

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехника и электрификация

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины  
ФИЗИКА**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.10</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 5; 2 семестр - 6; 3 семестр - 2; всего - 13</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>468 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 32 часа; всего - 96 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 64 часа</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 48 часа</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 2 часа; всего - 4 часа</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 97,5 часа; 2 семестр - 133,5 часа; 3 семестр - 23,7 часа; всего - 254,7 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> Тестирование Контрольная работа Лабораторная работа Коллоквиум	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;
	<b>всего - 1,3 часа</b>

## **Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лубенченко О.И.
	Идентификатор	Rab6dd0dd-IvanovaOIl-f402d8c5

(подпись)

О.И. Лубенченко

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сафонов Ю.М.
	Идентификатор	R499e1df9-SafonovYM-0ebabf1d


(подпись)

Ю.М. Сафонов

(расшифровка подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a694

(подпись)

М.Я.

Погребисский

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основных физических объектов, явлений и законов

### 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-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-4опк-3 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные физические явления, законы электростатики и их математическое описание;</li><li>- основные физические явления, законы молекулярной физики и термодинамики и их математическое описание;</li><li>- основные физические явления, законы механики и их математическое описание.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- определять, какие законы электромагнетизма обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты;</li><li>- определять, какие законы механики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты;</li><li>- определять, какие законы молекулярной физики и термодинамики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты;</li><li>- применять основные физические явления, законы механики и их математическое описание к решению задач;</li><li>- применять основные физические явления, законы электростатики и их математическое описание к решению</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		задач; - применять основные физические явления, законы электромагнетизма и их математическое описание к решению задач; - определять, какие законы электростатики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты.
ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-5 <sub>ОПК-3</sub> Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	знать: - свойства электромагнитных волн и их математическое описание; - основные физические явления, законы оптики и их математическое описание.  уметь: - 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.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехника и электрификация (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 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 13 зачетных единиц, 468 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	80	1	14	10	16	-	-	-	-	-	40	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Физические основы механики" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Физические основы механики" материалу.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Физические основы механики"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 11-111, 153-155 [4], стр. 8-74, 84,85 [5], стр. 4-29 [7], стр. 5-72 [12], стр. 5-86</p>	
1.1	Физические основы механики	80		14	10	16	-	-	-	-	-	40	-		
2	Элементы специальной теории относительности	6		4	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-
2.1	Элементы специальной теории	6		4	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-

	относительности												<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 156-184 [4], стр. 85-105
3	Основы молекулярной физики и термодинамики	58		14	6	16	-	-	-	-	22	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы молекулярной физики и термодинамики"
3.1	Основы молекулярной физики и термодинамики	58		14	6	16	-	-	-	-	22	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основы молекулярной физики и термодинамики" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Основы молекулярной физики и термодинамики" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 207-264, 269-303 [4], стр. 106-166 [5], стр. 34-45 [7], стр. 73-108 [12], 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	82	2	12	8	16	-	-	-	-	46	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электростатика"
4.1	Электростатика	82		12	8	16	-	-	-	-	46	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Электростатика" подготовка к выполнению

													заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Электростатика" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 11-97 [4], стр. 182-249 [6], стр. 4-32 [8], стр. 4-65 [12], стр. 162-213 [13], стр. 4-103 [14], стр. 4-103
5	Электромагнетизм	90	16	8	16	-	-	-	-	-	50	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электромагнетизм" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Электромагнетизм" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Электромагнетизм" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 98-110, 114-235, 258-269 [4], стр. 270-384 [6], стр. 33-59 [9], стр. 4-77
5.1	Электромагнетизм	90	16	8	16	-	-	-	-	-	50	-	



													[12], стр. 214-287 [13], стр. 104-175 [14], стр. 104-175	
6	Колебания	8		4	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Колебания" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 259-269 [4], стр. 358-384	
6.1	Колебания	8		4	-	-	-	-	-	-	4	-		
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0		32	16	32	-	2	-	-	0.5	100	33.5	
	Итого за семестр	216.0		32	16	32		2		-	0.5		133.5	
7	Волны в упругой среде. Электромагнитные волны	8	3	6	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Волны в упругой среде. Электромагнитные волны" <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Волны в упругой среде. Электромагнитные волны" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 274-285, 289-292, 302-310 [4], стр. 385-400, 402-411
7.1	Волны в упругой среде. Электромагнитные волны	8		6	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
8	Волновая оптика	34		14	8	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Волновая оптика" <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а
8.1	Волновая оптика	34		14	8	-	-	-	-	-	-	12	-	

													так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Волновая оптика" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 347–362, 381–407, 428–435, 452–463 [4], стр. 420–431, 436–447, 454–456, 458–462, 394–396, 465–471 [10], стр. 4–67 [11], стр. 8–90
9	Элементы квантовой и атомной физики	29.7	12	8	-	-	-	-	-	-	9.7	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 и атомной физики" материалу.
9.1	Элементы квантовой и атомной физики	29.7	12	8	-	-	-	-	-	-	9.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Элементы квантовой и атомной физики" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 9–14, 17–27, 34–42, 46–59, 62–77, 146–153, 229–231 [4], стр. 478–488, 491–494, 504–518; 497–498, 501–502, 529–540, 570–576, 619–620 [10], стр. 74–120 [11], стр. 91–136
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	72.0	32	16	-	-	-	-	-	0.3	23.7	-	
	Итого за семестр	72.0	32	16	-	-	-	-	-	0.3	23.7	-	
	<b>ИТОГО</b>	<b>468.0</b>	<b>-</b>	<b>96</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.3</b>	<b>254.7</b>	<b>-</b>	

**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

Основные понятия механики: пространство и время, механическое движение, механическая система, замкнутая (изолированная) система, материальная точка, абсолютно твёрдое тело, система отсчёта. Кинематические характеристики движения: радиус-вектор точки, траектория, путь, скорость и ускорение точки как производные её радиус-вектора по времени. Нормальное и тангенциальное ускорения точки, радиус кривизны траектории. Кинематика вращения твёрдого тела вокруг неподвижной точки и оси. Векторы элементарного поворота, угловой скорости и углового ускорения. Связь угловых и линейных кинематических параметров. Поступательное движение твёрдого тела. Плоское, вращательное движение твёрдого тела. Представление сложного движения тела как суммы поступательного и вращательного движения. Инерциальные системы отсчёта, закон инерции. Законы Ньютона. Динамика материальной точки и поступательного движения твёрдого тела. Закон изменения импульса механической системы. Центр масс системы и закон его движения. Работа силы и её выражение через криволинейный интеграл. Кинетическая энергия механической системы и закон её изменения. Теорема Кёнига. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия материальной точки и её связь с потенциальной силой. Градиент скалярной функции координат. Потенциальная энергия системы. Механическая энергия системы и закон её изменения. Абсолютно упругий, абсолютно неупругий удар. Момент силы и момент импульса системы относительно точки и оси. Момент инерции тела относительно оси. Расчет момента инерции тел простой формы. Теорема Гюйгенса-Штейнера Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела. Закон сохранения момента импульса механической системы. Работа при вращательном движении. Кинетическая энергия тела при вращении вокруг неподвижной точки или оси при сложном движении твёрдого тела. Преобразования Галилея. Механический принцип относительности..

### 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. Основной закон релятивистской динамики. Релятивистский импульс. Кинетическая энергия в СТО. Закон взаимосвязи массы и энергии. Границы применимости классической (ньютоновской) механики..

### 3. Основы молекулярной физики и термодинамики

#### 3.1. Основы молекулярной физики и термодинамики

Статистический и термодинамический методы исследования. Термодинамические параметры состояния системы. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории для давления газа. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Уравнение состояния идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа. Работа расширения, количество теплоты. Первое начало термодинамики. Изопроцессы идеальных газов. Политропный процесс. Работа и количество теплоты в политропном процессе. Классическая теория теплоемкости идеального газа и её ограниченность. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы, тепловые машины. Цикл Карно и его КПД. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики.

Энтропия и её свойства. Статистическое толкование второго начала. Статистический смысл энтропии. III начало термодинамики. Элементарные сведения из теории вероятности. Принцип детального равновесия. Закон Максвелла для распределения молекул по скоростям и кинетическим энергиям. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости молекул идеального газа. Закон Больцмана для распределения молекул в потенциальном поле, барометрическая формула. Столкновения молекул. Длина свободного пробега. Явления диффузии, внутреннего трения и теплопроводности. Эмпирические уравнения явлений переноса: закон Фика, закон Фурье, закон Ньютона для внутреннего трения. Связь коэффициентов переноса. Описание движения жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли..

#### 4. Электростатика

##### 4.1. Электростатика

Электрический заряд, закон сохранения заряда. Пространственное распределение заряда. Электростатическое поле в вакууме. Напряженность поля точечного заряда. Закон Кулона. Напряженность поля произвольной системы зарядов. Принцип суперпозиции полей. Работа сил электростатического поля. Потенциал поля точечного заряда. Принцип суперпозиции для потенциала. Интегральная и дифференциальная связь напряженности и потенциала. Графическое изображение электростатических полей. Поток вектора. Теорема Остроградского-Гаусса. Применение теоремы Остроградского-Гаусса для расчета напряженности поля для электростатического поля равномерно заряженной плоскости, цилиндра, поля двух плоскостей, (плоский воздушный конденсатор) в вакууме. Теорема Остроградского-Гаусса в дифференциальной форме. Дипольный момент. Типы диэлектриков. Электростатическое поле в диэлектрике. Поляризация диэлектрика. Свободные и связанные заряды Поляризованность. Диэлектрическая восприимчивость. Теорема Остроградского-Гаусса для вектора поляризации. Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Электростатическое смещение. Диэлектрическая проницаемость. Связь между вектором напряженности и вектором электрического смещения. Относительная диэлектрическая восприимчивость среды. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред. Проводники в электростатическом поле. Распределение заряда на поверхности проводника. Электрическая емкость. Энергия заряженного проводника, конденсатора. Объемная плотность энергии электростатического поля. Примеры расчета..

#### 5. Электромагнетизм

##### 5.1. Электромагнетизм

Сила и плотность тока. Закон Ома для плотности тока и его получение в классической электронной теории электропроводности металлов. Обобщенный закон Ома. Разность потенциалов, ЭДС, напряжение. Границы применимости закона Ома. Постоянное магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции магнитной индукции. Магнитный поток. Теорема Остроградского-Гаусса для магнитной индукции. Действие магнитного поле на заряженные частицы и проводники с током. Закон Ампера. Момент сил Ампера. Магнитный момент. Работа по повороту рамки с током, перемещению линейного проводника и контура с током в магнитном поле. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея-Максвелла. Правило Ленца. Вихревые токи. Самоиндукция. Индуктивность. Взаимная индукция. Коэффициент взаимной индукции. Энергия замкнутого проводника с током. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Магнитное поле в веществе. Макротоки и микротоки. Атом в магнитном поле. Магнитные моменты атомов. Гиромангнитное соотношение. Намагниченность. Теорема о циркуляции магнитного поля в

веществе. Магнитная восприимчивость и относительная магнитная проницаемость вещества. Элементарная теория диа- и парамагнетиков. Ферромагнетики. Кривая намагничивания. Гистерезис. Домены. Точка Кюри. Спиновая природа ферромагнетизма. Условия на границе раздела двух магнетиков. Относительность электрического и магнитного полей. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах..

## 6. Колебания

### 6.1. Колебания

Колебания. Колебательная система (пружинный маятник и электрический колебательный контур). Свободные незатухающие, затухающие,. Дифференциальное уравнение свободных гармонических колебаний и его решение. Характеристики гармонических колебаний: амплитуда, циклическая частота, начальная фаза, период, частота. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний и его решение. Амплитуда, условный период затухающих колебаний. Вынужденные колебания. Амплитуда и фаза вынужденных гармонических колебаний. Резонанс. Резонанс токов и напряжений..

## 7. Волны в упругой среде. Электромагнитные волны

### 7.1. Волны в упругой среде. Электромагнитные волны

Волны. Уравнение бегущей волны в упругой среде. Волновое уравнение. Стоячие волны и их свойства. Электромагнитные волны и их свойства. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга..

## 8. Волновая оптика

### 8.1. Волновая оптика

Интерференция света. Когерентность света. Типовые интерференционные задачи. Примеры применения интерференции света. Дифракция света. Методы решения дифракционных задач. Приближения Френеля и Фраунгофера. Типовые дифракционные задачи. Поляризация света. Естественный, поляризованный и частично поляризованный свет. Описание и получение поляризованного света. Дисперсия света. Фазовая и групповая скорости света. Поглощение света..

## 9. Элементы квантовой и атомной физики

### 9.1. Элементы квантовой и атомной физики

Тепловое излучение тел и его характеристики. Черное тело. Законы теплового излучения черного тела. Внешний фотоэффект. Фотоны. Давление света. Единство корпускулярных и волновых свойств света. Элементы квантовой механики Постулаты Бора. Элементы физики лазеров. Внутренний фотоэффект..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Работа. Законы изменения и сохранения импульса и энергии;
2. Проводники в электростатическом поле;
3. Электростатическое поле в диэлектриках;
4. Применение теоремы Остроградского – Гаусса для расчета электростатического поля в вакууме;
5. Расчет напряженности и потенциала электростатического поля в вакууме методом суперпозиции;
6. Энергия электростатического поля;

7. Второе начало термодинамики;
8. Теплоемкость. Первое начало термодинамики;
9. Уравнение состояния идеального газа;
10. Электроемкость. Конденсаторы;
11. Момент инерции твердого тела. Динамика вращательного движения твердого тела;
12. Динамика движения материальной точки по окружности;
13. Динамика материальной точки;
14. Кинематика материальной точки;
15. Циклы. КПД тепловой машины;
16. Индуктивность. Самоиндукция и взаимная индукция. Энергия магнитного поля;
17. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока;
18. Явление электромагнитной индукции;
19. Сила Лоренца. Сила Ампера. Работа силы Ампера;
20. Законы сохранения механической энергии и момента импульса при вращательном движении;
21. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона;
2. Определение точки Кюри ферромагнетика;
3. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла;
4. Определение ёмкости коаксиального кабеля и плоского конденсатора;
5. Изучение диэлектрических свойств жидкостей;
6. Исследование магнитного поля в катушках Гельмгольца;
7. Весы напряжения;
8. Определение электрической ёмкости конденсатора;
9. Определение диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика;
10. Изучение свойств ферромагнетиков по методу Столетова;
11. Измерение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля;
12. Определение удельного заряда электрона;
13. Изучение явления гистерезиса ферромагнетиков;
14. Определение потенциала возбуждения атомов по методу Франка и Герца;
15. Определение длины волны света методом колец Ньютона;
16. Определение ширины запрещённой зоны кремния по красной границе внутреннего фотоэффекта;
17. Ознакомление с электроизмерительными приборами;
18. Изучение свойств лазерного излучения;
19. Исследование линейчатых спектров испускания;
20. Погрешности при физических измерениях. Измерение объёма цилиндра;
21. Исследование электрического поля с помощью электролитической ванны;
22. Определение индуктивности системы катушек;
23. Определение красной границы фотоэффекта и работы выхода электрона из металла;
24. Изучение внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка;
25. Определение коэффициента внутреннего трения жидкости по методу Стокса;
26. Изучение дифракции в параллельных лучах;
27. Измерение температуры спирали лампы накаливания с помощью оптического пирометра;
28. Определение длины световой волны с помощью дифракционной решётки;
29. Исследование отражения поляризованного света от поверхности диэлектрика. Формулы Френеля;
30. Изучение дифракции света на одной щели. Дифракция Фраунгофера;

31. Изучение линейной дисперсии спектрального прибора;
32. Исследование явления поляризации света. Закон Малюса;
33. Измерение отношения  $C_p/C_V$  воздуха;
34. Определение взаимной индуктивности;
35. Изучение закона сохранения импульса;
36. Определение отношения теплоёмкостей  $C_p/C_V$  газов;
37. Определение момента инерции маховика;
38. Изучение динамики поступательного и вращательного движения с помощью прибора Атвуда;
39. Исследование свойств теплового излучения;
40. Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении сплава олова;
41. Определение длины волны лазерного излучения интерференционным методом (методом Юнга);
42. Определение момента инерции плоского физического маятника;
43. Изучение законов сохранения при соударении шаров;
44. Измерение момента инерции тел методом вращательных колебаний;
45. Изучение динамики вращательного движения твёрдого тела и определение момента инерции маятника Обербека;
46. Изучение динамики плоского движения маятника Максвелла;
47. Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха;
48. Определение средней силы сопротивления грунта и изучение неупругого соударения груза и сваи на модели копра.

### **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		
<b>Знать:</b>												
основные физические явления, законы механики и их математическое описание	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>	+										Тестирование/Законы сохранения в механике Тестирование/Кинематика и динамика материальной точки
основные физические явления, законы молекулярной физики и термодинамики и их математическое описание	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>			+								Контрольная работа/Молекулярная физика и термодинамика
основные физические явления, законы электростатики и их математическое описание	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>				+							Тестирование/Электростатическое поле в вакууме Тестирование/Электростатическое поле в веществе
основные физические явления, законы оптики и их математическое описание	ИД-5 <sub>ОПК-3</sub>							+	+			Коллоквиум/Интерференция и дифракция света
свойства электромагнитных волн и их математическое описание	ИД-5 <sub>ОПК-3</sub>							+				Коллоквиум/Волны
<b>Уметь:</b>												
определять, какие законы электростатики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>				+							Лабораторная работа/Электростатика (защита)
применять основные физические явления, законы электромагнетизма и их математическое описание к решению задач	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>					+						Контрольная работа/Электромагнетизм
применять основные физические явления, законы электростатики и их математическое описание	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>				+							Контрольная работа/Электростатика

описание к решению задач												
применять основные физические явления, законы механики и их математическое описание к решению задач	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>	+	+									Контрольная работа/Механика
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-4 <sub>ОПК-3</sub>			+								Лабораторная работа/Молекулярная физика и термодинамика (защита)
определять, какие законы механики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>	+										Лабораторная работа/Механика (защита)
определять, какие законы электромагнетизма обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-4 <sub>ОПК-3</sub>					+	+					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-5 <sub>ОПК-3</sub>							+	+			Лабораторная работа/Волновая оптика
определять, какие законы квантовой физики обуславливают явления или процессы в устройствах различной физической природы, и выполнять применительно к ним простые технические расчёты	ИД-5 <sub>ОПК-3</sub>										+	Лабораторная работа/Квантовая оптика

#### **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: Билеты (письменный опрос)

1. Механика (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Законы сохранения в механике (Тестирование)
2. Кинематика и динамика материальной точки (Тестирование)
3. 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: Смешанная форма

1. Волновая оптика (Лабораторная работа)
2. Волны (Коллоквиум)
3. Интерференция и дифракция света (Коллоквиум)
4. Квантовая оптика (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.

###### Зачет с оценкой (Семестр №3)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 2 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. 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. 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 .;
5. 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.;
6. 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](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5653);
7. 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](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8866);
8. 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](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10284);

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

10. 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. Близинок, Г. М. Янина, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 128 с. - ISBN 978-5-383-00238-4 .;

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

12. 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 .;

13. 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 .;

14. 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
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-404, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-108, Учебная лаборатория "Механика и молекулярная физика"	кресло рабочее, стеллаж, стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, доска меловая, колонки, лабораторный стенд, стенд учебный, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, 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-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 Законы сохранения в механике (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							
3.1	Колебания							+
Вес КМ, %:			10	10	25	15	25	15

### 3 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Волны (Коллоквиум)

КМ-2 Интерференция и дифракция света (Коллоквиум)

КМ-3 Волновая оптика (Лабораторная работа)

КМ-4 Квантовая оптика (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Волны в упругой среде. Электромагнитные волны					
1.1	Волны в упругой среде. Электромагнитные волны		+	+	+	
2	Волновая оптика					
2.1	Волновая оптика			+	+	
3	Элементы квантовой и атомной физики					
3.1	Элементы квантовой и атомной физики					+
Вес КМ, %:			10	20	30	40