы.

29. Кристаллы и искусственные диэлектрики

30. Ферриты. Явление ферромагнитного резонанса в ферритах.
31. Эффект Фарадея.
32. Распространение электромагнитных волн в поперечно намагниченном феррите.
33. Эффект Коттон-Мутона.
34. Распространение электромагнитных волн в продольно намагниченном феррите.
35. Распространение электромагнитных волн в ионизированном газе в присутствии постоянного магнитного поля
36. Распространение электромагнитной волны в ионизированном газе в направлении постоянного магнитного поля
37. Распространение электромагнитных волн в ионизированном газе в направлении, перпендикулярном постоянному магнитному полю
38. Классификация радиоволн
39. Поле изотропного излучателя, находящегося в свободном пространстве
40. Поле направленного излучателя, находящегося в свободном пространстве
41. Электрические свойства различных видов земной поверхности
42. Отражение радиоволн от границы раздела воздух-земля
43. Земные волны над плоской поверхностью Земли
44. Формула Введенского
45. Учет сферичности земной поверхности в интерференционных формулах
46. Коэффициент преломления и индекс преломления тропосферы
47. Рефракция радиоволн в неоднородной тропосфере
48. Эквивалентный радиус Земли
49. Виды тропосферной рефракции
50. Относительная диэлектрическая проницаемость и коэффициент преломления ионосферы
51. Траектория радиоволн в ионосфере
52. Условие отражения радиоволн от ионосферы
53. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.

11.3. Типовые задания для текущего контроля

11.2.1. Типовые задания для контрольных работ

Контрольная работа №1

Вариант 1

1. Вдоль бесконечного прямого цилиндра радиуса *a* протекает ток проводимости. Напряженность магнитного поля, создаваемого этим током внутри цилиндра: $\vec{H} = \vec{\alpha}_0 H_0 r^3$, где $\vec{\alpha}_0$ – единичный вектор в цилиндрической системе координат, *r* – переменная в этой системе, H_0 – постоянная величина. Определить распределение тока проводимости вдоль радиуса цилиндра и ток проводимости, протекающий через поперечное сечение цилиндра.

2. В шарике радиуса *a* вектор электрической индукции: $\vec{D} = \vec{r}_0 D_0 r^4$, где $\vec{r}_0$ – единичный вектор в сферической системе координат, *r* – расстояние от центра шарика до точки наблюдения, D_0 – постоянная величина. Определить функцию распределения плотности объемного заряда внутри шарика и полный заряд, находящийся внутри шарика.

3. Сферический конденсатор заполнен двухслойным диэлектриком. Радиус внутренней обкладки *a* = 5 мм, радиус наружной обкладки *b* = 20 см, радиус границы диэлектриков *c* = 1,5 см. Относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика, прилегающего к внутренней обкладке $\varepsilon_1 = 1{,}5$, к внешней – $\varepsilon_2 = 3$. Определить емкость сферического

конденсатора, найти напряженность электрического поля на внутренних поверхностях обкладок, если разность потенциалов между ними $U = 100$ В.

Вариант 2

1. Вдоль бесконечного прямого цилиндра радиуса *a* протекает ток проводимости. Напряженность магнитного поля, создаваемого этим током внутри цилиндра: $\vec{H} = \vec{\alpha}_0 H_0 r^2$, где $\vec{\alpha}_0$ - единичный вектор в цилиндрической системе координат, *r* – переменная в этой системе, H_0 – постоянная величина. Определить распределение тока проводимости вдоль радиуса цилиндра и ток проводимости, протекающий через поперечное сечение цилиндра.

2. В шарике радиуса *a* вектор электрической индукции: $\vec{D} = \vec{r}_0 D_0 r^5$, где $\vec{r}_0$ – единичный вектор в сферической системе координат, *r* – расстояние от центра шарика до точки наблюдения, D_0 – постоянная величина. Определить функцию распределения плотности объемного заряда внутри шарика и полный заряд, находящийся внутри шарика.

3. Коаксиальный кабель заполнен двухслойным диэлектриком. Радиус центральной жилы $a = 1$ см, радиус внутренней поверхности экрана $b = 3$ см, радиус границы раздела диэлектриков $c = 2$ см. Диэлектрик, прилегающий к центральной жиле, имеет относительную диэлектрическую проницаемость $\varepsilon_1 = 1{,}1$, а диэлектрик, прилегающий к экрану, – $\varepsilon_2 = 2{,}2$. Определить погонную емкость кабеля, найти напряженность электрического поля на поверхности центральной жилы и экрана, если разность потенциалов между ними $U = 50$ В.

Контрольная работа №2

Вариант 1

1. В прямоугольном волноводе сечением 16×8 мм^2 распространяется волна основного типа. Длина волны в волноводе равна 2,5 см, частота колебаний 9 ГГц. Определить фазовую скорость и относительную диэлектрическую проницаемость вещества, заполняющего волновод.

2. Определить диапазон частот, в котором в круглом волноводе диаметром 30 мм может распространяться только основной тип волны. Волновод заполнен диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon_r = 2{,}56$.

3. В прямоугольном волноводе распространяется волна типа H_{10} с длиной волны в волноводе $\lambda_B = 3$ см. Частота колебаний 15 ГГц. Волновод заполнен воздухом. На базе данного волновода необходимо построить резонатор минимальной длины. Определить размер резонатора.

Вариант 2

1. В квадратном волноводе, заполненном воздухом, распространяется волна E_{11}. Длина волны в волноводе равна 9,43 см, частота колебаний 5 ГГц. Определить фазовую скорость и размер стенки волновода.

2. В круглом волноводе диаметром 24 мм распространяется волна основного типа. Длина волны в волноводе равна 4,8 см, частота колебаний 6 ГГц. Определить фазовую скорость и относительную диэлектрическую проницаемость вещества, заполняющего волновод.

3. При возбуждении колебания типа E_{010} в круглом объемном резонаторе резонанс наблюдается на частоте 3,5 ГГц, а при возбуждении моды E_{011} – на частоте 4,1 ГГц. Найти размеры волновода.

Вариант 3

1. В прямоугольном волноводе сечением 48×22 мм^2 распространяется волна основного типа. Длина волны в волноводе 9,4 см. Относительная диэлектрическая проницаемость вещества, заполняющего волновод, равна 2,25. Определить частоту передаваемых колебаний и фазовую скорость волны в волноводе.

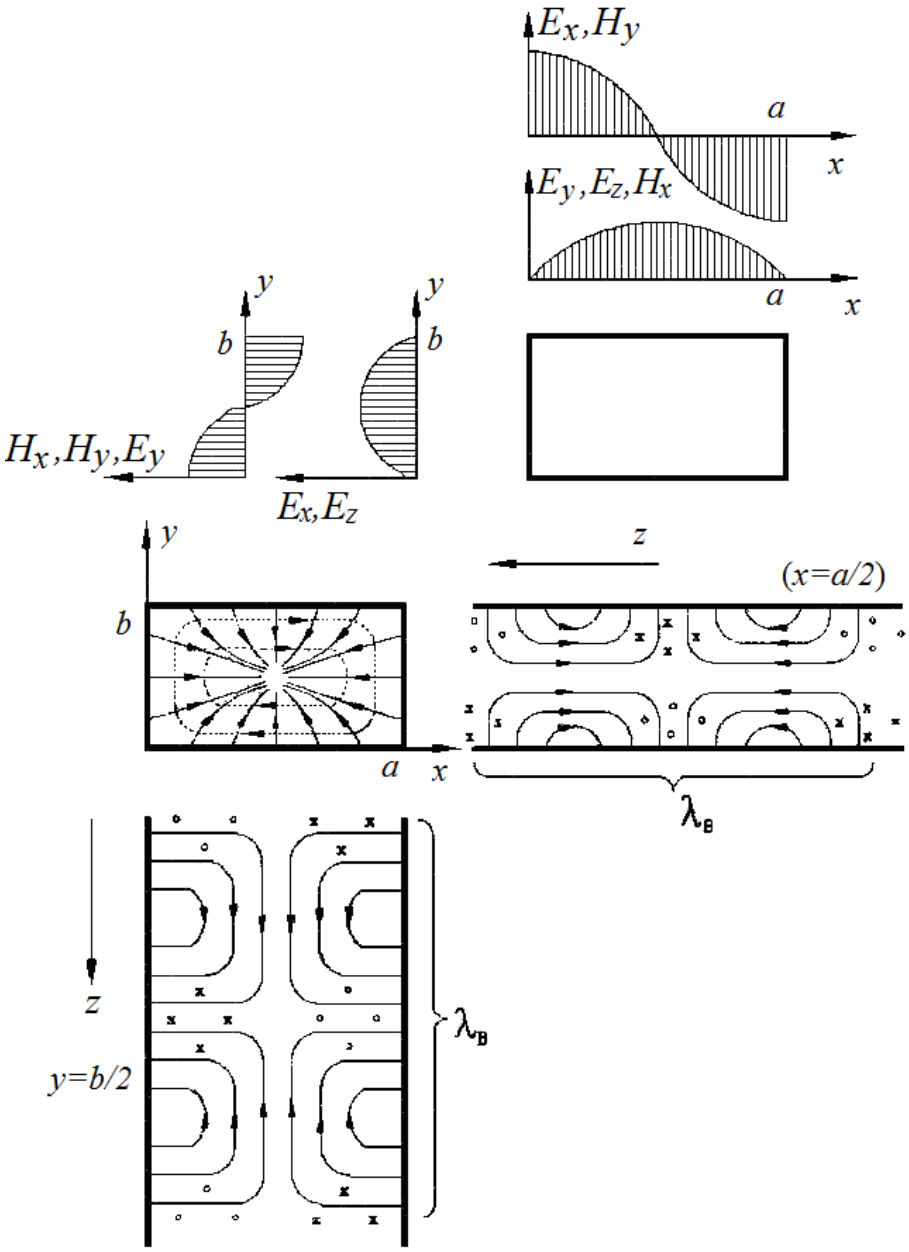
2. В круглом волноводе, заполненном воздухом, распространяется волна типа E_{01}. Частота колебаний 10 ГГц. На расстоянии 7,8 мм (вдоль обратной связи волновода) фаза колебаний меняется на $\pi/4$. Определить диаметр волновода.

3. Круглый объемный резонатор имеет диаметр 30 мм и длину 40 мм. Резонансная частота основного типа колебаний равна 4,348 ГГц. Вычислить относительную диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей резонатор.

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».

11.2.2. Пример теста по теме «Волноводы»

1. Основной волной прямоугольного волновода при a > b является:
   – E11
   – H10
   – E10
2. Вырожденные типы волн – это:
   – волны, имеющие одинаковые критические частоты и дисперсионные зависимости
   – волны, имеющие одинаковые структуры полей
   – волны, которые не могут распространяться в волноводе
3. Основная волна прямоугольного волновода это:
   – волна, имеющая наибольшую критическую частоту
   – волна, имеющая наименьшую критическую частоту
   – единственная волна, которая может распространяться в волноводе
4. Какими функциями описывается поле волны, распространяющейся в круглом волноводе:
   – тригонометрическими
   – функциями Неймана
   – функциями Бесселя
   – экспонентой
   – функциями Макдональда
5. Структура поля какой волны изображена на рисунке:



– H11
– H01
– E11
– E01

6. Какие признаки относятся к волнам типа E:
   – отсутствует продольная составляющая магнитного поля
   – отсутствует продольная составляющая электрического поля
   – в общем случае присутствуют все три компоненты электрического поля
   – в общем случае присутствуют все три компоненты магнитного поля
   – критическая частота равна нулю
   – критическая частота отлична от нуля
7. Фазовая скорость волн в прямоугольном и круглом волноводе всегда
   – меньше скорости света в среде, заполняющей волновод
   – больше скорости света в среде, заполняющей волновод
   – равна скорости света в среде, заполняющей волновод
8. Найдите соответствие между линиями передачи и основными волнами в них:

Прямоугольный волновод (a > b) – H10
Прямоугольный волновод (a < b) – T
Круглый волновод – H01
Коаксиальная линия – H11

9. Признаки волны типа T:
   – имеет все шесть компонент поля
   – критическая частота равна нулю
   – не имеет продольных составляющих поля
   – не имеет поперечных составляющих поля
   – критическая частота отлична от нуля
   – фазовая скорость волны равна скорости света в среде, заполняющей линию
10. На каком уравнении ставится краевая задача о нахождении собственных волн прямоугольных и круглых волноводов
    – на уравнении Бесселя
    – на уравнении Гельмгольца
    – на уравнении Лежандра
11. Чем отличаются постановки краевых задач для нахождения собственных волн типа E и H в прямоугольном волноводе
    – граничными условиями
    – типом уравнения
    – векторами Герца (электрическим и магнитным)
    – системой координат
12. Выберите из списка линии передачи, которые могут рассматриваться с точки зрения теории цепей (описываются телеграфными уравнениями)
    – коаксиальная линия
    – прямоугольный волновод
    – круглый волновод
    – диэлектрический волновод (световод)
    – двухпроводная линия

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)
«__»_____2021_г.
Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС
_____ протокол № _____ от «__» _____2021__г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС _____ «__» _____ 2020_г.

Методический отдел УМУ:_____ «__» _____2020_ г.