

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.12
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5; 2 семестр - 6; 3 семестр - 5; всего - 16
Часов (всего) по учебному плану:	576 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 48 часа; 3 семестр - 32 часа; всего - 112 часов
Практические занятия	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 16 часов; всего - 80 часов
Лабораторные работы	1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 48 часа
Консультации	1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 2 часа; 3 семестр - 2 часа; всего - 6 часов
Самостоятельная работа	1 семестр - 97,5 часа; 2 семестр - 117,5 часов; 3 семестр - 113,5 часов; всего - 328,5 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,5 часа

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лапицкий К.М.
	Идентификатор	R34188c97-LapitskyKM-ff585e2b

(подпись)

К.М. Лапицкий

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18

(подпись)

П.С. Остапенков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сафин А.Р.
	Идентификатор	Rdaf18b6c-SafinAR-8ed43814

(подпись)

А.Р. Сафин

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование естественнонаучного мировоззрения, а также умения применять законы физики для решения практических задач по своему профилю подготовки

Задачи дисциплины

- изучение основных физических явлений;
- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями физики, а также методами физического исследования;
- овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики;
- формирование навыков проведения физического эксперимента, умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-1 _{ОПК-1} Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов	знать: - основные физические явления, законы квантовой физики и их математическое описание; - основные физические явления, законы электростатики и их математическое описание; - основные физические явления, законы молекулярной физики и термодинамики и их математическое описание; - основные физические явления, законы оптики и их математическое описание; - свойства электромагнитных волн и их математическое описание; - основные физические явления, законы механики и их математическое описание.
ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-2 _{ОПК-1} Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	уметь: - определять, какие законы механики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты; - определять, какие законы квантовой физики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты; - определять, какие законы оптики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> - определять, какие законы электромагнетизма обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты; - определять, какие законы электростатики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты; - применять основные физические явления, законы электромагнетизма и их математическое описание к решению задач; - применять основные физические явления, законы электростатики и их математическое описание к решению задач; - применять основные физические явления, законы механики и их математическое описание к решению задач; - определять, какие законы молекулярной физики и термодинамики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные определения, законы и теоремы курса физики на уровне среднего общего образования
- уметь решать типовые задачи курса физики на уровне среднего общего образования

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 16 зачетных единиц, 576 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Физические основы механики	70	1	14	10	16	-	-	-	-	-	30	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Физические основы механики" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Физические основы механики", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Физические основы механики" материалу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 17-160 [3], стр. 8-75 [4], стр. 4-29 [6], стр. 5-72 [9], стр. 5-86	
1.1	Физические основы механики	70		14	10	16	-	-	-	-	-	30	-		
2	Элементы специальной теории относительности	14		6	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Элементы специальной теории относительности"
2.1	Элементы специальной теории	14		6	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	

	относительности												<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 217-243 [3], стр. 84-105
3	Основы молекулярной физики и термодинамики	60		12	6	16	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы молекулярной физики и термодинамики", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.1	Основы молекулярной физики и термодинамики	60		12	6	16	-	-	-	-	26	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы молекулярной физики и термодинамики" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы молекулярной физики и термодинамики" материалу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 262-356 [3], стр. 106-164 [4], стр. 34-51 [6], стр. 73-108 [9], стр. 114-161
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	180.0		32	16	32	-	2	-	-	0.5	64	33.5
	Итого за семестр	180.0		32	16	32	2	-	-	0.5	97.5		
4	Электростатика	84	2	18	8	18	-	-	-	-	40	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электростатика"
4.1	Электростатика	84		18	8	18	-	-	-	-	40	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Электростатика", подготовка к выполнению

													заданий на практических занятиях <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Электростатика" материалу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 11-95 [3], стр. 182-251 [5], стр. 4-32 [7], стр. 4-65 [9], стр. 162-213 [10], стр. 4-103 [16], стр. 4-103
5	Электромагнетизм	84	22	8	14	-	-	-	-	-	40	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электромагнетизм" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Электромагнетизм", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Электромагнетизм" материалу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 98-235 [3], стр. 270-353 [5], стр. 33-59 [8], стр. 4-77
5.1	Электромагнетизм	84	22	8	14	-	-	-	-	-	40	-	

													[9], стр. 214-287 [10], стр. 104-175 [16], стр. 104-175	
6	Колебания и волны	12		8	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Колебания и волны" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 181-210 [3], стр. 358-410	
6.1	Колебания и волны	12		8	-	-	-	-	-	-	4	-		
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0		48	16	32	-	2	-	-	0.5	84	33.5	
	Итого за семестр	216.0		48	16	32	2		-		0.5	117.5		
7	Волновая оптика	62	3	16	8	8	-	-	-	-	-	30	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Волновая оптика" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Волновая оптика", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Волновая оптика" материалу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 316-479 [3], стр.420-475 [12], стр. 4-38 [13], стр. 4-41 [14], стр. 4-67 [15], стр. 8-90
7.1	Волновая оптика	62		16	8	8	-	-	-	-	-	-	30	
8	Квантовая оптика	52		8	8	6	-	-	-	-	-	30	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Квантовая
8.1	Квантовая оптика	52		8	8	6	-	-	-	-	-	30	-	

														оптика", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Квантовая оптика" материалу <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Квантовая оптика" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 478-501 [11], стр. 9-46 [12], стр. 39-64 [13], стр. 42-71 [14], стр. 74-120 [15], стр. 91-136
9	Квантовая механика	30		8	-	2	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Квантовая механика" материалу <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Квантовая механика", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Квантовая механика" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр.504-528; 578-589; 607-619
9.1	Квантовая механика	30		8	-	2	-	-	-	-	-	20	-	

														[11], стр. 46-229 [12], стр. 65-82 [13], стр. 72-88
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	16	16	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	16	16	2	-	-	0.5	113.5			
	ИТОГО	576.0	-	112	48	80	6	-	-	1.5	328.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Физические основы механики

1.1. Физические основы механики

Предмет физики. Физические модели. Механика. Кинематика материальной точки. Скорость, ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорения. Кинематический закон движения материальной точки. Кинематика поступательного и вращательного движения твердого тела. Связь угловых кинематических параметров с соответствующими линейными величинами. Преобразования Галилея. Механический принцип относительности Галилея. Динамика материальной точки, системы материальных точек и поступательного движения твердого тела. Центр масс механической системы и закон его движения. Динамика твердого тела, вращательное и поступательное движение. Момент импульса материальной точки и твердого тела относительно неподвижного центра. Связь между моментом импульса и угловой скоростью, тензор инерции. Главные оси инерции, момент инерции тела относительно оси. Теорема Штейнера. Момент силы относительно неподвижной точки, относительно неподвижной оси. Основное уравнение динамики вращательного движения абсолютно твердого тела относительно неподвижной оси. Плоское движение твердого тела, динамика плоского движения. Законы сохранения в механике. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса. Энергия. Работа. Кинетическая энергия. Кинетическая энергия вращающегося тела. Кинетическая энергия механической системы и ее связь с работой внешних и внутренних сил. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальные поля. Потенциальная энергия материальной точки и системы материальных точек. Поле центральных сил. Механическая энергия системы тел. Закон изменения и сохранения механической энергии системы тел. Удар абсолютно упругих и неупругих тел..

2. Элементы специальной теории относительности

2.1. Элементы специальной теории относительности

Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца. Относительность одновременности, относительность длин и промежутков времени, интервал между двумя событиями и его инвариантность. Релятивистский закон сложения скоростей. Динамика материальной точки. Энергия и импульс релятивистской частицы. Закон взаимосвязи массы и энергии. Релятивистское уравнение динамики материальной точки..

3. Основы молекулярной физики и термодинамики

3.1. Основы молекулярной физики и термодинамики

Статистические и термодинамические методы исследования. Термодинамические параметры. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Молекулярно-кинетическая теория газов. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории для давления идеального газа. Молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры. Внутренняя энергия идеального газа. Работа, количество теплоты. Первое начало термодинамики. Политропные процессы. Теплоемкость. Тепловые машины. Цикл Карно и его КПД. Неравенство Клаузиуса. Термодинамическое равновесие системы. Макро- и микросостояния. Статистический вес. Энтропия и ее свойства. Второе начало термодинамики. Основы статистической модели одноатомного газа. Средние значения наблюдаемых величин. Распределение Максвелла. Распределение Максвелла по вектору скорости и по отдельным проекциям скорости, среднеквадратичная скорость. Формула для давления идеального газа. Формула распределения по модулю скорости, наиболее вероятная скорость. Распределение Больцмана. Распределение молекул по высоте в поле тяжести,

барометрическая формула. Явления переноса в термодинамических неравновесных системах. Длина свободного пробега..

4. Электростатика

4.1. Электростатика

Электростатическое поле в вакууме. Вектор напряженности электростатического поля и методы его расчета. Потенциал. Связь между потенциалом и напряженностью поля. Методы расчета потенциала. Диполь в электростатическом поле. Электростатическое поле в веществе. Типы диэлектриков Электронная и ориентационная поляризации. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества. Условия на границе раздела двух сред. Проводники в электростатическом поле. Поле внутри проводника и у его поверхности. Распределение зарядов в проводнике. Постоянный электрический ток. Электроемкость уединенного проводника. Взаимная емкость двух проводников. Конденсаторы. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии..

5. Электромагнетизм

5.1. Электромагнетизм

Постоянное магнитное поле в вакууме. Закон Ампера. Вектор индукции магнитного поля и методы его расчета. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме. Метод суперпозиции полей. Расчет поля кругового тока, длинного соленоида и тороида. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле. Явление электромагнитной индукции. Вывод закона Фарадея-Максвелла. Индуктивность. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии. Магнитное поле в веществе. Микротоки. Вектор намагниченности. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Вектор напряженности магнитного поля. Связь между векторами индукции, напряженности и намагниченности. Магнитная проницаемость вещества. Граничные условия на границе раздела двух сред. Классификация магнетиков. Электронная теория диа- и парамагнетиков. Основные свойства ферромагнетиков. Домены. Точка Кюри..

6. Колебания и волны

6.1. Колебания и волны

Уравнения Максвелла. Гармонические колебания и их характеристики. Механические и электромагнитные колебания. Колебательный контур. Дифференциальное уравнение собственных гармонических колебаний и его решение. Затухающие электромагнитные колебания. Дифференциальное уравнение и его решение. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность контура. Вынужденные электромагнитные колебания. Дифференциальное уравнение и его решение. Резонанс. Понятие о методе Фурье-анализа. Сложение гармонических колебаний одинакового направления и одинаковой частоты. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу. Волны. Примеры волновых движений. Поперечные, продольные волны. Уравнение бегущей волны. Характеристики волны (амплитуда, фаза, частота, волновое число, длина волны). Волновое уравнение. Процессы образования стоячих волн. Уравнение стоячей волны. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Свойства электромагнитных

волн. Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Понятие интенсивности. Пример расчета плотности потока энергии..

7. Волновая оптика

7.1. Волновая оптика

Шкала электромагнитных волн. Распространение света в прозрачной среде. Фазовая скорость света в прозрачной среде, коэффициент преломления. Световой луч, оптическая длина пути. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления света, полное внутреннее отражение. Коэффициент отражения. Коэффициент отражения при нормальном падении(вывод), наклонное падение, p и s – волны, формулы Френеля, угол Брюстера. Интерференция света. Когерентность электромагнитной волны, условия наблюдения интерференции. Интерференция по схеме Юнга, разность фаз и оптическая разность хода волн, условия максимумов и минимумов, ширина интерференционной полосы. Интерференция в тонких пленках, разность хода волн, отраженных от двух поверхностей пленки, полосы равного наклона и равной толщины, кольца Ньютона. Многолучевая интерференция, фазовая диаграмма многолучевой интерференции. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля, интеграл Кирхгофа. Дифракция Френеля на круглом отверстии, условия максимумов и минимумов дифракции на оси отверстия. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии, дифракционная расходимость, разрешающая способность объектива. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракция Фраунгофера на решетке, схема дифракции, амплитудные и фазовые решетки, интенсивность дифрагированной волны, как функция угла дифракции, главные максимумы и главные минимумы дифракции, угловая дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки. Поляризация света. Состояние поляризации световой волны, виды поляризации, поляризованный, естественный и частично поляризованный свет, степень поляризации, поляризация волны при ее отражении, идеальный поляризатор. Двойное лучепреломление, обыкновенная и необыкновенная волны, анизотропные диэлектрики, главная плоскость анизотропного кристалла, поверхность лучевых скоростей. Взаимодействие света с веществом. Рассеяние, дисперсия и поглощение света, явление дисперсии, нормальная и аномальная дисперсия, поглощение света, закон Бугера. Элементарная теория дисперсии. Волновой пакет, групповая скорость..

8. Квантовая оптика

8.1. Квантовая оптика

Тепловое излучение. Характеристики теплового излучения нагретых тел, абсолютно черное тело, закон Кирхгофа. Законы теплового излучения черного тела, равновесное излучение, зависимость спектральной плотности равновесного излучения от частоты, закон Стефана-Больцмана, формула Вина и закон смещения Вина, формула Рэлея-Джинса, распределение Планка, гипотеза Планка. Квантовые свойства света. Внешний фотоэффект, работа выхода, запирающий потенциал, квантовое объяснение фотоэффекта, уравнение Эйнштейна. Опыт Боте, фотон как элементарная частица, энергия, импульс и поляризация фотона, давление света. Эффект Комптона, рассеяние фотона на электроны, законы сохранения и изменение длины волны фотона при рассеянии, комптоновская длина волны. Боровская модель атома водорода, гипотезы Бора, правило отбора стационарных орбит, квантование энергии электрона в водородоподобной системе, схема энергетических уровней. Спектр атома водорода, спектральная формула, серии спектральных линий. Излучение и поглощение света атомами..

9. Квантовая механика

9.1. Квантовая механика

Волновая механика электрона. Гипотеза де-Бройля, волны де-Бройля, длина волны де-Бройля, экспериментальное подтверждение гипотезы, корпускулярно-волновой дуализм, критерий «классичности» электрона, принцип соответствия. Статистическая интерпретация волн де-Бройля, плотность вероятности и амплитуда вероятности, волновая функция электрона. Стационарное состояние. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Состояние электрона с определенным импульсом. Соотношения неопределенностей Гейзенберга, примеры. Уравнение Шредингера. Электрон в прямоугольной потенциальной яме, стоячая волна де-Бройля, квантование энергии. Плотность потока вероятности, уравнение непрерывности, сохранение числа частиц. Движение электрона вблизи потенциального порога, коэффициенты прохождения и отражения электрона от потенциальной «ступеньки», туннельный эффект, вероятность туннелирования электрона..

3.3. Темы практических занятий

1. Электромагнитные волны;
2. Тепловое излучение;
3. Дисперсия света;
4. Поляризация света;
5. Дифракция света;
6. Интерференция света;
7. Проводники в электростатическом поле;
8. Индуктивность. Энергия магнитного поля;
9. Явление электромагнитной индукции;
10. Сила Ампера. Работа силы Ампера. Сила Лоренца;
11. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока;
12. Емкость;
13. Квантовые свойства света;
14. Распределение Максвелла по скоростям и энергиям. Распределение Больцмана;
15. Расчет напряженности и потенциал электростатического поля в вакууме методом суперпозиции;
16. Тепловые машины и их КПД;
17. Первое начало термодинамики. Теплоемкость;
18. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа;
19. Уравнение состояния идеального газа;
20. Законы сохранения импульса, энергии и момента импульса;
21. Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела относительно неподвижной оси;
22. Движение материальной точки по окружности;
23. Динамика материальной точки;
24. Кинематика;
25. Электростатическое поле в диэлектриках;
26. Волны де Бройля. Соотношения неопределенностей;
27. Применение теоремы Остроградского-Гаусса для расчета электростатического поля в вакууме;
28. Энергия электростатического поля.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение явления гистерезиса ферромагнетиков;
2. Измерение температуры спирали лампы накаливания с помощью оптического пирометра;

3. Исследование явления поляризации света. Закон Малюса;
4. Изучение линейной дисперсии спектрального прибора;
5. Изучение дифракции света на одной щели. Дифракция Фраунгофера;
6. Изучение дифракции в параллельных лучах;
7. Определение длины световой волны с помощью дифракционной решётки;
8. Определение длины волны света методом колец Ньютона;
9. Определение длины волны лазерного излучения интерференционным методом (методом Юнга);
10. Исследование отражения поляризованного света от поверхности диэлектрика. Формулы Френеля;
11. Определение момента инерции маховика;
12. Изучение динамики плоского движения маятника Максвелла;
13. Изучение динамики вращательного движения твёрдого тела и определение момента инерции маятника Обербека;
14. Исследование свойств теплового излучения;
15. Определение средней силы сопротивления грунта и изучение неупругого соударения груза и сваи на модели копра;
16. Определение момента инерции плоского физического маятника;
17. Изучение закона сохранения импульса;
18. Изучение законов сохранения при соударении шаров;
19. Погрешности при физических измерениях. Измерение объёма цилиндра;
20. Изучение динамики поступательного и вращательного движения с помощью прибора Атвуда;
21. Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении сплава олова;
22. Измерение момента инерции тел методом вращательных колебаний;
23. Изучение внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка;
24. Определение отношения теплоёмкостей C_p/C_V газов;
25. Определение красной границы фотоэффекта и работы выхода электрона из металла;
26. Измерение отношения C_p/C_V воздуха;
27. Определение индуктивности системы катушек;
28. Изучение свойств ферромагнетиков по методу Столетова;
29. Исследование магнитного поля в катушках Гельмгольца;
30. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона;
31. Определение точки Кюри ферромагнетика;
32. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла;
33. Определение диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика;
34. Изучение диэлектрических свойств жидкостей;
35. Весы напряжения;
36. Определение ёмкости коаксиального кабеля и плоского конденсатора;
37. Исследование электрического поля с помощью электролитической ванны;
38. Изучение свойств лазерного излучения;
39. Определение потенциала возбуждения атомов по методу Франка и Герца;
40. Определение ширины запрещённой зоны кремния по красной границе внутреннего фотоэффекта;
41. Определение электрической ёмкости конденсатора;
42. Исследование линейчатых спектров испускания;
43. Измерение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля;
44. Определение удельного заряда электрона;
45. Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха;
46. Определение коэффициента внутреннего трения жидкости по методу Стокса;

47. Ознакомление с электроизмерительными приборами;
48. Определение взаимной индуктивности.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)									Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Знать:												
основные физические явления, законы механики и их математическое описание	ИД-1 _{ОПК-1}	+										Тестирование/Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела Тестирование/Кинематика и динамика материальной точки
свойства электромагнитных волн и их математическое описание	ИД-1 _{ОПК-1}								+			Контрольная работа/Электромагнитные волны
основные физические явления, законы оптики и их математическое описание	ИД-1 _{ОПК-1}								+			Контрольная работа/Волновая оптика
основные физические явления, законы молекулярной физики и термодинамики и их математическое описание	ИД-1 _{ОПК-1}			+								Контрольная работа/Молекулярная физика и термодинамика
основные физические явления, законы электростатики и их математическое описание	ИД-1 _{ОПК-1}				+							Тестирование/Электростатическое поле в вакууме Тестирование/Электростатическое поле в веществе
основные физические явления, законы квантовой физики и их математическое описание	ИД-1 _{ОПК-1}									+	+	Контрольная работа/Квантовая оптика
Уметь:												
определять, какие законы молекулярной физики и термодинамики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-2 _{ОПК-1}			+								Лабораторная работа/Молекулярная физика и термодинамика (защита)
применять основные физические явления,	ИД-2 _{ОПК-1}	+	+									Контрольная работа/Механика

законы механики и их математическое описание к решению задач											
применять основные физические явления, законы электростатики и их математическое описание к решению задач	ИД-2 _{ОПК-1}				+						Контрольная работа/Электростатика
применять основные физические явления, законы электромагнетизма и их математическое описание к решению задач	ИД-2 _{ОПК-1}					+					Контрольная работа/Электромагнетизм
определять, какие законы электростатики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-2 _{ОПК-1}				+						Лабораторная работа/Электростатика (защита)
определять, какие законы электромагнетизма обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-2 _{ОПК-1}					+	+				Лабораторная работа/Электромагнетизм (защита)
определять, какие законы оптики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-2 _{ОПК-1}							+			Лабораторная работа/Волновая оптика (защита)
определять, какие законы квантовой физики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-2 _{ОПК-1}								+	+	Лабораторная работа/Квантовая оптика (защита)
определять, какие законы механики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-2 _{ОПК-1}	+									Лабораторная работа/Механика (защита)

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела (Тестирование)
2. Кинематика и динамика материальной точки (Тестирование)
3. Механика (Контрольная работа)
4. Молекулярная физика и термодинамика (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Механика (защита) (Лабораторная работа)
2. Молекулярная физика и термодинамика (защита) (Лабораторная работа)

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Электромагнетизм (Контрольная работа)
2. Электростатика (Контрольная работа)
3. Электростатическое поле в вакууме (Тестирование)
4. Электростатическое поле в веществе (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Электромагнетизм (защита) (Лабораторная работа)
2. Электростатика (защита) (Лабораторная работа)

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Волновая оптика (Контрольная работа)
2. Квантовая оптика (Контрольная работа)
3. Электромагнитные волны (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Волновая оптика (защита) (Лабораторная работа)
2. Квантовая оптика (защита) (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Экзамен (Семестр №2)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Т.1. Механика. Молекулярная физика : учебное пособие для вузов по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям / И. В. Савельев . – 7-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2007 . – 432 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0630-2 .;
2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебное пособие для вузов по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям / И. В. Савельев . – 7-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2007 . – 496 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0631-9 .;
3. Детлаф, А. А. Курс физики : Учебное пособие для вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский . – 3-е изд., испр . – М. : Высшая школа, 2001 . – 718 с. - ISBN 5-06-003556-5 .;
4. Механика и молекулярная физика. Сборник задач : методическое пособие по курсу "Физика" по направлениям "Электроника и микроэлектроника", "Радиотехника", "Информатика и вычислительная техника", "Прикладная математика и информатика", "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", "Электроэнергетика" / Б. В. Ермаков, О. И. Коваль, И. В. Корецкая, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. В. Ф. Кубарев . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 80 с.;
5. Электричество и магнетизм. Сборник задач : учебное пособие по курсу "Физика" по направлениям "Прикладная математика и информатика", "Электроэнергетика и электротехника", "Приборостроение", "Биотехнические системы и технологии", "Электроника и наноэлектроника", "Радиотехника", "Управление в технических системах" / И. В. Авилова, О. В. Бирюкова, Б. В. Ермаков, И. В. Корецкая, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" ; ред. Б. В. Ермаков . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 104 с. - ISBN 978-5-7046-1441-8 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5653;
6. Механика и молекулярная физика : лабораторный практикум по направлениям "Электроника и наноэлектроника", "Радиотехника", "Биотехнические системы и технологии", "Информатика и вычислительная техника", "Прикладная математика и информатика" и др. / С. В. Григорьев, Б. В. Ермаков, Е. В. Зелепукина, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 112 с.
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8866;
7. Физика. Электростатика : лабораторный практикум по курсу "Физика" по направлениям "Радиотехника", "Биотехнические системы и технологии", "Электроника и наноэлектроника", "Электроэнергетика и электротехника", "Информационная безопасность", "Приборостроение" и др. по специальности "Радиоэлектронные системы и комплексы" / О. В. Бирюкова, С. В. Григорьев, Б. В. Ермаков, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; ред. Е. В. Зелепукина, О. И. Лубенченко . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 67 с. - ISBN 978-5-7046-1962-8 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10284;

8. Физика. Электромагнетизм : лабораторный практикум по курсу "Физика" по направлениям: 11.03.01 "Радиотехника", 12.03.04 "Биотехнические процессы и технологии", 11.03.04 "Электроника и нанoeлектроника", 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и др. / О. В. Бирюкова, С. В. Григорьев, Б. В. Ермаков, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"); ред. Е. В. Зелепукина, О. И. Лубенченко . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 80 с. - ISBN 978-5-7046-2017-4 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10393;

9. Новодворская, Е. М. Сборник задач по физике с решениями для втузов / Е. М. Новодворская, Э. М. Дмитриев . – М. : Оникс 21 век, 2003 . – 368 с. - ISBN 5-329-00690-2 .;

10. Бирюкова, О. В. Физика. Электричество и магнетизм. Задачи с решениями : учебное пособие / О. В. Бирюкова, Б. В. Ермаков, И. В. Корецкая ; ред. Б. В. Ермаков . – СПб. : Лань-Пресс, 2018 . – 180 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-3164-9 .;

11. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебное пособие для вузов по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям / И. В. Савельев . – 7-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2007 . – 320 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0632-6 .;

12. Оптика и атомная физика : учебное пособие по курсу "Физика" по направлениям: "Автоматизация и управление", "Радиотехника", "Электроника и микроэлектроника" / И. В. Авилова, И. В. Гвоздовский, С. В. Григорьев, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. И. В. Гвоздовский . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 84 с. - ISBN 5-7046-0730-6 .;

13. Волновая и квантовая оптика : учебное пособие по курсу "Физика" по направлениям "Электроника и нанoeлектроника", "Радиотехника", "Биотехнические системы и технологии", "Информатика и вычислительная техника" и др. / И. В. Гвоздовский, Е. В. Зелепукина, И. А. Лапицкая, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" ; ред. С. В. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 92 с. - ISBN 978-5-7046-1775-4 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8734;

14. Волновая оптика и атомная физика. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Физика" по направлениям "Электроника и микроэлектроника", "Радиотехника", "Информатика и вычислительная техника", "Прикладная математика и информатика", "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", "Электроэнергетика" / Б. В. Ермаков, И. А. Бамбуркина, В. В. Ближнюк, Г. М. Янина, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 128 с. - ISBN 978-5-383-00238-4 .;

15. Оптика : лабораторный практикум по курсу "Физика" по направлениям "Электроника и нанoeлектроника", "Радиотехника", "Биотехнические системы и технологии", "Информатика и вычислительная техника", "Управление в технических системах", "Приборостроение", "Электроэнергетика и электротехника", "Информационная безопасность" / Э. Б. Бадамшина, С. В. Григорьев, Б. В. Ермаков, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"); ред. К. М. Лапицкий . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 139 с. - ISBN 978-5-7046-1963-5 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10283;

16. Бирюкова О. В., Ермаков Б. В., Корецкая И. В.- "Физика. Электричество и магнетизм. Задачи с решениями", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (180 с.)
<https://e.lanbook.com/book/108327>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-200, Лекционная учебная аудитория	парта со скамьей, трибуна, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, колонки, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-204, Учебная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, колонки
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-204, Учебная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, колонки
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-318, Учебная аудитория	парта со скамьей, стул, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды,

	читальный зал	компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	А-201/1, Кабинет сотрудников каф. Физики	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А. Фабриканта	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Кинематика и динамика материальной точки (Тестирование)
 КМ-2 Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела (Тестирование)
 КМ-3 Механика (Контрольная работа)
 КМ-4 Механика (защита) (Лабораторная работа)
 КМ-5 Молекулярная физика и термодинамика (Контрольная работа)
 КМ-6 Молекулярная физика и термодинамика (защита) (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	12	12	16	16
1	Физические основы механики							
1.1	Физические основы механики		+	+	+	+		
2	Элементы специальной теории относительности							
2.1	Элементы специальной теории относительности				+			
3	Основы молекулярной физики и термодинамики							
3.1	Основы молекулярной физики и термодинамики						+	+
Вес КМ, %:			10	10	25	15	25	15

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Электростатическое поле в вакууме (Тестирование)
 КМ-2 Электростатическое поле в веществе (Тестирование)
 КМ-3 Электростатика (Контрольная работа)
 КМ-4 Электростатика (защита) (Лабораторная работа)
 КМ-5 Электромагнетизм (Контрольная работа)
 КМ-6 Электромагнетизм (защита) (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя	4	8	12	12	16	16

		КМ:						
1	Электростатика							
1.1	Электростатика		+	+	+	+		
2	Электромагнетизм							
2.1	Электромагнетизм						+	+
3	Колебания и волны							
3.1	Колебания и волны							+
Вес КМ, %:			10	10	25	15	25	15

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Электромагнитные волны (Контрольная работа)
- КМ-2 Волновая оптика (Контрольная работа)
- КМ-3 Волновая оптика (защита) (Лабораторная работа)
- КМ-4 Квантовая оптика (Контрольная работа)
- КМ-5 Квантовая оптика (защита) (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	16	16
1	Волновая оптика						
1.1	Волновая оптика		+	+	+		
2	Квантовая оптика						
2.1	Квантовая оптика					+	+
3	Квантовая механика						
3.1	Квантовая механика					+	+
Вес КМ, %:			10	25	20	25	20