

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике

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:	2 семестр - 6; 3 семестр - 6; 4 семестр - 4; всего - 16
Часов (всего) по учебному плану:	576 часа
Лекции	2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 32 часа; 4 семестр - 32 часа; всего - 96 часа
Практические занятия	2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Лабораторные работы	2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 32 часа; 4 семестр - 16 часов; всего - 80 часов
Консультации	2 семестр - 2 часа; 3 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
Самостоятельная работа	2 семестр - 117,5 часов; 3 семестр - 117,5 часов; 4 семестр - 95,7 часа; всего - 330,7 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Лабораторная работа Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
Зачет с оценкой	4 семестр - 0,3 часа;
	всего - 1,3 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Иванов Д.А.
	Идентификатор	R926d1db2-IvanovDA-83b905bf

Д.А. Иванов


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Очков В.Ф.
	Идентификатор	Rd91184b2-OchkovVF-1531e2ff

В.Ф. Очков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В. Шацких

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Обеспечение фундаментальной физической подготовки, позволяющей будущим специалистам ориентироваться в научно-технической информации, использовать физические принципы и законы, а также результаты физических открытий в области монтажа и эксплуатации энергетических машин, агрегатов, установок и систем их управления, в основу рабочих процессов которых положены различные формы преобразования энергии

Задачи дисциплины

- формирование у студентов основ научного мышления, в том числе: понимания границ применимости физических понятий и теорий; умения оценивать степень достоверности результатов теоретических и экспериментальных исследований; умения планировать физический и технический эксперимент и обрабатывать его результаты с использованием методов теории размерности, теории подобия и математической статистики;

- освоение обучающимися техники современного физического эксперимента, приобретение навыков работы с современными средствами измерений и научной аппаратурой, а также навыков использования средств компьютерной техники при расчетах и обработке экспериментальных данных;

- изучение студентами вариантов постановки и выбора алгоритмов решения конкретных задач из различных областей физики, приобретение обучающимися начальных навыков для самостоятельного овладения новыми методами и теориями, необходимыми в практической деятельности современного специалиста;

- формирование у обучающихся теоретической базы знаний для последующего изучения теоретической механики, электротехники и электроники, термодинамики и теплопередачи, теории тепло- и массообмена.

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-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-5 _{ОПК-3} Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	знать: - основные законы классической механики; - основные законы теории колебаний и волн; - основные законы молекулярной физики и термодинамики; - основные законы теории электричества; - основные законы физики магнитных явлений; - методы обработки результатов измерения физических величин. уметь: - применять физические законы теории электричества для решения типовых задач; - применять физические законы теории магнетизма для решения типовых задач; - строить математические модели физических явлений; - применять физические законы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		молекулярной физики и термодинамики для решения типовых задач; - применять физические законы механики для решения типовых задач; - применять методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений; - представлять результаты экспериментальных исследований в виде отчетов, графиков, таблиц.
ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-б _{ОПК-3} Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	знать: - основные законы волновой и квантовой оптики; - элементарные основы квантовой механики и основные законы атомной физики. уметь: - применять физические законы волновой и квантовой оптики для решения типовых задач; - применять элементарные основы квантовой механики и физические законы атомной физики для решения типовых задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется 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	Механика	122	2	22	22	22	-	-	-	-	-	56	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Механика"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Механика" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Механика" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Механика" и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></p>
1.1	Поступательное движение	64		12	12	12	-	-	-	-	-	28	-	
1.2	Вращательное движение	58		10	10	10	-	-	-	-	-	28	-	

													Изучение материала по разделу "Механика" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Механика" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 17-244 [4], стр. 4-88 [6], стр. 3-66 [8], стр. 5-85 [12], стр. 17-244
2	Молекулярная физика и термодинамика	58	10	10	10	-	-	-	-	-	28	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Молекулярная физика и термодинамика"
2.1	Молекулярная физика и термодинамика	58	10	10	10	-	-	-	-	-	28	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Молекулярная физика и термодинамика" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Молекулярная физика и термодинамика" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.

														<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Молекулярная физика и термодинамика и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Молекулярная физика и термодинамика" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Молекулярная физика и термодинамика"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 262-356 [4], стр. 99-148 [6], стр. 93-175 [8], стр. 86-142 [12], стр. 262-356</p>
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0		32	32	32	-	2	-	-	0.5	84	33.5	
	Итого за семестр	216.0		32	32	32		2		-	0.5		117.5	
3	Электричество	68	3	12	12	16	-	-	-	-	-	28	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Электричество"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Электричество" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения</p>
3.1	Электричество	68		12	12	16	-	-	-	-	-	28	-	

													<p>профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Электричество" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Электричество и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Электричество" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электричество"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 11-95 [4], стр. 160-233 [5], стр. 3-62 [9], стр. 5-54 [11], стр. 11-95</p>
4	Магнетизм, колебания и волны	112	20	20	16	-	-	-	-	-	56	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Магнетизм, колебания и волны"</p>
4.1	Магнетизм	64	10	10	16	-	-	-	-	-	28	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Магнетизм, колебания и волны" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></p>
4.2	Колебания и волны	48	10	10	-	-	-	-	-	-	28	-	

														Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Магнетизм, колебания и волны" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Магнетизм, колебания и волны" и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Магнетизм, колебания и волны" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Магнетизм, колебания и волны" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 114-312 [4], стр. 245-325 [5], стр. 75-174 [9], стр. 55-118 [11], стр. 114-312
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0		32	32	32	-	2	-	-	0.5	84	33.5	
	Итого за семестр	216.0		32	32	32	2	-	-	0.5	117.5			
5	Оптика	72	4	16	8	-	-	-	-	-	-	48	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>
5.1	Оптика	72		16	8	-	-	-	-	-	-	48	-	Повторение материала по разделу "Оптика" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для

													<p>выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Оптика" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Оптика"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 316-493 [4], стр. 326-368 [7], стр. 7-173 [10], стр. 3-71 [11], стр. 316-493</p>
6	Элементы квантовой механики и атомной физики	71.7	16	8	-	-	-	-	-	-	47.7	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Элементы квантовой механики и атомной физики"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Элементы квантовой механики и атомной физики" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Элементы квантовой механики и атомной</p>
6.1	Элементы квантовой механики и атомной физики	71.7	16	8	-	-	-	-	-	-	47.7	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Элементы квантовой механики и атомной физики" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Элементы квантовой механики и атомной</p>

													физики" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 7-156, 231-267 [4], стр. 368-392 [7], стр. 174-191 [10], стр. 72-111 [13], стр. 7-156, 231-267
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	144.0	32	16	-	-	-	-	-	0.3	95.7	-	
	Итого за семестр	144.0	32	16	-	-	-	-	-	0.3	95.7	-	
	ИТОГО	576.0	-	96	80	64	4	-	-	1.3	330.7	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Механика

1.1. Поступательное движение

Кинематика поступательного движения в классической физике: закон движения; скорость; ускорение (нормальное, тангенциальное); принцип относительности. Динамика поступательного движения: законы Ньютона; центр масс; приведенная масса; внешние и внутренние силы; закон изменения импульса материальной точки и системы тел; закон сохранения импульса. Механическая энергия; механическая работа; потенциальные и диссипативные силы; потенциальная и кинетическая энергии; теорема об изменении кинетической энергии; закон сохранения механической энергии. Постулаты Эйнштейна; релятивистская кинематика; собственное время; преобразования Лоренца и следствия из них; релятивистская динамика; импульс и энергия в специальной теории относительности.

1.2. Вращательное движение

Основное уравнение динамики вращательного движения; момент силы; момент импульса относительно точки и оси; момент инерции абсолютно твердого тела; закон сохранения момента импульса; кинетическая энергия вращающегося тела; теорема Кенига. Механические колебания: дифференциальные уравнения свободных, затухающих и вынужденных колебаний; метод векторных диаграмм; энергия колебаний; характеристики затухающих колебаний; резонанс при вынужденных колебаниях.

2. Молекулярная физика и термодинамика

2.1. Молекулярная физика и термодинамика

Статистический и термодинамический методы исследования: принцип детального равновесия; максвелловское распределение частиц по скоростям; барометрическое распределение; кинетическая энергия молекул; температура; распределение энергии по степеням свободы молекул. Идеальный газ: уравнение состояния идеального газа; теория теплоемкостей идеальных газов и ее ограниченность; внутренняя энергия, теплота, работа. Первое начало термодинамики; применение первого начала термодинамики к изопроцессам идеального газа; термодинамические циклы. Второе начало термодинамики; тепловые машины и их КПД; вечные двигатели первого и второго рода; цикл Карно; энтропия; термодинамическая вероятность. Явления переноса: длина свободного пробега молекул; диффузия; теплопроводность; внутреннее трение. Реальные газы: уравнение Ван-дер-Ваальса; критическое состояние; эффект Джоуля – Томсона..

3. Электричество

3.1. Электричество

Электростатика: электростатическое поле; закон Кулона; напряженность поля; потенциал; теорема Гаусса в вакууме; свободные и связанные заряды; диполь во внешнем электрическом поле; теорема Гаусса для диэлектриков; электрическое смещение. Проводники: поле вблизи проводника; емкость уединенного проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Постоянный электрический ток, его характеристики; закон Ома в дифференциальной форме и обобщенный закон Ома: разность потенциалов, ЭДС, напряжение..

4. Магнетизм, колебания и волны

4.1. Магнетизм

Магнитное поле в вакууме: магнитная индукция; закон Био-Савара-Лапласа; теорема о циркуляции индукции магнитного поля в вакууме; закон Ампера; рамка с током в магнитном поле; работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях; сила Лоренца; масс-спектрографы; электронно-лучевая трубка; эффект Холла. Электромагнитная индукция: магнитный поток; опыты Фарадея; закон Фарадея–Максвелла; правило Ленца; взаимная индукция; самоиндукция; индуктивность; энергия магнитного поля. Магнитное поле в веществе: микротоки; типы магнетиков; намагниченность; закон полного тока для магнитного поля в веществе; напряженность магнитного поля.

4.2. Колебания и волны

Электрические колебания: гармонические электромагнитные колебания и их характеристики; электрический колебательный контур; свободные, затухающие и вынужденные колебания; превращение энергии в контуре; характеристики затухающих и вынужденных колебаний; явление резонанса. Электромагнитные волны: уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме; нестационарные волновые уравнения в вакууме; уравнение электромагнитной волны; бегущие электромагнитные волны в вакууме, их характеристики; поперечность электромагнитной волны; энергия электромагнитных волн; вектор Пойнтинга; интенсивность излучения.

5. Оптика

5.1. Оптика

Интерференция и дифракция света; интерференция когерентных источников; когерентность и монохроматичность световых волн; время и длина когерентности; оптическая разность хода; расчет интерференционной картины от двух источников; типы интерференционных картин; расчет интерференционной картины в тонких пленках; полосы равной толщины и равного наклона; интерферометры; дифракция света на щели и решетке; принцип Гюйгенса – Френеля; метод зон Френеля; прямолинейное распространение света; дифракция Френеля на круглом отверстии и диске; дифракция Фраунгофера на одной щели и дифракционной решетке; разрешающая способность оптических приборов; формула Вульфа – Брэггов; исследование структуры кристаллов; понятие оптически однородной среды; дисперсия света; нормальная и аномальная дисперсия света; фазовая и групповая скорости; электронная теория дисперсии; поляризация света; естественный и поляризованный свет; поляризация света при отражении; закон Брюстера и его физический смысл; двойное лучепреломление; одноосные кристаллы; поляроиды и поляризационные призмы; закон Малюса; элементы квантовой оптики; тепловое излучение и его характеристики; спектры теплового излучения; законы Кирхгофа, Вина и Стефана–Больцмана; квантовая гипотеза и формула Планка; оптическая пирометрия; внешний фотоэлектрический эффект; уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта; энергия, импульс, масса фотона; эффект Комптона и его теория; давление света; опыты Лебедева; квантовое и волновое объяснение давления света; единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.

6. Элементы квантовой механики и атомной физики

6.1. Элементы квантовой механики и атомной физики

Строение атома водорода по теории Бора; постулаты Бора; основы квантовой механики; двойственная корпускулярно-волновая природа материи; гипотеза де Бройля; волновая функция; соотношение неопределенностей Гейзенберга; стационарное и нестационарное уравнение Шредингера; частица в одномерной прямоугольной яме бесконечной глубины;

принцип соответствия бора; прямоугольный потенциальный барьер; туннельный эффект и надбарьерное отражение; гармонический осциллятор; энергетический спектр атома водорода; квантовые числа; спин электрона. опыты Штерна и Герлаха; принцип Паули; спонтанное и вынужденное излучение; лазер; элементы атомной и ядерной физики; атомное ядро, его состав и характеристики; изотопы; взаимодействие нуклонов; понятие о ядерных силах; несостоятельность протонно-электронной теории ядра; протонно-нейтронная модель ядра; энергия связи ядра; дефект массы; естественная радиоактивность; физические основы ядерной и термоядерной энергетики; элементарные частицы; ускорители, методы получения и регистрации элементарных частиц.

3.3. Темы практических занятий

1. Семестр 3. №8 Закон Био – Савара – Лапласа. Расчет индукции магнитного поля методом суперпозиции.;
2. Семестр 3. №6 Проводники в электростатическом поле. Соединение проводников. Заземление.;
3. Семестр 3. №14 Энергия магнитного поля.;
4. Семестр 3. №5 Диэлектрики. Теорема Остроградского-Гаусса при их наличии.;
5. Семестр 3. №4 Теорема Остроградского-Гаусса в вакууме.;
6. Семестр 3. №7 Энергия электрического поля. Конденсаторы.;
7. Семестр 3. №1 Расчет напряженности электро-статического поля методом суперпозиции.;
8. Семестр 2. №7 Динамика вращательного движения.;
9. Семестр 3. №13 Самоиндукция. Индуктивность.;
10. Семестр 2. №14. Расчет КПД циклов.;
11. Семестр 2. №2. Динамика поступательного движения.;
12. Семестр 3. №3 Связь напряженности и потенциала электростатического поля.;
13. Семестр 3. №10 Сила Лоренца. Сила Ампера.;
14. Семестр 2. №11. Газовые законы.;
15. Семестр 3. №12 Электромагнитная индукция.;
16. Семестр 2. №3.Закон сохранения импульса.;
17. Семестр 2. №4. Работа. Закон сохранения механической энергии в поступательном движении.;
18. Семестр 2. №5. Законы сохранения в поступательном движении.;
19. Семестр 3. №2 Расчет потенциала электро-статического поля методом суперпозиции.;
20. Семестр 2. №6. Момент инерции.;
21. Семестр 2. №9. Плоское движение твердого тела. Качение.;
22. Семестр 2. №10. Закон сохранения механической энергии в сложном движении.;
23. Семестр 2. №12. Термодинамические циклы.;
24. Семестр 2. №13. Первое начало термодинамики.;
25. Семестр 2. №1. Кинематика материальной точки.;
26. Семестр 2. №8. Закон сохранения момента импульса.;
27. Семестр 3. №11 Магнитный поток. Работа силы Ампера.;
28. Семестр 3. № 9 Теорема о циркуляции магнитной индукции.;
29. Семестр 2. №14. Энтропия. Второе начало термодинамики..

3.4. Темы лабораторных работ

1. Семестр 2. Изучение динамики вращательного движения на крестообразном маятнике (маятник Обербека).;
2. Семестр 2. Изучение плоского движения твердого тела с помощью маятника Максвелла.;

3. Семестр 4. Изучение поляризации света;
4. Семестр 2. Изучение колебаний физического маятника.;
5. Семестр 2. Исследование законов сохранения на модели копра.;
6. Семестр 2. Определение средней силы взаимодействия при центральном ударе шаров;
7. Семестр 2. Определение моментов инерции твердых тел методом крутильных колебаний.;
8. Семестр 2. Вводная работа. Погрешности при физических измерениях.;
9. Семестр 2. Определение коэффициента внутреннего трения жидкости по методу Стокса.;
10. Семестр 2. Определение отношения молярных теплоемкостей для воздуха.;
11. Семестр 2. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.;
12. Семестр 2. Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии олова при его охлаждении.;
13. Семестр 4. Исследование оптического спектра водорода;
14. Семестр 4. Дифракция электронов;
15. Семестр 4. Изучение интерференции на установке с бипризмой Френеля;
16. Семестр 2. Определение коэффициента внутреннего трения и средней длины свободного пробега молекул воздуха.;
17. Семестр 2. Изучение динамики поступательного движения на машине Атвуда.;
18. Семестр 4. Изучение основных закономерностей внешнего фотоэффекта;
19. Семестр 2. Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении.;
20. Семестр 3. Изучение затухающих электрических колебаний;
21. Семестр 4. Изучение интерференции света при наблюдении колец Ньютона;
22. Семестр 4. Изучение дифракции света в параллельных лучах (дифракция Фраунгофера);
23. Семестр 4. Исследование явления дисперсии света в стеклянной призме;
24. Семестр 3. Измерение основных параметров периодических электрических сигналов;
25. Семестр 4. Изучение характеристик теплового излучения вольфрама;
26. Семестр 4. Изучение интерферометра Майкельсона;
27. Семестр 3. Изучение вынужденных электрических колебаний в последовательном колебательном контуре;
28. Семестр 3. Измерение магнитной индукции на оси соленоида и короткой катушки;
29. Семестр 4. Изучение дифракции света на дифракционной решетке;
30. Семестр 3. Определение удельного заряда электрона;
31. Семестр 3. Изучение действия магнитного поля на проводник с током;
32. Семестр 3. Изучение закона Ома для участка цепи, содержащего ЭДС;
33. Семестр 3. Определение электроемкости конденсатора методом периодической зарядки и разрядки;
34. Семестр 3. Определение относительной диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика;
35. Семестр 4. Опыт Франка и Герца;
36. Семестр 3. Моделирование электростатических полей;
37. Семестр 3. Изучение намагничивания ферромагнетика.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультация перед экзаменом. Обсуждение материалов по разделу "Механика"

2. Консультация перед экзаменом. Обсуждение материалов по разделу "Молекулярная физика и термодинамика"
3. Консультация перед экзаменом. Обсуждение материалов по разделу "Электричество"
4. Консультация перед экзаменом. Обсуждение материалов по разделу "Магнетизм, колебания и волны"

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	
Знать:								
методы обработки результатов измерения физических величин	ИД-5опк-3	+						Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Механика-1» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Механика-2»
основные законы физики магнитных явлений	ИД-5опк-3				+			Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Магнетизм-1» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Магнетизм-2»
основные законы теории электричества	ИД-5опк-3			+				Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Электростатика-1» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Электростатика-2» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Электростатика-3» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Электростатика-4»
основные законы молекулярной физики и термодинамики	ИД-5опк-3		+					Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Термодинамика-1»
основные законы теории колебаний и волн	ИД-5опк-3				+			Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Электромагнитные колебания»
основные законы классической механики	ИД-5опк-3	+						Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Механика-4»
элементарные основы квантовой механики и основные законы атомной физики	ИД-6опк-3						+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Элементы квантовой механики и

								атомной физики»
основные законы волновой и квантовой оптики	ИД-6опк-3						+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Волновая оптика» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Волновая оптика-2» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Квантовые свойства света»
Уметь:								
представлять результаты экспериментальных исследований в виде отчетов, графиков, таблиц	ИД-5опк-3	+						Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Механика-1» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Механика-2»
применять методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений	ИД-5опк-3	+						Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Механика-4»
применять физические законы механики для решения типовых задач	ИД-5опк-3	+						Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Механика»
применять физические законы молекулярной физики и термодинамики для решения типовых задач	ИД-5опк-3		+					Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Термодинамика-1» Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Термодинамика»
строить математические модели физических явлений	ИД-5опк-3			+				Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Электростатика-1» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Электростатика-2» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Электростатика-3» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Электростатика-4»
применять физические законы теории магнетизма	ИД-5опк-3					+		Лабораторная работа/Защита лабораторных работ

для решения типовых задач								работ «Магнетизм-1» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Магнетизм-2» Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Магнетизм»
применять физические законы теории электричества для решения типовых задач	ИД-5опк-3			+				Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Электростатика»
применять элементарные основы квантовой механики и физические законы атомной физики для решения типовых задач	ИД-6опк-3						+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Элементы квантовой механики и атомной физики»
применять физические законы волновой и квантовой оптики для решения типовых задач	ИД-6опк-3						+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Волновая оптика» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Волновая оптика-2» Лабораторная работа/Защита лабораторных работ «Квантовые свойства света»

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Механика» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 «Термодинамика» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ «Механика-1» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторных работ «Механика-2» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторных работ «Механика-4» (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторных работ «Термодинамика-1» (Лабораторная работа)

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Электростатика» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 «Магнетизм» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ «Магнетизм-1» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторных работ «Магнетизм-2» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторных работ «Электромагнитные колебания» (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторных работ «Электростатика-1» (Лабораторная работа)
5. Защита лабораторных работ «Электростатика-2» (Лабораторная работа)
6. Защита лабораторных работ «Электростатика-3» (Лабораторная работа)
7. Защита лабораторных работ «Электростатика-4» (Лабораторная работа)

4 семестр

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ «Волновая оптика-2» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторных работ «Волновая оптика» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторных работ «Квантовые свойства света» (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторных работ «Элементы квантовой механики и атомной физики» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

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.

Зачет с оценкой (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной 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 . – 5-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2006 . – 432 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 5-8114-0630-4 .;
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 . – 5-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2006 . – 496 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 5-8114-0631-2 .;
3. 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 .;
4. Сборник задач по общей физике : учебное пособие для вузов по техническим направлениям и специальностям / Э. Б. Абражевич, И. В. Иванова, А. В. Кириченко, и др. ; Ред. В. М. Белокопытов . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 440 с. - ISBN 978-5-383-00098-4 .;
5. Иванов, Д. А. Курс общей физики. Электричество и магнетизм. Конспект лекций : учебное пособие для вузов по техническим направлениям и специальностям / Д. А. Иванов, И. В. Иванова, А. Н. Седов ; Ред. В. С. Спивак ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 176 с. - ISBN 5-7046-1331-4 .;
6. Курс общей физики: Механика. Молекулярная физика и термодинамика: Конспект лекций : Учебное пособие для вузов по направлениям "Теплоэнергетика", "Энергомашиностроение", "Техническая физика" / Д. А. Иванов, И. В. Иванова, А. Н. Седов , и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. А. В. Кириченко . – 2-е изд., стереотип . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 180 с. – (Дистанционное обучение) . - ISBN 5-7046-0948-1 .;
7. Курс общей физики. Оптика. Атомная физика. Конспект лекций : учебное пособие для младших курсов, по направлениям "Техническая физика", "Энергомашиностроение", "Теплоэнергетика" / М. К. Губкин, А. В. Кириченко, В. С. Спивак, Ю. Б. Шеркунов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 192 с. - ISBN 978-5-383-00241-4 .;
8. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Общая физика" по направлениям "Теплоэнергетика и теплотехника", "Ядерная энергетика и теплофизика" и "Энергетическое машиностроение" / А. Н. Варава, А. А. Барат, Д. А. Иванов, и др., Нац. исслед. ун-т "МЭИ" ; ред. С. Д. Федорович . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 144 с. - ISBN 978-5-7046-1589-7 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=7489>;
9. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Общая физика" по направлениям "Теплоэнергетика и теплотехника", "Ядерная энергетика и теплофизика", "Энергетическое машиностроение" / А. Т. Комов, С. Д. Федорович, А. В. Дедов, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" ; ред. А. Т. Комов . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 120

с. - ISBN 978-5-7046-1610-8 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=7505>;

10. Оптика. Атомная физика. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Общая физика" по направлениям "Ядерная энергетика и теплофизика", "Теплоэнергетика и теплотехника", "Энергомашиностроение" / М. К. Губкин, А. Н. Седов , В. С. Сливак, С. Д. Федорович, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 112 с. - ISBN 978-5-7046-1422-7 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5672>;

11. Савельев И. В.- "Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: Учебное пособие" Т. 2, (14-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (500 с.)

<https://e.lanbook.com/book/98246>;

12. Савельев И. В.- "Механика. Молекулярная физика" Т. 1, (14-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (436 с.)

<https://e.lanbook.com/book/98245>;

13. Савельев И. В.- "Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц" Т. 3, (12-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (320 с.)

<https://e.lanbook.com/book/106893>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. SmathStudio.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Н-201, Лекционная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, доска меловая, микрофон, мультимедийный проектор, экран, колонки, оборудование специализированное, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-125, Учебная лаборатория по курсу общей физики	стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование учебное, техническая аппаратура, компьютер персональный, принтер, инвентарь специализированный, стенд лабораторный
	А-309, Аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска

	для проведения практических занятий	меловая
	А-307, Аудитория для проведения практических занятий	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая
	А-305, Учебная лаборатория «Оптики и атомной физики»	стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, ноутбук, оборудование учебное, техническая аппаратура, компьютер персональный, принтер, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-114, Учебная лаборатория «Механика и молекулярная физика»	стол, стул, шкаф, доска маркерная, оборудование учебное, техническая аппаратура, компьютер персональный, принтер, инвентарь специализированный, стенд лабораторный
	А-125, Учебная лаборатория по курсу общей физики	стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование учебное, техническая аппаратура, компьютер персональный, принтер, инвентарь специализированный, стенд лабораторный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-410, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	А-308, Учебная аудитория "А"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-025, Кладовка лабораторного оборудования	стеллаж, оборудование специализированное

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Физика**

(название дисциплины)

2 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Защита лабораторных работ «Механика-1» (Лабораторная работа)
 КМ-2 Защита лабораторных работ «Механика-2» (Лабораторная работа)
 КМ-3 Защита лабораторных работ «Механика-4» (Лабораторная работа)
 КМ-4 Защита лабораторных работ «Термодинамика-1» (Лабораторная работа)
 КМ-5 Контрольная работа №1 «Механика» (Контрольная работа)
 КМ-6 Контрольная работа №2 «Термодинамика» (Контрольная 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:	3	7	11	15	9	14
1	Механика							
1.1	Поступательное движение		+	+			+	
1.2	Вращательное движение				+		+	
2	Молекулярная физика и термодинамика							
2.1	Молекулярная физика и термодинамика					+		+
Вес КМ, %:			12	12	12	12	26	26

3 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-10 Защита лабораторных работ «Электростатика-1» (Лабораторная работа)
 КМ-11 Защита лабораторных работ «Электростатика-2» (Лабораторная работа)
 КМ-12 Защита лабораторных работ «Электростатика-3» (Лабораторная работа)
 КМ-13 Защита лабораторных работ «Электростатика-4» (Лабораторная работа)
 КМ-14 Защита лабораторных работ «Магнетизм-1» (Лабораторная работа)
 КМ-15 Защита лабораторных работ «Магнетизм-2» (Лабораторная работа)
 КМ-16 Защита лабораторных работ «Электромагнитные колебания» (Лабораторная работа)

КМ- Контрольная работа №1 «Электростатика» (Контрольная работа)

17

КМ- Контрольная работа №2 «Магнетизм» (Контрольная работа)

18

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-10	КМ-11	КМ-12	КМ-13	КМ-14	КМ-15	КМ-16	КМ-17	КМ-18
		Неделя КМ:	2	4	6	8	10	12	15	8	15
1	Электричество										
1.1	Электричество		+	+	+	+				+	
2	Магнетизм, колебания и волны										
2.1	Магнетизм						+	+			+
2.2	Колебания и волны								+		
Вес КМ, %:			8	8	8	8	8	8	8	22	22

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ- Защита лабораторных работ «Волновая оптика» (Лабораторная работа)

19

КМ- Защита лабораторных работ «Волновая оптика-2» (Лабораторная работа)

20

КМ- Защита лабораторных работ «Квантовые свойства света» (Лабораторная работа)

21

КМ- Защита лабораторных работ «Элементы квантовой механики и атомной физики»

22

(Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-19	КМ-20	КМ-21	КМ-22
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Оптика					
1.1	Оптика		+	+	+	
2	Элементы квантовой механики и атомной физики					
2.1	Элементы квантовой механики и атомной физики					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25