МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитные поля и волны

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	34	52	часов
2	Практические занятия	16	18	34	часов
3	Лабораторные работы	16	16	32	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	0	10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	50	78	128	часов
6	Самостоятельная работа	22	66	88	часов
7	Всего (без экзамена)	72	144	216	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	0	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	72	180	252	часов
		2.0	5.0	7.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр
Экзамен: 4 семестр
Курсовая работа (проект): 4 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 31324

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от «24» 5 2018 г.

Томск 2018

Согласована на портале № 31324

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. СВЧиКР	_____	А. Е. Мандель
профессор каф. СВЧиКР	_____	Г. Г. Гошин

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперты:

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	А. Ю. Попков
Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	С. Н. Шарангович

Согласована на портале № 31324

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Электромагнитные поля и волны» является изучение студентами особенностей структуры электромагнитных волн, распространяющихся в различных средах и вакууме; тенденций развития инфокоммуникационных технологий и систем связи, связанных с электромагнитным полем.

1.2. Задачи дисциплины

– Основными задачами изучения дисциплины являются :

– формирование у студентов знаний, навыков и умений, позволяющих проводить самостоятельный анализ электромагнитных процессов, происходящих в различных средах и вакууме;

– собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных при проектировании средств и сетей связи и их элементов,основанных на электромагнитных явлениях;

– формирование у студентов знаний и навыков, необходимых для грамотной эксплуатации телекоммуникационной аппаратуры.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электромагнитные поля и волны» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Оптические направляющие среды, Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства, Основы оптоэлектроники и волоконной оптики, Основы физической и квантовой оптики, Разработка устройств для систем связи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

– ПК-8 умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** тенденции развития в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; основные понятия электродинамики; основные уравнения, описывающие электромагнитное поле и энергетические соотношения в нем; методики сбора и анализа информации для проектирования средств и сетей связи и их элементов на основе электромагнитных явлений.

– **уметь** проводить анализ технической информации в рамках тематики проектов, связанных с электромагнитными явлениями; осуществлять поиск и анализ информации в области электродинамики, представленной в различных отечественных и зарубежных источниках для проектирования средств и сетей связи.

– **владеть** навыками работы с технической документацией, в том числе, при поиске информации в отечественных и зарубежных источниках, связанной с электромагнитными явлениями; навыками расчетов электромагнитных полей и волн, необходимых при анализе информации для проектирования средств и сетей связи и их элементов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		3 семестр	4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	128	50	78

Согласована на портале № 31324

Лекции	52	18	34
Практические занятия	34	16	18
Лабораторные работы	32	16	16
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	10		10
Самостоятельная работа (всего)	88	22	66
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	4	8
Проработка лекционного материала	53	11	42
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	23	7	16
Всего (без экзамена)	216	72	144
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость, ч	252	72	180
Зачетные Единицы	7.0	2.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Курс. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр							
1 Введение в дисциплину	2	0	0	2	0	4	ПК-7, ПК-8
2 Уравнения гиперболического типа	4	4	4	4	0	16	ПК-7, ПК-8
3 Уравнения параболического типа	2	2	4	4	0	12	ПК-7, ПК-8
4 Уравнения эллиптического типа	2	2	0	2	0	6	ПК-7, ПК-8
5 Нелинейные дифференциальные уравнения в частных производных	2	0	4	3	0	9	ПК-7, ПК-8
6 Вариационные методы	2	0	0	2	0	4	ПК-7, ПК-8
7 Интегральные уравнения	2	2	4	3	0	11	ПК-7, ПК-8
8 Интегральные преобразования	2	6	0	2	0	10	ПК-7, ПК-8
Итого за семестр	18	16	16	22	0	72	
4 семестр							
9 Основные уравнения электромагнитного поля	6	4	0	10	10	20	ПК-7, ПК-8
10 Энергия и мощность электромагнитного поля	2	2	0	8		12	ПК-7, ПК-8
11 Основные теоремы и принципы в теории гармонических полей	2	2	0	4		8	ПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 31324

12 Плоские электромагнитные волны в одно-родных средах	6	2	4	10		22	ПК-7, ПК-8
13 Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред	6	2	4	10		22	ПК-7, ПК-8
14 Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели	4	2	0	6		12	ПК-7, ПК-8
15 Электромагнитные волны в направляющих системах	6	2	4	10		22	ПК-7, ПК-8
16 Электромагнитные колебания в объемных резонаторах	2	2	4	8		16	ПК-7, ПК-8
Итого за семестр	34	18	16	66	10	144	
Итого	52	34	32	88	10	216	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение в дисциплину	Структура, объём, задачи курса. Основные понятия и определения. Математическое моделирование. Классификация уравнений. Постановка краевых задач математической физики и их корректность.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
2 Уравнения гиперболического типа	Собственные колебания ограниченной струны. Метод разделения переменных. Вынужденные колебания ограниченной струны. Метод суперпозиции решений. Волновое уравнение. Физические аналогии.	2	ПК-7, ПК-8
	Собственные колебания ограниченной струны. Метод разделения переменных. Вынужденные колебания ограниченной струны. Метод суперпозиции решений. Волновое уравнение. Физические аналогии.	2	
	Итого	4	
3 Уравнения параболического типа	Постановка краевых задач для уравнений параболического типа. Задача Коши для неограниченного стержня. Краевая задача для ограниченного стержня. Функция мгновенного точечного источника. Принцип максимального значения.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
4 Уравнения эллиптического типа	Уравнения Лапласа, Пуассона, Гельмгольца. Постановка граничных задач. Единственность реше-	2	ПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 31324

	ний. Фундаментальные решения. Функция Грина для уравнения Гельмгольца. Понятие точечных источников. Построение одномерной и двумерной функций Грина задачи Штурма-Лиувилля.		
	Итого	2	
5 Нелинейные дифференциальные уравнения в частных производных	Солитонные явления различной природы. Нелинейные линии передачи с дисперсией. Уравнение Кортевега и де Вриза. Нелинейное уравнение Шрёдингера. Лазерный фемптосекундный импульс в волоконном световоде	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
6 Вариационные методы	Постановка задач вариационного исчисления. Стационарный функционал для собственных значений. Метод Ритца. Стационарные функционалы для поля.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
7 Интегральные уравнения	Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра. Уравнения первого и второго рода. Теоремы Фредгольма. Интегральные уравнения в граничных задачах электродинамики.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
8 Интегральные преобразования	Основные типы интегральных преобразований. Применение интегральных преобразований к решению задач ма-тематической физики.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
4 семестр			
9 Основные уравнения электромагнитного поля	Предмет и содержание курса. Основные уравнения электромагнитного поля – уравнения Максвелла. Материальные уравнения и классификация сред. Уравнение непрерывности и закон сохранения заряда. Сторонние источники. Полная система уравнений Максвелла с учетом сторонних источников. Поля на границах раздела сред. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Граничные условия на поверхности идеального проводника.Классификация электромагнитных полей по их зависимости от времени. Гармонические колебания. Уравнения Максвелла для гармонических колебаний. Комплексные амплитуды полей. Комплексные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды.	6	ПК-7, ПК-8
	Итого	6	
10 Энергия и мощность электромагнитного поля	Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Уравнения баланса для мгновенных значений мощности. Вектор Пойнтинга. Средние за период значения энергетических характеристик гармонического электромагнитного поля. Вектор Пойнтин-	2	ПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 31324

	га.. Скорость переноса энергии электромагнитных полей.		
	Итого	2	
11 Основные теоремы и принципы в теории гармонических полей	Магнитные токи и заряды. Уравнения Максвелла с учетом маг-нитных токов и зарядов. Принцип перестановочной двойственно-сти уравнений Максвелла. Теорема единственности для внутренней и внешней задач электродининамики. Принцип эквивалентно-сти. Лемма Лоренца. Теорема взаимности	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
12 Плоские электромагнитные волны в одно-родных средах	Волновой характер переменного электромагнитного поля. Уравнения Гельмгольца. Плоские волны и их характеристики. Волновое число и волновой вектор. Фронт волны. Взаимная ориентация векторов поля и волнового вектора в среде без потерь. Волновое сопротивление. Поляризация электромагнитных волн. Электро-магнитные волны в средах с потерями. Коэффициент затухания.	6	ПК-7, ПК-8
	Итого	6	
13 Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред	Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела двух диэлектрических сред. Формулы Френеля. Явление полного прохождения, угол Брюстера. Условия возникновения полного отражения от границы раздела двух диэлектрических сред, структура поля над и под границей раздела. Отражение от идеально проводящей поверхности, структура поля. Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела диэлектрика и поглощающей среды. Приближенные граничные условия Леонтовича.	6	ПК-7, ПК-8
	Итого	6	
14 Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели	Постановка задачи об излучении. Уравнения Максвелла для об-ласти, содержащей сторонние источники. Неоднородные волно-вые уравнения (уравнения Даламбера). Векторный и скалярный электродинамические потенциалы. Неоднородные волновые уравнения для электродинамических потенциалов и их решения. Запаздывающие потенциалы. Элементарный источник электро-магнитного поля и свойства возбуждаемой им сферической волны. Элементарные электрический и магнитный излучатели: структура поля, диаграммы направленности, сопротивление излу-чения.	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
15 Электромагнитные волны в направляющих системах	Понятие о направляющих системах. Направляемые электро-магнитные волны. Постоянная распространения, фазовая скорость и длина волны в линии передачи. Критическая частота. Классификация направляемых волн : Т, Е, и Н –волны. Ги-	6	ПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 31324

	бридные волны, квази-Т волна. Коаксиальный волновод. Симметричная двупроводная линия передачи. Линия типа «витая пара». Полосковые линии передачи и их разновидности. Прямоугольный и круглый металлические волноводы. Решение двумерного уравнения Гельмгольца для прямоугольного волновода. Волны типа Е и типа Н, их характеристики и структура поля . Основная волна прямоугольного волновода, ее характеристики и структура поля. Выбор поперечных размеров для одноволнового режима работы. Расчет мощности, переносимой основной волной через поперечное сечение волновода. Характеристическое сопротивление волновода. Применения прямоугольных и круглых волноводов		
	Итого	6	
16 Электромагнитные колебания в объемных резонаторах	Объемные резонаторы. Отрезок направляющей структуры, ограниченный металлическими торцевыми поверхностями, как резонатор. Анализ собственных колебаний в полых резонаторах. Прямоугольные и цилиндрические резонаторы. Определение резонансной частоты и добротности объемных резонаторов. Понятие об открытых и диэлектрических резонаторах.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		34	
Итого		52	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Предшествующие дисциплины																
1 Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Физика		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины																
1 Оптические направляющие среды				+	+				+	+	+	+	+		+	
2 Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства									+	+	+	+	+			
3 Основы оптоэлектроники и во-				+	+				+	+	+	+	+			

Согласована на портале № 31324

локонной оптики																
4 Основы физической и квантовой оптики		+	+	+	+				+	+	+	+	+			
5 Разработка устройств для систем связи				+	+				+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ПК-7	+	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Тест
ПК-8	+	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Уравнения гиперболического типа	Решение краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных разностей	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
3 Уравнения параболического типа	Решение алгебраических и дифференциальных уравнений в среде MATHCAD	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
5 Нелинейные	Исследование солитонов	4	ПК-7, ПК-

Согласована на портале № 31324

дифференциальные уравнения в частных производных	Итого	4	8
7 Интегральные уравнения	Решение интегральных уравнений Фредгольма теории волновых процессов	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
4 семестр			
12 Плоские электромагнитные волны в одно-родных средах	Исследование поляризации электромагнитных волн	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
13 Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред	Исследование отражения электромагнитных волн от границы раздела двух сред	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
15 Электромагнитные волны в направляющих системах	Исследование линий передачи СВЧ диапазона	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
16 Электромагнитные колебания в объемных резонаторах	Исследование параметров объёмного резонатора прямоугольного сечения	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		32	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Уравнения гиперболического типа	Вывод уравнения колебаний неограниченной струны. Метод наложения бегущих волн.	2	ПК-7, ПК-8
	Колебания в электрических цепях. Вывод телеграфных уравнений. Решение задачи о включении линии.	2	
	Итого	4	
3 Уравнения параболического типа	Решение краевых задач для уравнений теплопроводности и диффузии.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
4 Уравнения эллиптического типа	Дельта-функция Дирака, её свойства, применение. Обобщённые функции, понятия и свойства, применение.	2	ПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 31324

	Итого	2	
7 Интегральные уравнения	Вычислительные методы решения интегральных уравнений: последовательных приближений; наименьших квадратов; аппроксимации ядра уравнения.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
8 Интегральные преобразования	Применение метода интегральных преобразований к решению уравнений параболического типа.	2	ПК-7, ПК-8
	Применение метода интегральных преобразований к решению уравнений гиперболического типа	2	
	Применение метода интегральных преобразований к решению уравнений эллиптического типа.	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		16	
4 семестр			
9 Основные уравнения электромагнитного поля	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Полный ток и его составляющие. Материальные уравнения. Граничные условия для векто-ров электрического и магнитного поля.	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
10 Энергия и мощность электромагнитного поля	Уравнения баланса для мгновенных значений мощности. Вектор Пойнтинга. Средние за период значения энергетических характеристик гармонического электромагнитного поля. Скорость переноса энергии электромагнитных полей.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
11 Основные теоремы и принципы в теории гармонических полей	Уравнения Максвелла с учетом магнитных токов и зарядов. Принцип перестановочной двойственности уравнений Максвелла.. Принцип эквивалентности. Лемма Лоренца. Теорема взаимности.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
12 Плоские электромагнитные волны в одно-родных средах	Уравнение Гельмгольца. Плоские волны и их характеристики. Волновое число и волновой вектор. Взаимная ори-ентация векторов поля и волнового вектора в среде без потерь. Волновое сопротивление. Поляризация плоской волны. Электромагнитные волны в средах с потерями. Коэффициент затухания.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
13 Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред	Падение плоской электромагнитной волны на границу раз-дела двух диэлектрических сред. Формулы Френеля. Явление полного прохождения, угол Брюстера.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
14 Излучение	Уравнения Максвелла для области, содержащей	2	ПК-7, ПК-

Согласована на портале № 31324

электромагнитных волн. Элементарные излучатели	источники. Векторный и скалярный электродинамические потенциалы. Элементарные электрический и магнитный излучатели: структура поля, диаграммы направленности, сопротивление излучения.		8
	Итого	2	
15 Электромагнитные волны в направляющих системах	Направляющие системы. Направляемые электромагнитные волны. Постоянная распространения, фазовая скорость и длина волны в линии передачи. Критическая длина волны в линии передачи. Класссификация направляемых волн : Т, Е, и Н – волны. Основная волна прямоугольного волновода, ее характеристики и структура поля.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
16 Электромагнитные колебания в объемных резонаторах	Прямоугольный, круглый и коаксиальный резонаторы. Определение резонансной частоты и добротности объемных резонаторов.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		34	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение в дисциплину	Проработка лекционного материала	2	ПК-7, ПК-8	Зачет, Тест
	Итого	2		
2 Уравнения гиперболического типа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-7, ПК-8	Зачет, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	4		
3 Уравнения параболического типа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-7, ПК-8	Зачет, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		

Согласована на портале № 31324

	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	4		
4 Уравнения эллиптического типа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-7, ПК-8	Зачет, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
5 Нелинейные дифференциальные уравнения в частных производных	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-7, ПК-8	Зачет, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	3		
6 Вариационные методы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-7, ПК-8	Зачет, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
7 Интегральные уравнения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-7, ПК-8	Зачет, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	3		
8 Интегральные преобразования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-7, ПК-8	Зачет, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
Итого за семестр		22		
4 семестр				
9 Основные уравнения электромагнитного поля	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	10		

Согласована на портале № 31324

10 Энергия и мощность электромагнитного поля	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	8		
11 Основные теоремы и принципы в теории гармонических полей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
12 Плоские электромагнитные волны в одно-родных средах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	10		
13 Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух сред	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	10		
14 Излучение электромагнитных волн. Элементарные излучатели	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
15 Электромагнитные волны в направляющих системах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	10		
16 Электромагнитные колебания в объемных резонаторах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен

Согласована на портале № 31324

	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	8		
Итого за семестр		66		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36		Экзамен
Итого		124		

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр		
Курсовая работа	10	ПК-7, ПК-8
Итого за семестр	10	

10.1. Темы курсовых работ (проектов)

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- Расчет планарных оптических волноводов
- Расчет диэлектрических волноводов круглого сечения для волн оптического диапазона
- Расчет многослойного диэлектрического зеркала для отражения и пропускания волн оптического диапазона .
- Анизотропные среды. Распространение электромагнитных волн в намагниченном феррите.
- Анизотропные среды. Распространение электромагнитных волн в намагниченной плазме.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Зачет			30	30
Отчет по лабораторной работе	10	10	20	40
Тест	10	10	10	30
Итого максимум за пери-	20	20	60	100

Согласована на портале № 31324

од				
Нарастающим итогом	20	40	100	100
4 семестр				
Защита курсовых проектов (работ)			13	13
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		9	9	18
Тест	8	8	8	24
Итого максимум за период	13	22	35	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	13	35	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. 1. Б.М. Петров Электродинамика и распространение радиоволн: Учебник для вузов. - М.: Горячая линия- Телеком, 2007.-558 с. (100): Библиотека ТУСУР (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

2. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / Боков Л. А., Мандель А. Е., Замотринский В. А. - 2013. 410 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа:

Согласована на портале № 31324

https://edu.tusur.ru/publications/3289, (дата обращения: 14.06.2018).

3. Методы математической физики: Учебное пособие предназначено для студентов факультета дистанционного обучения ТУСУРа / Гриняев Ю. В., Ушаков В. М., Миньков Л. Л., Тимченко С. В. - 2012. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3379, (дата обращения: 14.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Распространение радиоволн: Учебное пособие / Мандель А. Е., Замотринский В. А. - 2012. 165 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/751, (дата обращения: 14.06.2018).

2. Методы решения нелинейных уравнений математической физики и механики: Учебное пособие для вузов/ А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев, А. И. Жуков. - М.: Физматлит, 2005. - 254 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электромагнитные поля и волны: Сборник задач и упражнений / Боков Л. А., Мандель А. Е., Шангина Л. И., Соколова Ж. М. - 2013. 271 с.(Пособие для практических занятий) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3697, (дата обращения: 14.06.2018).

2. Электромагнитные поля и волны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Боков Л. А., Мандель А. Е., Соколова Ж. М. - 2010. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/17, (дата обращения: 14.06.2018).

3. Расчет диэлектрических волноводов и объемных резонаторов: учебное пособие / Падусова Е. В., Шарангович С. Н. - 2009. 116 с.(Пособие по выполнению курсовой работы) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4, (дата обращения: 14.06.2018).

4. Электромагнитные поля и волны: Учебное методическое пособие по выполнению курсовой работы / Соколова Ж. М. - 2012. 109 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2297, (дата обращения: 14.06.2018).

5. Исследование параметров объёмного резонатора прямоугольного сечения: Руководство к лабораторной работе для бакалавров направлений подготовки 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 210400.62 «Радиотехника», и специалистов направления подготовки 210601.65 «Радиоэлектронные системы и комплексы» / Мандель А. Е., Фатеев А. В., Никифоров А. Н., Соколова Ж. М. - 2013. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3656, (дата обращения: 14.06.2018).

6. Исследование поляризации электромагнитных волн: Руководство к лабораторной работе для бакалавров направлений подготовки: 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 210400.62 «Радиотехника»; специалистов направления подготовки 210601.65 «Радиоэлектронные системы и комплексы» / Мандель А. Е., Фатеев А. В., Никифоров А. Н., Соколова Ж. М. - 2013. 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3639, (дата обращения: 14.06.2018).

7. Исследование отражения электромагнитных от границы раздела двух сред: Руководство к лабораторной работе для бакалавров направлений подготовки 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 210400.62 «Радиотехника», специалистов направления подготовки 210601.65 «Радиоэлектронные системы и комплексы» / Мандель А. Е., Кущ Г. Г., Никифоров А. Н. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3653, (дата обращения: 14.06.2018).

8. Исследование линий передачи СВЧ диапазона: Руководство к лабораторной работе для бакалавров направлений подготовки 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 210400.62 «Радиотехника», специалистов направления подготовки 210601.65 «Радиоэлектронные системы и комплексы» / Мандель А. Е., Фатеев А. В., Никифоров А. Н., Соколова Ж. М. - 2013. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3657, (дата обращения: 14.06.2018).

9. Методы математической физики: Учебно-методическое пособие / Гошин Г. Г. - 2013. 139 с. (Пособие для практических занятий) [Электронный ресурс] - Режим доступа:

Согласована на портале № 31324

https://edu.tusur.ru/publications/3607, (дата обращения: 14.06.2018).

10. Решение краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных разностей: Руководство к лабораторной работе для направления подготовки бакалавров 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Гошин Г. Г., Попков А. Ю. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3600, (дата обращения: 14.06.2018).

11. Исследование солитонов (компьютерный эксперимент): Руководство к лабораторной работе для направления подготовки бакалавров 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Гошин Г. Г., Попков А. Ю. - 2013. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3603, (дата обращения: 14.06.2018).

12. Решение интегральных уравнений фредгольма теории волновых процессов: Руководство к лабораторной работе для направления подготовки бакалавров 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Гошин Г. Г., Попков А. Ю. - 2013. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3601, (дата обращения: 14.06.2018).

13. Решение алгебраических и дифференциальных уравнений и систем в среде MathCAD: Руководство к лабораторной работе для направления подготовки бакалавров 210700.62 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Гошин Г. Г., Попков А. Ю. - 2013. 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3602, (дата обращения: 14.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. www.elibrary.ru

2. 2. Информационные, справочные и нормативные базы данных https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-вычислительная лаборатория «Информатики и информационных технологий»

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для прове-

Согласована на портале № 31324

дения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 337б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Microsoft Office 2007

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория Микроволновой техники

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (14 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проек-тор 1 шт., экран 1 шт.);
- Осциллограф GDS – 71022 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-18 (1 шт.);
- Генератор сигнала 33522А (1 шт.);
- Вольтметр циф. GDM 8145 (1 шт.);
- Измеритель Р2М-04 (1 шт.);
- Анализатор спектра СК4М-04 (1 шт.);
- Осциллограф цифровой MS07104 (1 шт.);
- Мультиметр цифровой 34405А (1 шт.);
- Источник питания GPD-73303S (1 шт.);
- Генератор Г3-14 (2 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Измеритель Р2-60 (2 блока);
- Измеритель Р5-12 (1 шт.);
- Измерительная линия Р1-27 (1 шт.);
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18 (1 шт.);
- Опорно-поворотное устройство (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Microsoft Office 2010 и ниже
– PTC Mathcad 15

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;

Согласована на портале № 31324

- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1.Можно ли создать магнитное поле с распределением вектора магнитной индукции B= 5x• x0+5y• y0 +5z• z0

а)Это поле может быть создано постоянными магнитами

б) Такого поля нет

в) Это поле может быть создано объёмными электрическими зарядами

г) Это поле может быть создано постоянными токами

2. Вектор электромагнитного поля D=5x•x0 +5y•y0. Определить объёмный заряд, создающий это поле.

а) 20 кл/м3

б) 10 кл/м3

в) 5 кл/м3

г)15 кл/м3

3. Каков физический смысл уравнения Максвелла divD =0

Согласована на портале № 31324

а) В заданной точке есть источники электрического поля
б) Такой вид уравнения Максвелла смысла не имеет
в) В заданной точке есть стоки электрического поля
г) В заданной точке нет источников электрического поля

4. Как изменятся ток проводимости и ток смещения , если при тех же напряженностях электромагнитного поля E и H параметры среды - относительная диэлектрическая проницаемость и проводимость среды σ - увеличить в 4 раза
а)ток проводимости не изменится , ток смещения, увеличится в 2 раза
б)ток проводимости и ток смещения не изменятся
в) ток проводимости и ток смещения увеличатся в 4 раза
г) ток смещения не изменится, ток проводимости увеличится в 2 раза

5. Какова взаимная ориентация векторов E, H и волнового вектора K в плоской однородной волне
а) все три вектора взаимно ортогональны и образуют левую тройку векторов
б) все три вектора взаимно ортогональны и образуют правую тройку векторов
в) векторы E и H параллельны, оба вектора ортогональны вектору K
г) все три вектора параллельны

6. Как изменится скорость электромагнитной волны в ферроэлектрике, если магнитную и диэлектрическую проницаемости среды увеличить в четыре раза.
а) увеличится в 4 раза
б) уменьшится в 4 раза
в) уменьшится в 16 раз
г) останется неизменной

7. На какой угол повернётся вектор напряженности электрического поля электромагнитной волны с круговой поляризацией при прохождении расстояния 0.1 м, если скорость распространения волны равна 3•10 8 м/с, а частота колебаний волны f = 1 ГГц
а) 90 град.
б) 360 град.
в)120 град.
г) 60 град

8. На границу раздела двух диэлектрических сред падает под углом Брюстера электромагнитная волна, имеющая правую круговую поляризацию. Какой будет поляризация отраженной волны
а) линейная горизонтальная
б) правая круговая
в) левая круговая
г) линейная вертикальная

9. Вертикально поляризованная электромагнитная волна падает на границу раздела двух диэлектриков под углом Брюстера. Каким при этом будет коэффициент отражения
а) 1/2
б) 0
в) 1
г) 1/3

10. Как изменится глубина проникновения электромагнитного поля в проводящую среду, если проводимость среды σ увеличится в четыре раза
а) увеличится в 4 раза
б) уменьшится в 2 раза

Согласована на портале № 31324

в) уменьшится в 4 раза
г) увеличится в 2 раза

11.При каких соотношения между проницаемостями двух сред коэффициент отражения от их границы раздела будет равен 0
а) ε1=ε2; μ1 и μ2 - любые
б) μ1/ε1 ; μ2/ε2
в) ε1• μ1=ε2• μ2
г) μ1 = μ2 , ε1 и ε2 - любые

12. Какими параметрами необходимо располагать при определении ближней и дальней зон излучения диполя Герца
а) параметрами среды
б) видом поляризации излучателя
в) длиной волны излучателя
г) размером излучателя

13. В каком направлении отсутствует излучение диполя Герца, к которому подведена мощность сигнала
а) вдоль оси диполя
б) перпендикулярно оси диполя
в) под углом 45 град. к оси диполя
г) во всех направлениях излучение существует

14. Какие волны могут распространяться в прямоугольном волноводе
а) Т-волны
б) Е-волны и Н-волны
в) Т-волны и Е-волны
г) Т-волны и Н-волны

15. Как ориентирован волновой вектор К относительно волнового фронта плоской электромагнитной волны.
а) перпендикулярен фронту волны
б) параллелен фронту волны
в) направлен под углом 60 град к плоскости фронта волны
г) направлен под углом 45 град к плоскости фронта волны

16. Вблизи границы раздела двух сред задано следующее распределение вектора D :
D1=5 •x0 +5 •y0 при x > 0 D1=4 • x0 +3 • y0 при x < 0
Какие из приведенных утверждений верны
а) в одной из сред присутствует объемный заряд
б) одна из сред обязательно анизотропна
в) в обеих средах присутствуют объемные заряды
г) на границе раздела сред есть поверхностный заряд

17. Какова основная волна прямоугольного волновода
а) Н11
б) Н10
в) Е11
г) Е12

18. Каково физическое содержание вектора Пойнтинга
а) плотность мощности электромагнитной волны
б)энергия электромагнитной волны

Согласована на портале № 31324

в) мощность электромагнитной волны

г) скорость электромагнитной волны

19. Дайте определение току смещения

а) ток смещения - это величина, пропорциональная скорости изменения переменного электрического поля в диэлектрике или вакууме

б) ток смещения - это величина, пропорциональная скорости перемещения заряженных частиц в вакууме

в) ток смещения - это величина, пропорциональная частоте изменения переменного электрического поля в диэлектрике или вакууме

20. Как изменится резонансная частота резонатора при заполнении его диэлектриком

а) резонансная частота резонатора не изменится

б) резонансная частота резонатора с диэлектриком уменьшится по отношению к частоте резонатора без диэлектрика

в) резонансная частота резонатора с диэлектриком увеличится по отношению к частоте резонатора без диэлектрика

21. У математически корректной постановки задачи решение должно:

а) существовать,

б) быть единственным,

в) быть устойчивым,

г) непрерывным образом зависеть от параметров задачи и необходимых дополнительных условий.

22. Граничные условия – это условия:

а) на границе раздела двух сред,

б) на стыке двух линий с разными параметрами,

в) на концах отрезка линии передачи,

г) тна поверхности замкнутой области, в которой протекает процесс

23. Начальные условия – это условия:

а) в начале отрезка линии передачи,

б) на поверхности проводника линии передачи в начальный момент времени,

в) на границе области, в которой протекает переменный во времени процесс,

г) для переменного во времени процесса в начальный момент времени.

24. В методе разделения переменных функция двух независимых переменных представляется в виде:

а) отношения двух функций,

б) суммы двух функций,

в) произведения двух функций,

г) свёртки функций.

25. Интегральными называются уравнения, в которых неизвестная функция:

а) входит под знак дифференциала,

б) входит под знак интеграла,

в) может входить под знак интеграла или быть вне его,

г) может входить под знак интеграла и быть вне его.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Определение электромагнитного поля.
2. Векторы электрического поля.
3. Векторы магнитного поля.
4. Уравнения Максвелла в интегральной форме
5. Первое уравнение Максвелла: полный ток и магнитное поле.
6. Полный ток и его составляющие.
7. Второе уравнение Максвелла: обобщенный закон электромагнитной индукции.
8. Третье уравнение Максвелла: электрическое поле и заряды.

Согласована на портале № 31324

9. Четвертое уравнение Максвелла: непрерывность силовых линий магнитного поля.
10. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
11. Материальные уравнения.
12. Граничные условия для нормальных составляющих электрического поля.
13.Граничные условия для нормальных составляющих магнитного поля.
14. Граничные условия для тангенциальных составляющих электрического поля.
15. Граничные условия для тангенциальных составляющих магнитного поля.
16. Закон Джоуля-Ленца
17. Баланс энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга
18. Монохроматическое поле, метод комплексных амплитуд .
19. Уравнения Максвелла в комплексной форме.
20. Комплексные диэлектрическая и магнитная проницаемость среды.
6.4. Плоские волны в однородных средах
21. Волновые уравнения и их решение.
22. Волновой характер электромагнитного поля. Плоские волны
23. Общее выражение для поля плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении.
24. Характеристическое сопротивление среды
25. Взаимная ориентация векторов поля и волнового вектора.
34. Линейная поляризация электромагнитных волн.
26. Круговая и эллиптическая поляризации электромагнитных волн.
27. Плоские электромагнитные волны в изотропных поглощающих средах
28. Затухание электромагнитных волн
29. Волновое число в поглощающих средах
30. Плоские волны в диэлектрике
31. Плоские волны в проводнике.
32. Нормальное падение плоской волны на границу раздела двух сред Формулы Френеля.
33. Наклонное падение плоских волн на границу раздела двух сред Формулы Френеля для горизонтально и вертикально поляризованных волн
34. Полное отражение от диэлектрической границы. Плоские неоднородные волны
35. Наклонное падение плоских электромагнитных волн на границу с диэлектриком. Угол Брюстера
36. Понятие о направляющей системе. Классификация направляемых волн
37. Условия распространения электромагнитных волн в направляющих сис темах. Критическая частота, критическая длина волны
38. Связь между продольными и поперечными составляющими поля в однородной направляющей системе
39.Прямоугольный волновод. Е- волны и Н- волны в прямоугольном волноводе
40. Основная волна прямоугольного волновода, ее структура поля и параметры
41 Структуры Е и Н полей в прямоугольном резонаторе.
42. Постановка задачи об излучении. Электродинамические потенциалы.
43. Уравнения для электродинамических потенциалов.
44. Определение электродинамических потенциалов по заданным зарядам и токам
45. Элементарный электрический излучатель.
46. Поле электрического излучателя в ближней и дальней зонах. Диаграмма направленности электрического излучателя. Сопротивление излучения.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Основные уравнения электромагнитного поля

Энергия и мощность электромагнитных полей

Основные теоремы и принципы в теории гармонических полей

Плоские электромагнитные волны в однородных средах

Согласована на портале № 31324

Отражение и преломления плоских волн на границе раздела двух сред

Электромагнитные волны в направляющих системах

Электромагнитные колебания в объемных резонаторах

14.1.4. Зачёт

Вопросы для зачета

1. Методы математической физики
2. Математическая модель. Четыре этапа математического моделирования
3. Основные уравнения математической физики
4. Математически корректная постановка задачи. Понятие устойчивости решения
5. Уравнение гиперболического типа и процессы, которые оно описывает
6. Свободные и вынужденные колебания
7. Схема решения задачи Коши для неограниченной струны. Физическая интерпретация решения задачи Коши для неограниченной струны
8. Прямая и обратная волны. Волны отклонения. Волны импульса
9. Суть метода Фурье разделения переменных
10. Постановка задачи о свободных колебаниях ограниченной струны. Схема решения задачи о свободных колебаниях ограниченной струны
11. Задача Штурма-Лиувилля
12. Собственные числа и собственные функции задачи о свободных колебаниях ограниченной струны
13. Колебания основного и высшего типов
14. Схема решения задачи о вынужденных колебаниях ограниченной струны
15. Вывод системы телеграфных уравнений
16. Схема решения телеграфного уравнения в случае линии без потерь.Схема решения телеграфного уравнения в случае линии без искажений
17. Постановка задачи о включении линии . Схема решения задачи о включении линии
18. Физическая интерпретация решения задачи о включении линии
19. Физические аналогии в задачах моделирования
20. Уравнения параболического типа и процессы, которые они описывают
21. Начальные и граничные условия в задачах теплопроводности
22. Постановка задач теплопроводности
23. Постановка задачи диффузии и схемы ее решения в частных случаях
24. Схема решения задачи теплопроводности для неограниченного стержня. Вид решения задачи теплопроводности для неограниченного стержня
25. Функция мгновенного точечного источника задачи теплопроводности для неограниченного стержня
26. Схема решения задачи теплопроводности без начальных условий для неограниченного стержня
27. Принцип максимального значения в задаче теплопроводности для неограниченного стержня
28. Постановка задачи теплопроводности для ограниченного стержня. Схема решения задачи теплопроводности для ограниченного стержня
29. Уравнение эллиптического типа и процессы, которые оно описывает
30. Уравнения Лапласа и Пуассона
31. Постановка трех типов граничных задач для уравнения Лапласа
32. Уравнение Гельмгольца, представление его решения через функцию Грина
33. Дельта - функция Дирака и ее основные свойства
34. Уравнение Гельмгольца для функции Грина
35. Понятие одномерной функции Грина задачи Штурма – Лиувилля и ее свойства. Схема нахождения функции Грина задачи Штурма – Лиувилля
36. Решение задачи о гармонических колебаниях струны с закрепленными концами под дей-

Согласована на портале № 31324

ствием внешней силы

37. Построение двумерной функции Грина уравнения Гельмгольца в виде разложения по одномерным функциям Грина

38. Представление двумерной функции Грина уравнения Гельмгольца через характеристические функции Грина

39. Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов

40. Метод перевала асимптотической оценки интегралов в комплексной плоскости

41. Понятие солитона и необходимые условия его существования. Солитон, его история, примеры, перспективы использования солитонных режимов

42. Нелинейные линии передачи, уравнение Кортевега – де Вриза, его солитонное решение

43. Основные свойства и параметры солитона

44. Нелинейное уравнение Шредингера, солитоны в волоконном световоде

45. Интегральные уравнения, понятия, типы

46. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра.

47. Теоремы Фредгольма. Вычислительные схемы решения уравнений Фредгольма:

48. Постановка задач вариационного исчисления и методы ее решения: Схема метода интегральных преобразований

14.1.5. Темы лабораторных работ

Решение краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных разностей

Решение алгебраических и дифференциальных уравнений в среде MATHCAD

Исследование солитонов

Решение интегральных уравнений Фредгольма теории волновых процессов

Исследование отражения электромагнитных волн от границы раздела двух сред

Исследование поляризации электромагнитных волн

Исследование линий передачи СВЧ диапазона

Исследование параметров объёмного резонатора прямоугольного сечения

14.1.6. Темы курсовых проектов (работ)

Расчет планарных оптических волноводов

Расчет диэлектрических волноводов круглого сечения для волн оптического диапазона

Расчет многослойного диэлектрического зеркала для отражения и пропускания волн оптического диапазона .

Анизотропные среды. Распространение электромагнитных волн в намагниченном феррите.

Анизотропные среды. Распространение электромагнитных волн в намагниченной плазме.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)

Согласована на портале № 31324

С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 31324