

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

## ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### ОБЩАЯ ФИЗИКА (ВОЛНЫ, ОПТИКА И АТОМНАЯ ФИЗИКА)

---

*название дисциплины*

Специальность

**14.05.01 Ядерные реакторы и материалы**

---

Образовательная программа

**Ядерные реакторы**

---

*Шифр, название специализации*

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель изучения дисциплины:

- овладение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, необходимыми для освоения физических основ в ядерных реакторах и материалах;

### Задачи изучения дисциплины:

- изучение теории по темам: механика, элементы релятивистской механики, колебания и волны;
- молекулярная физика и основы термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики;
- развитие навыков решения задач по данным темам;
- освоение постановки и проведения физических экспериментов;
- получение практических навыков по обработке и интерпретации результатов экспериментов в процессе выполнения лабораторных работ;
- развитие культуры мышления (способность к обобщению, анализу, восприятию информации);
- развитие практических навыков логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП)

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к естественно-научному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Ядерная физика».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и	З-ОПК-1 Знать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

	моделирования, теоретического и экспериментального исследования	В-ОПК-1 Владеть навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-1	Способен создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и теплопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов	З-ПК-1 Знать нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и теплопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов У-ПК-1 Уметь создавать теоретические и математические модели в профессиональной области В-ПК-1 Владеть навыками работы с современными расчетными программными средствами
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/цели и воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
<b>Интеллектуальное воспитание</b>	- формирование культуры умственного труда <b>(В11)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду <b>(В14)</b>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач;</li> <li>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</li> <li>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</li> </ul> <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономические и правовые основы медицинской деятельности», «Экономические и правовые основы профессиональной деятельности», «Управление, организация и планирование производства» и др. для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</li> </ul>

**5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Вид работы	Количество часов на вид работы по семестрам:
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>96</b>
В том числе:	
<i>лекции</i>	32
<i>практические занятия</i>	32
<i>лабораторные занятия</i>	32
<b>Промежуточная аттестация</b>	
В том числе:	
<i>экзамен</i>	54
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>102</b>
<b>Всего (часы):</b>	<b>252</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>7</b>

**6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

Неделя	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы				
			Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-4	<b>1.</b>	<b>Колебания и волны</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>30</b>
1	1.1.	Кинематика гармонических колебаний	1	1	1	-	6
2	1.2.	Свободные затухающие колебания	1	1	1	-	6
2	1.3.	Вынужденные колебания	2	2	2	-	6
3	1.4.	Распространении волн в упругой среде	2	2	2	-	6
4	1.5.	Энергетические характеристики волн	2	2	2	-	6
5-10	<b>2.</b>	<b>Оптика</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>30</b>
5	2.1.	Интерференция света	1	1	1	-	6
6,7	2.2.	Дифракция света	1	1	1	-	6
8	2.3.	Поляризация света	2	2	2	-	6
9	2.4.	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	2	2	2	-	6
10	2.5.	Тепловое излучение корпускулярных свойств излучения	2	2	2	-	6
11-16	<b>3.</b>	<b>Атомная физика</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>42</b>
11	3.1.	Элементарная боровская теория атома водорода	2	2	2	-	6
12	3.2.	Волновые свойства микрочастиц	2	2	2	-	6

13	3.3.	Элементы квантовой механики	2	2	2	-	6
14	3.4.	Уравнение Шредингера	4	4	4	-	6
15	3.5.	Атом водорода и водородоподобные атомы. Атомы щелочных элементов	4	4	4	-	6
16	3.6.	Спин электрона. Многоэлектронные атомы	2	2	2	-	6
16	3.7.	Атом в магнитном поле	2	2	2	-	6
		<b>Итого за 4 семестр</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	-	<b>102</b>
		<b>Всего:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	-	<b>102</b>

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся, ПП – практическая подготовка.

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-4	<b>1.</b>	<b>Колебания и волны</b>	
1	1.1.	Кинематика гармонических колебаний	Колебательные движения. Собственные, вынужденные параметрические колебания. Автоколебания. Гармонические колебания. Амплитуда, частота, фаза, период колебаний. Определение амплитуды и фазы гармонических колебаний из начальных условий. Представление гармонического колебания с помощью векторной диаграммы.
2	1.2.	Свободные затухающие колебания	Сложение колебаний одного направления. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
2	1.3.	Вынужденные колебания	Гармонический осциллятор. Квазиупругая сила. Уравнение гармонического осциллятора. Малые колебания системы около положения равновесия. Энергия гармонического осциллятора. Математический и физический маятники.
3	1.4.	Распространении волн в упругой среде	Уравнение собственных затухающих гармонических колебаний, его решение. Аперидическое движение. Характеристики затухающего гармонического осциллятора: амплитуда, период, коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, время релаксации. Добротность.
4	1.5.	Энергетические характеристики волн	Уравнение вынужденных колебаний, его решение. Переходный процесс. Амплитуда и начальная фаза вынужденных колебаний. Явление резонанса. Амплитудные и фазовые резонансные кривые. Связь добротности с параметрами резонансной кривой.
5-10	<b>2.</b>	<b>Оптика</b>	
5	2.1.	Интерференция света	Главные этапы развития физических теорий. Световая волна. Световой вектор. Показатель преломления. Законы геометрической оптики. Оптическая длина пути. Принцип Ферма. Формула тонкой линзы. Интенсивность света. Естественный и поляризованный

			свет.
6,7	2.2.	Дифракция света	Интерференция. Принцип Гюйгенса. Явление интерференции когерентных волн. Ширина интерференционных полос и расстояние между ними. Когерентность. Способы наблюдения интерференции света. Зеркала Френеля. Бипризма Френеля. Интерференция при отражении от тонких пленок. Полосы равной толщины и равного наклона. Интерферометр Майкельсона.
8	2.3.	Поляризация света	Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера.
9	2.4.	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	Зоны Френеля. Дифракция Френеля от круглого отверстия и круглого экрана. Дифракция Фраунгофера от щели. Многолучевая интерференция. Дифракционная решетка. Дисперсия и разрешающая сила дифракционной решетки. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Брэггов-Вульфа. Понятие о голографии.
10	2.5.	Тепловое излучение корпускулярных свойств излучения	Поляризаторы. Закон Малюса. Степень поляризации. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера. Поляризация при двойном лучепреломлении. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Вращение плоскости поляризации. Эффект Керра.
11-16	3.	<b>Атомная физика</b>	
11	3.1.	Элементарная боровская теория атома водорода	Закономерности в атомных спектрах. Спектральные серии водородного атома.
12	3.2.	Волновые свойства микрочастиц	Спектральные термы. Формула Бальмера. Опыты по рассеянию X-лучей. Ядерная модель атома. Формула Резерфорда. Опыт Франка-Герца. Постулаты Бора. Элементарная боровская теория атома водорода.
13	3.3.	Элементы квантовой механики	Гипотеза де Бройля. Экспериментальное доказательство волновых свойств микрочастиц. Опыт Дэвиссона и Джермера. Дифракция электронов. Опыт Бибермана, Сушкина и Фабриканта. Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношение неопределенностей .
14	3.4.	Уравнение Шредингера	Плоская волна де Бройля. Волновая функция. Статистический характер квантовой механики. Сведения из теории операторов. Явный вид операторов важнейших динамических переменных. Принцип суперпозиции состояний. Постулаты квантовой механики. Вычисление среднего значения физической величины. Вырожденные состояния. Условия, при которых несколько физических величин могут иметь определенные значения в одном состоянии.
15	3.5.	Атом водорода и водородоподобные атомы. Атомы щелочных элементов	Плотность вероятности и плотность тока вероятности. Частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннелирование. Квантовомеханическое объяснение холодной (полевой и автоэлектронной) эмиссии, $\alpha$ -распада. Сканирующий туннельный микроскоп. Квантовый гармонический осциллятор.
16	3.6.	Спин электрона. Многоэлектронные	Квантово-механическое описание водорода и водородоподобных атомов. Квантовые числа электрона

		атомы	в атоме. Схема уровней. Возникновение спектральных серий. Токи в атомах. Магнитный момент атома.
16	3.7.	Атом в магнитном поле	Атомы щелочных элементов. Основные результаты квантовой механики для щелочных элементов. Спектральные закономерности.

*Практические/семинарские занятия*

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-4	<b>1.</b>	<b>Колебания и волны</b>	
1	1.1.	Кинематика гармонических колебаний	Колебательные движения. Собственные, вынужденные параметрические колебания. Автоколебания. Гармонические колебания. Амплитуда, частота, фаза, период колебаний. Определение амплитуды и фазы гармонических колебаний из начальных условий. Представление гармонического колебания с помощью векторной диаграммы.
2	1.2.	Свободные затухающие колебания	Сложение колебаний одного направления. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
2	1.3.	Вынужденные колебания	Гармонический осциллятор. Квазиупругая сила. Уравнение гармонического осциллятора. Малые колебания системы около положения равновесия. Энергия гармонического осциллятора. Математический и физический маятники.
3	1.4.	Распространении волн в упругой среде	Уравнение собственных затухающих гармонических колебаний, его решение. Аперриодическое движение. Характеристики затухающего гармонического осциллятора: амплитуда, период, коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, время релаксации. Добротность.
4	1.5.	Энергетические характеристики волн	Уравнение вынужденных колебаний, его решение. Переходный процесс. Амплитуда и начальная фаза вынужденных колебаний. Явление резонанса. Амплитудные и фазовые резонансные кривые. Связь добротности с параметрами резонансной кривой.
5-10	<b>2.</b>	<b>Оптика</b>	
5	2.1.	Интерференция света	Главные этапы развития физических теорий. Световая волна. Световой вектор. Показатель преломления. Законы геометрической оптики. Оптическая длина пути. Принцип Ферма. Формула тонкой линзы. Интенсивность света. Естественный и поляризованный свет.
6,7	2.2.	Дифракция света	Интерференция. Принцип Гюйгенса. Явление интерференции когерентных волн. Ширина интерференционных полос и расстояние между ними. Когерентность. Способы наблюдения интерференции света. Зеркала Френеля. Бипризма Френеля. Интерференция при отражении от тонких пленок. Полосы равной толщины и равного наклона.
8	2.3.	Поляризация света	Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера.

9	2.4.	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	Зоны Френеля. Дифракция Френеля от круглого отверстия и круглого экрана. Дифракция Фраунгофера от щели. Многолучевая интерференция. Дифракционная решетка. Дисперсия и разрешающая сила дифракционной решетки. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Брэггов-Вульфа.
10	2.5.	Тепловое излучение корпускулярных свойств излучения	Поляризаторы. Закон Малюса. Степень поляризации. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера. Поляризация при двойном лучепреломлении. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Вращение плоскости поляризации. Эффект Керра.
11-16	<b>3.</b>	<b>Атомная физика</b>	
11	3.1.	Элементарная боровская теория атома водорода	Закон Кирхгофа. Равновесная плотность энергии излучения. Формула Планка.
12	3.2.	Волновые свойства микрочастиц	Закон Стефана-Больцмана. Корпускулярные свойства излучения. Фотоэффект. Опыт Боте. Фотоны. Эффект Комптона.
13	3.3.	Элементы квантовой механики	Закономерности в атомных спектрах. Спектральные серии водородного атома.
14	3.4.	Уравнение Шредингера	Спектральные термы. Формула Бальмера. Опыты по рассеянию X-лучей. Ядерная модель атома. Формула Резерфорда. Элементарная боровская теория атома водорода.
15	3.5.	Атом водорода и водородоподобные атомы. Атомы щелочных элементов	Гипотеза де Бройля. Экспериментальное доказательство волновых свойств микрочастиц. Опыт Дэвиссона и Джермера. Дифракция электронов. Соотношение неопределенностей.
16	3.6.	Спин электрона. Многоэлектронные атомы	Плотность вероятности и плотность тока вероятности. Частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннелирование. Квантовый гармонический осциллятор .
16	3.7.	Атом в магнитном поле	Квантово-механическое описание водорода и водородоподобных атомов. Квантовые числа электрона в атоме. Схема уровней. Возникновение спектральных серий. Токи в атомах. Магнитный момент атома.

### Лабораторные занятия

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-4	<b>1.</b>	<b>Колебания и волны</b>	
1	1.1.	Кинематика гармонических колебаний	Согласно практическому занятию
2	1.2.	Свободные затухающие колебания	Согласно практическому занятию
2	1.3.	Вынужденные колебания	Согласно практическому занятию
3	1.4.	Распространении волн в упругой среде	Согласно практическому занятию
4	1.5.	Энергетические характеристики волн	Согласно практическому занятию
5-10	<b>2.</b>	<b>Оптика</b>	

5	2.1.	Интерференция света	Согласно практическому занятию
6,7	2.2.	Дифракция света	Согласно практическому занятию
8	2.3.	Поляризация света	Согласно практическому занятию
9	2.4.	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	Согласно практическому занятию
10	2.5.	Тепловое излучение корпускулярных свойств излучения	Согласно практическому занятию
11-16	<b>3.</b>	<b>Атомная физика</b>	
11	3.1.	Элементарная боровская теория атома водорода	Согласно практическому занятию
12	3.2.	Волновые свойства микрочастиц	Согласно практическому занятию
13	3.3.	Элементы квантовой механики	Согласно практическому занятию
14	3.4.	Уравнение Шредингера	Согласно практическому занятию
15	3.5.	Атом водорода и водородоподобные атомы. Атомы щелочных элементов	Согласно практическому занятию
16	3.6.	Спин электрона. Многоэлектронные атомы	Согласно практическому занятию
16	3.7.	Атом в магнитном поле	Согласно практическому занятию

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Лабораторный практикум по курсу «Общая физика», раздел «Колебания и волны» / под редакцией Кучерявого С.И., Лескиной Н.Н. – Обнинск: ИАТЭ, 2009.
2. Лабораторный практикум по курсу «Общая физика», раздел «Колебания и волны» / под редакцией Троянова М.М. – Обнинск: ИАТЭ, 1998.
3. Гурбич А.Ф. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Общая физика». – Обнинск: ИАТЭ, 1999.
4. Рухляда Н.Я., Прокурат Т.Э., Станковский А.Ю. Лабораторный практикум по курсу «Общая физика», раздел «Атомная физика». – Обнинск ИАТЭ, 2005.
5. Карманов Ф.И., Брызгалов А. Лабораторный практикум по курсу «Общая физика» (раздел «Атомная физика»). – Обнинск ИАТЭ, 2015.
6. Рухляда Н.Я., Максимушкина А.В. Лабораторный практикум по курсу «Общая физика», раздел «Оптика». – Обнинск: ИАТЭ, 2014.

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
<b>Текущая аттестация, 4 семестр</b>			
1.	<b>Колебания и волны</b>	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1; У-УКЕ-1; З-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Коллоквиум

2.	<b>Оптика</b>	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1; У-УКЕ-1; 3-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Контрольная работа
3.	<b>Атомная физика</b>	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1; У-УКЕ-1; 3-УКЕ-1; В-УКЕ-1	
<b>Промежуточная аттестация, 4 семестр</b>			
	Экзамен	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1; У-УКЕ-1; 3-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Экзаменационный билет

### **8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

### **8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
<i>Коллоквиум</i>	7	18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
<i>Контрольная работа</i>	16	18	30

<b>Промежуточная аттестация</b>	-	<b>24</b>	<b>40</b>
Экзамен	-		
Экзаменационный билет	-	24	40
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

#### **Определение бонусов и штрафов**

Бонусы: поощрительные баллы студент может получить к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях и активную и регулярную работу на занятиях.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

#### **8.4. Шкала оценки образовательных достижений**

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
<b>90-100</b>	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
<b>85-89</b>	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
<b>75-84</b>		C	
<b>70--74</b>		D	
<b>65-69</b>	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении
<b>60-64</b>		E	

			программного материала
<b>0-59</b>	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	<i>F</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Оптика

#### *а) основная учебная литература:*

1. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2010-2014. (69 экз., ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
2. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2013-2015. (30 экз., ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
3. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 4. Волны. Оптика. – М.: Лань, 2011. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
4. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – М.: Лань, 2009 - 2011. (2 экз., ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).

#### *б) дополнительная учебная литература:*

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 4. Оптика. – М.: Физматлит, 2002. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Книга 4. – М.: АСТ, 2002. (200 экз.).

### Атомная физика

#### *а) основная учебная литература:*

1. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2012. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
2. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2014. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
3. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике. – М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2013. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
4. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2014. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
5. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Лань, 2011. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
6. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Лань, 2011. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).

#### *б) дополнительная учебная литература:*

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 5. Атомная и ядерная физика. – М.: Физматлит, 2002. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).
2. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2010. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).

3. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Лань, 2007. (ЭБС Лань, <http://e.lanbook.com/>).

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru) [Электронный ресурс] – URL: <http://ibooks.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс] – URL: <http://e.lanbook.com/http://ibooks.ru/>.
3. Образовательная платформа «Юрайт» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.biblio-online.ru/http://ibooks.ru/>. Электронная библиотечная система «Купер бук» [Электронный ресурс] – URL: <http://kuperbook.biblioclub.ruhttp://ibooks.ru/>.
4. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.studentlibrary.ruhttp://ibooks.ru/>.
5. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ [Электронный ресурс] – URL: <http://library.mephi.ru>. <http://ibooks.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю
Лабораторные занятия	При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК.
Доклад	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада.

Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Индивидуальное домашнее задание	При выполнении индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### **12.1. Перечень информационных технологий**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- использование компьютерного тестирования;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

### **12.2. Перечень программного обеспечения**

- Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
- Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.
- Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.

### **12.3. Перечень информационных справочных систем**

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK);
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, [www.book.ru](http://www.book.ru);
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, [www.iprbooks.ru](http://www.iprbooks.ru);
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru);
- 8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru», <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 9) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

## **13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Аудиторный фонд института
2. Учебная лаборатория "Колебания и волны"
3. Учебная лаборатория "Оптика и атомная физика".
4. Библиотечный фонд института

## **14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

### **14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

На лекциях и семинарах постоянно используются следующие интерактивные методы обучения: диспут, групповая дискуссия, дебаты, мозговой штурм, проблемная и интерактивная лекции.

#### **14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)**

1. И.А.Савельев. Курс общей физики. Том 3. Оптика. Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.(Фотоны и их свойства, стр.444-452).
2. И.А.Савельев. Курс общей физики. Том 3. Оптика. Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.(вопросы для самопроверки).

#### **14.3. Краткий терминологический словарь**

**Автоколебания** – это незатухающие колебания под действием постоянной силы. Незатухающие колебания в автоколебательной системе поддерживаются за счет источника энергии, подключаемого в нужные моменты времени к колебательной системе (маятнику, колебательному контуру и пр.) через клапан, регулирующий поступление энергии в эту систему. Роль клапана может играть, анкерный механизм в часах, радиолампа, транзистор и пр. Биениями называется результат сложения двух колебаний близких по частоте ( $\omega_1 \approx \omega_2$ ), имеющих одинаковую амплитуду и происходящих в одном направлении. Биения имеют вид синусоиды с медленно меняющейся амплитудой. Вынужденными колебаниями называются незатухающие колебания под действием периодически меняющейся вынуждающей силы. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний зависят от частоты вынуждающей силы (см. также Резонанс).

Колебания, амплитуда которых с течением времени уменьшается. Причина затухания обуславливается силами, тормозящими движение.

**Колебания** – это периодически повторяющиеся движения. Колебания, описываемые законом синуса  $x = A \sin(\omega t + \varphi)$  или косинуса  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ , называются гармоническими. Величина, стоящая под знаком гармонической функции  $(\omega t + \varphi)$ , называется фазой;  $\omega$  называется круговой (или циклической) частотой;  $\varphi$  – начальной фазой. Колебания разной природы описываются математически совершенно одинаково.

**Коэффициентом затухания** называется величина, характеризующая скорость убывания амплитуды затухающих колебаний. Амплитуда определяется экспоненциальным множителем  $e^{-\alpha t}$ . Чем больше  $\alpha$ , тем быстрее затухают колебания.

Логарифмическим декрементом колебания называется натуральный логарифм двух последовательных амплитуд затухающего колебания.

**Математический маятник** - механическая колебательная система, состоящая из материальной точки, подвешенной на тонкой, невесомой и нерастяжимой нити или на невесомом стержне в поле сил тяжести. Период малых колебаний математического маятника не зависит от амплитуды и определяется по формуле:  $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ .

Механические колебания - обладающие периодичностью отклонения тела от положения равновесия. Возбуждение незатухающих механических колебаний происходит путем воздействия на колебательную систему постоянной или переменной силы.

**Резонансом** называется явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при совпадении частоты вынуждающей силы и частоты собственных колебаний колебательной системы.

**Фигуры Лиссажу** – результат сложения двух перпендикулярных колебаний, частоты которых относятся как целые числа. Фигуры можно получить на экране осциллографа. Простейшей фигурой Лиссажу является окружность, которая получается при сложении двух перпендикулярных колебаний одинаковой частоты и амплитуды, сдвинутых по фазе на  $\pi/2$ .

Физический маятник - абсолютно твердое тело, имеющее ось вращения. В поле тяготения физический маятник может совершать колебания около положения равновесия, при этом массу системы нельзя считать сосредоточенной в одной точке. Период колебаний физического маятника зависит от момента инерции тела и от расстояния от оси вращения до центра масс.

#### **«Оптика»**

**Абсолютный показатель преломления света** - отношение скорости света в вакууме к фазовой

скорости света в данной среде. Абсолютный показатель преломления света показывает во сколько раз скорость света в вакууме больше скорости света в данной среде.

**Анализатор поляризованного излучения** - устройство, с помощью которого можно обнаружить положение плоскости поляризации света. См. также *Поляризатор*.

**Видимое излучение** - электромагнитное излучение, вызывающее зрительное ощущение и занимающее участок спектра от 380 до 780 нм. Световые излучения различных частот воспринимаются человеком как разные цвета.

**Геометрическая оптика** - раздел оптики, в котором изучаются законы распространения света в прозрачных средах, основанные на представлении о *световых лучах*. Основными *законами геометрической оптики* являются:

- закон *прямолинейного распространения света*;
- закон *независимых световых пучков*;
- закон *отражения*;
- закон *преломления*.

**Волновая оптика** - раздел *оптики*, изучающий явления, в которых проявляется волновые свойства *света*.

**Голография** – способ получения объемных изображений предметов на фотопластинке (голограмме) при помощи когерентного излучения лазера. Голограмма фиксирует не само изображение предмета, а структуру отраженной от него световой волны (ее амплитуду и фазу). Для получения голограммы необходимо, чтобы на фотографическую пластинку одновременно попали два когерентных световых пучка: предметный, отраженный от снимаемого объекта, и опорный – приходящий непосредственно от лазера. Свет обоих пучков интерферирует, создавая на пластинке чередование очень узких темных и светлых полос – картину интерференции. На экспонированной таким образом и проявленной пластинке отсутствует какое-либо изображение, но его в зашифрованном виде содержит система интерференционных полос. Если голограмму просветить, как диапозитив, лазерным светом той же частоты, что была использована при записи, возникнет «*восстановленная голограмма*» – объемное изображение снятого предмета, словно висящего в пространстве. Меняя точку наблюдения, можно заглянуть за предметы на первом плане и увидеть детали, ранее скрытые от взгляда. Свет, проходя сквозь систему черно-белых полос голограммы, испытывает дифракцию и воспроизводит волновой фронт, исходивший от снятого предмета. См. Также *Когерентность*.

**Двойное лучепреломление** - раздвоение светового луча при прохождении через оптически анизотропную среду, возникающее вследствие зависимости показателя преломления света от его поляризации. В одноосном двоякопреломляющем кристалле, например, в кристалле исландского шпата, падающий луч света расщепляется на два луча, обыкновенный и необыкновенный, имеющие разные *показатели преломления* и поляризованные в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

**Дисперсия света** – зависимость фазовой скорости света от частоты (или длины волны).

**Дисперсия показателя преломления** – зависимость показателя преломления  $n$  от частоты  $\nu$ .

**Дифракционная решетка** - оптическое устройство, имеющее большое число щелей, разделенных непрозрачными промежутками, на которых происходит дифракция света. Обычно дифракционная решетка представляет собой совокупность большого числа параллельных штрихов одинаковой ширины, нанесенных на прозрачную или отражающую поверхность на одинаковом расстоянии друг от друга. Дифракционная решетка является основным элементом многих спектральных приборов.

**Дифракция света** - отклонение от законов геометрической оптики, выражающееся в огибании светом малых препятствий. Дифракция наблюдается при распространении света в среде с резко выраженными неоднородностями.

**Закон Брюстера** утверждает, что при падении света на диэлектрическое зеркало под углом, тангенс которого равен относительному *показателю преломления* второй среды по отношению к первой, отраженный луч будет полностью поляризован в плоскости, перпендикулярной плоскости падения

**Закон Кирхгофа** утверждает, что отношение *излучательности* любого (нечерного) тела к коэффициенту поглощения есть величина одинаковая для всех тел и равная излучательности

черного тела приданной температуре.

**Закон Ленарда** – один из законов внешнего *фотоэффекта*: энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности света, а зависит только от частоты.

**Закон Малюса** - физический закон, согласно которому интенсивность световой волны, прошедшей *поляризатор* и *анализатор*, пропорциональна квадрату косинуса угла между плоскостями главных сечений поляризатора и анализатора.

**Закон независимых световых пучков** - постулат геометрической оптики, в соответствии с которым: Распространение всякого светового пучка в среде не зависит от того, есть ли в этой среде другие пучки света или нет.

**Закон отражения света** - закон, определяющий взаимное расположение при зеркальном отражении падающего и отраженного лучей, а также перпендикуляра, восстановленного к границе раздела двух сред в точке падения: оба луча и перпендикуляр лежат в одной плоскости; угол падения равен углу отражения.

**Закон преломления света** – один из законов геометрической оптики, согласно которому падающий луч, луч преломленный и перпендикуляр, восстановленный в точке падения луча к границе раздела двух сред, лежат в одной плоскости; отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для данных двух сред и равная отношению показателю преломления второй среды по отношению к первой. См. также *Геометрическая оптика*.

**Закон прямолинейного распространения света** - постулат геометрической оптики, в соответствии с которым в однородной среде свет распространяется прямолинейно. Закон прямолинейного распространения света является следствием *принципа Ферма*.

**Закон смещения** утверждает, что длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности *излучательности*, обратно пропорциональна абсолютной температуре, т. е. максимум излучения смещается при повышении температуры в область более коротких волн.

**Закон Стефана-Больцмана** утверждает, что *излучательность черного тела* прямо пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры.

**Закон Столетова** – один из законов внешнего *фотоэффекта*: фототок насыщения прямо пропорционален световому потоку.

**Излучательностью** называется полная мощность (на всех частотах и по всем направлениям) излучения с единицы поверхности нагретого тела. Излучательность зависит от температуры тела и от коэффициента поглощения его поверхности. Старые названия этой величины – энергетическая светимость или лучеиспускательная способность. См. также *Закон Стефана-Больцмана*.

**Интерференция света** - оптическое явление, возникающее при сложении двух или нескольких когерентных световых волн, линейно поляризованных в одной плоскости. Интерференция представляет собой устойчивую во времени картину усиления или ослабления результирующих световых колебаний в различных точках пространства.

**Источник света** - излучатель электромагнитной энергии в видимой части спектра. Источники света подразделяются на естественные (Солнце, Луна и т.д.) и искусственные (лампы накаливания, газоразрядные лампы и др.).

**Квантовая оптика** – раздел оптики, изучающий явления, в который обнаруживаются квантовые свойства электромагнитного излучения (света). Это *тепловое излучение*, *фотоэффект*, *эффект Комптона* и др.

Слово «**когерентность**» буквально означает «согласованность». Волны называются когерентными, если разность фаз возбуждаемых ими колебаний в любой точке пространства остается постоянной в течение времени наблюдения. См. также *Интерференция света*.

**Кольца Ньютона** - интерференционная картина, возникающая в проходящем или отраженном свете в окрестности точки соприкосновения выпуклой поверхности линзы со стеклянной пластинкой. После отражения лучей на границах раздела стекло - воздух и воздух - стекло световые волны интерферируют и образуют интерференционную картину в виде концентрических колец.

**Комбинационное рассеяние света** - явление изменения частоты рассеянного веществом света.

В спектрах комбинационного рассеянного света для молекул наблюдаются дополнительные линии, частоты которых являются комбинациями частоты падающего света и вращательными частотами молекул.

**Лазеры** (от от первых букв англ. фразы Light amplification by stimulated emission of radiation) – квантовые генераторы света, принцип действия которых основан на явлении вынужденного (стимулированного) излучения. Излучение лазеров поляризовано, обладает монохроматичностью, большой мощностью в узком спектральном диапазоне и малой расходимостью светового пучка. Находят широкое применение в технике и экспериментальной физике.

**Оптика** - раздел физики, в котором изучаются закономерности оптических явлений, природа света и его взаимодействия с веществом.

**Оптическая активность** - свойство некоторых веществ вращать плоскость поляризации проходящего через них плоскополяризованного света. Примеры оптически активных веществ: кварц, киноварь, скипидар, раствор сахара в воде и пр.

**Оптическая длина пути** - произведение пути светового луча на показатель преломления среды. Оптическая длина пути численно равна пути, который проходит световой луч за то же время в вакууме.

**Опыт Юнга** - опыт по интерференции света от двух точечных источников, полученных пропусканием пучка света от общего источника через два отверстия. Опыт Юнга позволяет оценить длину волны для различных участков спектра.

**Относительный показатель преломления света** - отношение фазовой скорости света в первой среде к фазовой скорости света во второй среде. Численно относительный показатель преломления света равен отношению синуса угла падения к синусу угла преломления.

**Период дифракционной решетки** - расстояние между серединами двух соседних щелей дифракционной решетки. Другое название – шаг или постоянная решетки.

**Плоскостью главного сечения *поляризатора*** называется плоскость, в которой поляризован луч, прошедший этот поляризатор.

**Плоскость поляризации** - плоскость, в которой колеблется вектор напряженности электрического поля электромагнитной (световой) волны.

**Поглощение света** - явление ослабления яркости света при его прохождении через вещество или при отражении от поверхности.

**Показатель преломления света** - мера оптической плотности среды, равная отношению *скорости света* в вакууме к скорости света в среде. Показатель преломления света зависит от частоты света и от параметров состояния среды. Различают абсолютные и относительные показатели преломления.

**Поляризатор** - прибор, предназначенный для получения полностью или частично поляризованного света. Поляризатор можно использовать в качестве *анализатора* поляризованного излучения.

**Поляризация света** - ориентация векторов напряженности электрического поля и магнитной индукции световой волны в плоскости, перпендикулярной световому лучу. Обычно поляризация возникает при отражении и преломлении света, а также при распространении света в анизотропной среде. Различают линейную, круговую и эллиптическую поляризацию света.

**Поляроид** - оптическая система, предназначенная для поляризации света. Представляет собой эластичную пленку, на которую нанесены соответствующим образом ориентированные маленькие кристаллики двоякопреломляющего вещества (герпатита). Поляроид изготавливается в виде светофильтра, линейно поляризующего проходящий через него свет (дешевый *поляризатор*).

**Преломление света** - явление, заключающееся в изменении направления распространения световой волны при переходе из одной среды в другую, отличающуюся *показателем преломления света*.

**Призмой Николя** (или просто николем) называется *поляризатор*, предложенный шотландским инженером Николем. Принцип действия николя основан на том, что один из двух поляризованных лучей в одноосном двоякопреломляющем кристалле (необыкновенный или

обыкновенный) выводится их игры с помощью явления полного внутреннего отражения. См. также *Двойное лучепреломление*.

**Принцип Ферма** - принцип геометрической оптики, согласно которому луч света, проходящий через две точки, идет между ними по такому пути, для прохождения которого требуется наименьшее или наибольшее (экстремальное) время по сравнению с другими возможными путями.

**Рассеяние света** - отклонение распространяющегося в среде светового пучка во всевозможных направлениях. Рассеяние света обусловлено неоднородностью среды и взаимодействием света с частицами вещества, при котором изменяется направление распространения, частота и плоскость колебаний световой волны.

**Рентгеновское излучение** – электромагнитное излучение очень высокой частоты (или очень короткой длины волны,  $\lambda = 10^{-4} - 10^3 \text{ \AA}$ ). Открыто немецким физиком В. Рентгеном (1895).

**Различают тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.** В рентгеновском диапазоне на передний план выступают квантовые свойства электромагнитного излучения. Находит широкое применение в медицине, в дефектоскопии, в структурных исследованиях и пр.

**Рефракция света** - искривление светового луча в среде с непрерывно меняющимся показателем преломления света.

**Термином «свет»** обозначают не только *видимый свет*, но и электромагнитное излучение других диапазонов (инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, *рентгеновские лучи*). Таким образом, этот термин используется как синоним выражения «электромагнитное излучение».

**Световой луч** - линия, вдоль которой распространяется поток энергии, испущенный *источником света*. В прозрачной однородной среде световой луч всегда прямолинеен. В среде с плавно изменяющимися оптическими характеристиками световой луч искривляется. См. также *Рефракция света*.

**Скорость света в вакууме** - скорость распространения света в вакууме  $c = 299'792'458 \text{ м/с}$ .

**Скорость света в вакууме** - предельная скорость распространения любых физических взаимодействий.

**Тепловое излучение** – это электромагнитное излучение нагретых тел. Законы теплового излучения объясняет *квантовая теория* М. Планка (1900).

**Тормозным рентгеновским излучением** называется коротковолновое электромагнитное излучение, возникающее в рентгеновской трубке при резком торможении движущихся с большой скоростью электронов поверхностью анода (антикатада). Не зависит от материала антикатада.

**Угол падения** – угол между падающим лучом и перпендикуляром, восстановленным в точке падения.

**Угол преломления** - угол между преломленным лучом света и перпендикуляром, восстановленным в точке падения (преломления).

**Уравнение Эйнштейна** для внешнего *фотоэффекта* представляет собой следствие закона сохранения энергии:  $h\nu = A_{\text{в}} + (mv^2/2)$  – энергия фотона ( $h\nu$ ) идет на совершение работы выхода ( $A_{\text{в}}$ ) и частично переходит в энергию фотоэлектрона ( $mv^2/2$ ).

**Фотон** называется квазичастица, введенная для того, чтобы объяснить корпускулярные свойства электромагнитного излучения. Фотону приписывается энергия  $\varepsilon = h\nu$  и импульс  $p = h\nu/c$ , где  $\nu$  – частота света,  $c$  – скорость света в вакууме, а  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж/с}$  – *постоянная Планка*. Фотоны – *кванты* электромагнитного поля. *Электромагнитное взаимодействие* осуществляется путем обмена фотонами.

**Фотометрические величины** - сила света, освещенность, световой поток, яркость, коэффициент пропускания и коэффициент отражения.

**Фотоэлектроны** – электроны, вырванные светом из металла при внешнем *фотоэффекте*.

**Фотоэффектом** называется группа явлений, возникающих при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Различают внешний фотоэффект (вырывание электронов из металла при облучении), внутренний фотоэффект (увеличение электропроводности полупроводника при облучении) и фотогальванический эффект (возникновение ЭДС при облучении p-n-перехода). Фотоэффект объясняется на основе

квантовых представлений. Первую теорию внешнего фотоэффекта создал А.Эйнштейн (1905). См. *Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта*.

**Характеристическое рентгеновское излучение** возникает при достаточно высоком ускоряющем напряжении на рентгеновской трубке. Механизм сводится к вырыванию электронов с внутренних электронных оболочек и к переходу на эти места электронов с других оболочек атома. Спектр такого излучения линейчатый. Появляется на фоне сплошного тормозного рентгеновского спектра как набор спектральных линий. Зависит от материала антикатада.

**Хроматической поляризацией** называется совокупность явлений, сопровождающих интерференцию поляризованного света (появление окраски экрана).

**Черным** называется идеализированное тело, поглощающее всю падающую на его поверхность энергию. Устаревшее название черного тела – абсолютно черное тело. Реальные тела не являются черными; поверхность, хорошо поглощающая свет в видимом диапазоне, может плохо поглощать в инфракрасном.

**Эффектом Комптона** (1923) называется увеличение длины волны *рентгеновского излучения* при рассеивании на легких атомах (на почти свободных электронах). Эффект Комптона легко объясняется на основе квантовых представлений путем применения законов сохранения энергии и импульса для системы «рентгеновский фотон + электрон отдачи».

**Эффект Фарадея** - вращение плоскости поляризации линейно поляризованного света при прохождении его через вещество, помещенное в продольное магнитное поле. Открыл явление английский физик М.Фарадей (1845). Эффект сыграл важную роль в утверждении электромагнитной теории света. Широко применяется в технике и в экспериментальной физике (изучение структуры вещества).

## **15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

**Ю.А. Коровин**, заведующий кафедрой ОиСФ, доктор физико-математических наук, профессор

Рецензент:

**В.Л. Шаблов**, профессор отделения ядерной физики и технологий (О), доктор физико-математических наук, профессор