

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

---

**Новоуральский технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДЕНА  
Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ  
Протокол № 4 от 30.08.2021 г.

Рабочая программа учебной дисциплины  
**" Физика. Избранные главы."**

Направление подготовки (специальность)	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Профиль подготовки (специализация)	Автоматизированные системы обработки информации и управления
Квалификация (степень) выпускника	<i>Бакалавр</i>
Форма обучения	очная

г. Новоуральск, 2021

Объём учебных занятий в часах:

Курс	2	3	Всего
Семестр	2	3	
Трудоемкость, ЗЕТ	3	4	7
Трудоемкость, час	108	144	252
Аудиторные занятия, час, в т.ч.:	80	90	170
- лекции	32	36	68
- практические занятия	32	36	68
- курсовой проект (работа)	-	-	-
- лабораторные работы	16	18	34
Самостоятельная работа	28	27	55
Интерактивные часы	-	-	-
Итоговый контроль	-	27	27
Форма итогового контроля	Зачёт	Экзамен	4-й сем. - зачёт 5-й сем. - экзамен

Индекс дисциплины в Рабочем учебном плане (РУП) – Б1.О.02.09.

Программа предназначена для обучения студентов направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», набора 2021г. (группа ИТ-21Д).

Рабочую программу составил Эйшинский Евгений Роальдович, к.ф.-м.н., доцент кафедры физико-математических дисциплин

## Содержание

1 Цели освоения учебной дисциплины .....	4
2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО .....	5
3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения.....	6
4 Воспитательный потенциал дисциплины.....	6
5 Структура и содержание учебной дисциплины.....	
<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
6 Образовательные технологии.....	
157	
7 Фонд оценочных средств.....	
<b>Ошибка! Закладка не определена.7</b>	
8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины.....	22
10 Учебно-методические рекомендации для студентов и преподавателей.....	26

Рабочая программа составлена в соответствии с Образовательным стандартом высшего образования Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», (квалификация «бакалавр») и РУП по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизированные системы обработки информации и управления».

## **1. Цели освоения учебной дисциплины**

Целями освоения учебной дисциплины «Физика. Избранные главы» являются:

- овладение базовыми концепциями, понятиями, и законами следующих разделов физики - Оптика, Квантовая и атомная физика, Физика твёрдого тела, - составляющих фундамент современной физической картины мира;
- овладение методическими приёмами к решению задач из перечисленных разделов;
- ознакомление с современной научной аппаратурой и методами проведения физического эксперимента в указанных разделах.

Усвоение учебной дисциплины «Физика. Избранные главы.» призвано способствовать развитию у студентов широкого физического кругозора и формированию у них основ современного научного мировоззрения и выработке навыков свободного ориентирования в физических процессах и явлениях на микро и наноуровне.

## **2. Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО**

В соответствии с Образовательной программой подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, данная учебная дисциплина входит в естественно научный модуль под индексом Б1.О.02.09.

Дисциплина содержит следующие основные разделы (модули): Оптика, Атомная физика, Элементы квантовой физики, Ядерная физика, Кристаллография, Физика твёрдого тела.

Для успешного освоения дисциплины необходимы компетенции, формируемые в результате освоения предшествующих дисциплин: “Физика” и “Математика” в первом и втором учебных семестрах Вузовской ОП. При этом у студента должны быть сформированы компетенции по следующим разделам Физики: механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, и Математики: математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, векторная алгебра, теория вероятностей.

Дисциплина изучается в четвёртом и пятом учебных семестрах. Понятия и методы учебной дисциплины «Физика. Избранные главы.» являются базовыми для дисциплины «Электротехника, электроника и схемотехника».

### 3. Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Таблица 1. Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<u>УК-1</u>	
<u>ОПК-1</u> Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	З-ОПК-1 Знает основные физические законы, процессы, явления и понятия в области механики, термодинамики, электромагнетизма; У- ОПК-1 Умеет решать типовые физические задачи; В- ОПК-1 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования, измерений и обработки результатов измерений, составления алгоритмов и описания проводимых исследований.

### 4. Воспитательный потенциал дисциплины

Таблица 2. Цели и задачи воспитания, воспитательный потенциал дисциплины.

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
<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 (В14)	Использование воспитательного потенциала дисциплины для: - формирования позитивного отношения к получаемой профессии, понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач; - 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;  - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.

	<p>Формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплины для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.</li> </ul>
--	---	---

## 5. Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина читается два семестра. Трудоёмкость дисциплины составляет 9 ЗЕТ, общий объём - 324 часа.

### 5.1 Структура учебной дисциплины.

Соотношение лекций, практических и лабораторных занятий, трудоёмкость в часах, самостоятельная работа и формы контроля по семестрам приведены в п.п. 5.1.1, 5.1.3. Содержание учебной дисциплины по семестрам приведены в п.п. 5.1.2, 5.1.4.

#### 5.1.1 Структура дисциплины в 4-м учебном семестре (1-й семестре изучения).

Трудоёмкость - 4 ЗЕТ, объём - 144 час., форма итогового контроля - экзамен.

Таблица 3. Структура учебной дисциплины в 4-м учебном семестре.

№ п/п	Название темы/раздела учебной дисциплины	Виды учебных занятий, и их трудоёмкость (в часах)					Текущий контроль (форма *), неделя)	Аттестация раздела (форма *), неделя)	Максимальный балл за раздел	Индикаторы освоения компетенции
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовые работы/проекты	Самостоятельная работа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Раздел 1. Оптика</b>										
1.	Тема 1. Геометрическая оптика	2	4	***)	-	4+5 = 9	ДЗ1 (2 нд) Пр(2 нд)		6+10 = 16	У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УК-1 В-УК-1
2.	Тема 2. Волновая оптика	6	6		-	4	ДЗ2(6 нд)		6	У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УК-1 В-УК-1
3.	Тема 3. Квантовая оптика	4	4		-	4+1 = 5	ДЗ3 (10 нд), Т1(10 нд)		6+2 = 8	З-ОПК-1 В-ОПК-1 З-УК-1 В-УК-1
<b>Раздел 2. Элементы атомной физики</b>										
4.	Тема 4. Классические модели атома. Опыты Резерфорда.	2	-	***)	-	1+1 = 2		Колл (11нд)	5	У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УК-1 В-УК-1
5.	Тема 5. Модель атома Бора.	2	2		-	1				У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УК-1 В-УК-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Раздел 3. Элементы квантовой физики</b>										
6.	Тема 6. Элементы квантовой механики.	4	4	***)	-	1				З-ОПК-1 В-ОПК-1 З-УК-1 В-УК-1
7.	Тема 7. Атом водорода в квантовой механике.	2	2		-	1				У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УК-1 В-УК-1
8.	Тема 8. Многоэлектронные атомы.	2	2		-	1+1 =2	Т2 (14 нед)		2	З-ОПК-1 В-ОПК-1 З-УК-1 В-УК-1
9.	Тема 9. Современная физическая картина мира.	2	2		-	1				У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УК-1 В-УК-1
<b>Раздел 4 Элементы ядерной физики</b>										
10.	Тема 10. Элементы ядерной физики.	6	6			1+1 =2	Т3 (18 нед)		2	З-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1 З-УК-1 У-УК-1 В-УК-1
11.	<b><i>Всего в семестре:</i></b>	36	36	16	-	28			60 **)	
12.	<b><i>Экзамен:</i></b>								40	
13.	<b><i>Итого за семестр:</i></b>	36	36	16	-	28			100	

Пояснения к таблице 3.

\*) Сокращённые наименования форм текущего контроля и аттестации разделов:

- Т - Аудиторное тестирование,
- Пр - Презентация,
- ДЗ - Домашнее задание,
- ЛР - Лабораторная работа,
- Колл - Коллоквиум.

\*\*\*) Максимальная сумма баллов, которые студент может набрать в течение семестра, равна 60, включая баллы за посещение и активность на занятии (см. таблицу 11)

\*\*\*\*) В течение семестра студент должен выполнить четыре виртуальные ЛР (общий объём – 18 час.). Подробная информация о проведении лабораторного практикума приводится ниже под списком лабораторных работ (Таблица 6).

В графе ДЗ указан срок выдачи задания, срок выполнения каждого ДЗ - 3 недели.

В графе Т указан срок проведения тестирования.

В графе Пр указан срок выдачи темы презентации. Защита презентации проводится на аудиторных занятиях в две последние недели семестра.



## 5.1.2 Содержание дисциплины в 4-м учебном семестре.

Содержание лекций, практических занятий и лабораторных работ в 4-м учебном семестре представлено в таблицах 4-6.

Таблица 4. Лекции в 4-м учебном семестре (трудоемкость – 36 час).

№ п.п.	Тема/раздел	Содержание лекционных занятий	часы
1	2	3	4
<b>Раздел 1. Оптика</b>			
1	Тема 1	<i>Лекция №1 Геометрическая оптика (самостоятельно).</i> Законы отражения и преломления. Явление полного внутреннего отражения. Волоконная оптика. Построение изображений в плоском зеркале. Прохождение света через плоскопараллельную пластину и призму. Линзы. Характеристики линзы: оптическая ось (главная и побочная), фокус, фокусное расстояние, фокальная плоскость, оптическая сила. Формула тонкой линзы. Увеличение линзы. Построение изображений в линзах. Оптические приборы: лупа, проекционный аппарат, фотоаппарат, микроскоп, телескоп. Глаз человека и его недостатки (близорукость и дальнозоркость).	2
2	Тема 2	<i>Лекция №2 Электромагнитная природа света. Интерференция света.</i> Двойственность природы света. Световая волна. Соотношение между показателем преломления и скоростью света в веществе. Экспериментальное определение скорости света. опыты Физо и Майкельсона (независимость скорости света от движения источника). Интерференция света и способы ее наблюдения. Когерентность и монохроматичность световых волн. Расчет интерференционной картины от двух источников (опыт Юнга), условия интерференционных максимумов и минимумов, оптическая длина пути. Интерференция света в тонких пленках. Кольца Ньютона. Применение явления интерференции. Интерферометры. Просветление оптики	2
		<i>Лекция №3 Дифракция света</i> Дифракция света и условия ее наблюдения. Принцип Гюйгенса - Френеля. Метод зон Френеля. Графический метод сложения амплитуд. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Зонная пластинка. Дифракция Фраунгофера на одной щели и на дифракционной решётке. Разрешающая способность оптических приборов. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Брэгга. Голография.	2
		<i>Лекция №4 Поляризация, дисперсия, поглощение и рассеяние света.</i> Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Поляризация света при отражении и преломления. Закон Брюстера. Вращение плоскости поляризации. Поляризационные приборы. Способы наблюдения дисперсии света. Призматический и дифракционный спектры. Электронная теория дисперсии света. Нормальная и аномальная дисперсия. Закон Бугера.	2
3	Тема 3	<i>Лекция №5 Тепловое излучение.</i> Тепловое излучение и люминесценция. Испускательная и поглощательная способность тел. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Квантовая гипотеза и формула Планка. Фотоны.	2

1	2	3	4
3	Тема 3	<i>Лекция №6 Квантовые свойства излучения.</i> Внешний фотоэффект и его законы. Работы А.Г. Столетова. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Опыт Боте. Опыт Иоффе и Добронравова. Тормозное рентгеновское излучение. Эффект Комптона. Давление света, опыты П.Н. Лебедева. Дуализм корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.	2
<b>Раздел 2. Элементы атомной физики</b>			
4	Тема 4	<i>Лекция №7. Классические модели атома.</i> Развитие представлений о строении атомов. Опыты Резерфорда по рассеянию $\alpha$ -частиц. Ядерная модель атома. Недостатки классической модели атома.	2
5	Тема 5	<i>Лекция №8</i> Постулаты Бора. Боровская теория атома водорода. Опыт Франка и Герца. Закономерности в атомных спектрах. Обобщенная формула Бальмера и ее физический смысл. Затруднения теории Бора.	2
<b>Раздел 3. Основы квантовой физики</b>			
6	Тема 6	<i>Лекции №9, №10. Элементы квантовой механики.</i> Опытное обоснование корпускулярно-волнового дуализма материи. Гипотеза Луи-де-Бройля. Необычные свойства микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Состояние микрочастицы. Волновая функция и ее статистический смысл. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме». Прохождение частицы через потенциальный барьер. Тоннельный эффект. Гармонический осциллятор в квантовой механике.	4
7	Тема 7	<i>Лекции №11 Атом водорода в квантовой механике.</i> Квантовая теория атома водорода. Квантовые числа. Правила отбора. Оптические спектры и уровни энергии щелочных металлов. Спин электрона. Опыт Штерна и Герлаха. Эффект Зеемана.	2
8	Тема 8	<i>Лекции №12 Многоэлектронные атомы.</i> Структура электронных уровней в сложных атомах. Принцип Паули. Периодическая система Д.И. Менделеева. Распределение электронов по уровням в многоэлектронных атомах. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Энергия молекулы. Молекулярные спектры.	2
9	Тема 9	<i>Лекция №13 Современная физическая картина мира.</i> Иерархия структур материи. Эволюция Вселенной.	2
<b>Раздел 4. Ядерная физика</b>			
10	Тема 10	<i>Лекции №14, №15, №16.</i> Свойства стабильных ядер. Состав ядра и его характеристики. Изотопы. Взаимодействие нуклонов, понятие о свойствах и природе ядерных сил. Дефект масс и энергия связи ядра. Удельная энергия связи. Выделение энергии при делении тяжелых ядер и при синтезе легких. Радиоактивный распад. Законы радиоактивного распада. Активность. Основные виды радиоактивности и схемы распадов. Радиоактивные семейства. Взаимодействие заряженных частиц, гамма-квантов и нейтронов с веществом. Ядерные реакции и особенности их протекания. Энергия реакции. Реакции на нейтронах. Реакция деления ядер урана и ее особенности. Цепная реакция. Коэффициент размножения. Критическая масса. Устройство и принципы работы ядерного реактора. Термоядерные реакции. Методы регистрации излучений. Биологическое действие и защита от излучений. Применение изотопов и излучений. Ядерная и термоядерная энергетика.	6



Таблица 5. Практические занятия в 4-м учебном семестре (трудоемкость – 36 час).

№ п.п.	Тема/раздел	Содержание практических занятий (ПЗ)	часы
<b>Раздел 1. Оптика</b>			
1	Тема 1	ПЗ№1, ПЗ№2. Геометрическая оптика.	4
2	Тема 2	ПЗ№3, ПЗ№4, ПЗ№5. Волновая оптика.	6
3	Тема 3	ПЗ№6, ПЗ№7. Квантовая оптика.	4
<b>Раздел 2. Элементы атомной физики</b>			
4	Темы 5	ПЗ№8. Модель атома Бора.	2
<b>Раздел 3. Элементы квантовой физики</b>			
5	Тема 6.	ПЗ№9, ПЗ№10. Элементы квантовой механики.	4
6	Тема 7.	ПЗ№11. Атом водорода.	2
7	Тема 8.	ПЗ№12. Многоэлектронные атомы.	2
8	Тема 9.	ПЗ№13. Современная физическая картина мира.	2
<b>Раздел 4. Элементы ядерной физики</b>			
9	Тема 10	ПЗ№14, ПЗ№15, ПЗ№16. Элементы ядерной физики.	6

Таблица 6. Лабораторные работы в 4-м учебном семестре (трудоемкость – 16 час).

№ п.п.	Тема/раздел	Наименование лабораторной работы	Номер работы
1	Тема 1	Лабораторный комплекс по оптике ЛКО-1. Геометрическая оптика.	№1
2	Тема 2	Лабораторный комплекс по оптике ЛКО-1. Интерференция.	№2
3		Лабораторный комплекс по оптике ЛКО-1. Дифракция.	№3
4		Лабораторный комплекс по оптике ЛКО-1. Поляризация.	№4
5		Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона.	№40
6	Тема 5	Определение постоянной Ридберга	№48

Для проведения лабораторных работ отводится 4 (продолжительностью по 4 часа каждое), на которых студенты выполняют работы по индивидуальному графику.

### 5.1.3 Структура дисциплины в 5-м учебном семестре (2-й семестре изучения).

Трудоёмкость - 4 ЗЕТ, объём - 144 час., форма итогового контроля - экзамен.

Таблица 7. Структура дисциплины в 5-м учебном семестре

№ п/п	Название темы/раздела учебной дисциплины	Виды учебных занятий, и их трудоемкость (в часах)					Текущий контроль (форма *), неделя)	Аттестация раздела (форма *), неделя)	Максимальный балл за раздел	Индикаторы освоения компетенции
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовые работы/проекты	Самостоятельная работа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Раздел 1. Кристаллография</b>										
1	Тема 1. Элементы кристаллографии.	4	4	***)	-	4+3 = 7	ДЗ1(2 нд) Пр(2 нд)		5+8 = 13	У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
2	Тема 2. Типы дефектов кристаллической решетки.	4	4		-	1				У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
<b>Раздел 2. Зонная теория твёрдых тел</b>										
3.	Тема 3. Основы зонной теории твёрдых тел.	6	6	***)	-	4+1 = 5	ДЗ2(6 нд)		5	У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
4.	Тема 4. Классификация твёрдых тел на основе зонной теории.	2	2		-	1+2+1 = 4	Т2(7 нд)	Колл (11 нд)	3+5 = 8	З-ОПК-1 В-ОПК-1 З-УКЕ-1 В-УКЕ-1
<b>Раздел 3. Физические свойства твёрдых тел</b>										
5.	Тема 5. Тепловые свойства.	4	4	***)		4+1 = 5	ДЗ3(8 нд)		5	У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
6.	Тема 6. Электрические свойства.	8	8			2				У-ОПК-1 В-ОПК-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
7.	Тема 7. Магнитные свойства.	8	8			1+2 = 3	Т3(14 нд)		3	З-ОПК-1 В-ОПК-1 З-УКЕ-1 В-УКЕ-1
8.	<b>Всего в семестре:</b>	36	36	18	-	27			60**)	
9.	<b>Экзамен:</b>								40	
10.	<b>Итого за семестр:</b>	36	36	18	-	27			100	

Пояснения к таблице: обозначения аналогичны обозначениям в таблице 3.

### 5.1.4 Содержание дисциплины в 5-м учебном семестре.

Содержание лекций, практических занятий и лабораторных работ 3-го семестра представлено в таблицах 8-10.

Таблица 8. Лекции в 5-м учебном семестре (трудоемкость – 20 час.)

№ п.п.	Тема/раздел	Содержание лекционных занятий	час
1	2	3	4
<b>Раздел 1. Кристаллография</b>			
1	Тема 1	<i>Лекции 1,2 Элементы кристаллографии.</i> Монокристаллы, поликристаллы и аморфные тела. Анизотропность монокристаллов и изотропность поликристаллов и аморфных тел. Пространственная решетка. Кристаллографические символы для узлов, плоскостей и направлений. Дифракция в кристаллах и обратная решетка. Модель твёрдой упаковки шаров. Элементарная ячейка. ГПУ, ГЦК и ОЦК решетки. Геометрические характеристики решетки. Наиболее распространенные структуры кристаллов. Кристаллические системы.	4
2	Тема 2	<i>Лекции 3,4 Основные типы дефектов кристаллической структуры.</i> Тепловые колебания узлов решетки. Точечные дефекты. Линейные дефекты. Винтовые и краевые дислокации. Поверхностные и объёмные дефекты	4
<b>Раздел 2. Зонная теория твёрдых тел</b>			
3	Тема 3	<i>Лекции 5,6,7 Основы зонной теории твёрдых тел.</i> Квантовая теория свободных электронов в металле. Понятие о квантовой статистике Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Энергетические зоны. Принцип Паули. Энергия Ферми. Функция распределения Ферми-Дирака. Температурная зависимость уровня Ферми. Плотность состояний электронов. Полная энергия свободных электронов.	6
4	Тема 4	<i>Лекция 8 Классификация твёрдых тел на основе зонной теории.</i> Валентная зона, зона проводимости, запрещенная зона. Эффективная масса электрона. Понятие дырки. Зонная структура в Ge и Si. Влияние примесей и внешних полей на энергетический спектр электронов в кристалле.	2
<b>Раздел 3. Физические свойства твёрдых тел</b>			
5	Тема 5	<i>Лекции 9,10 Тепловые свойства твёрдых тел.</i> Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. Недостатки классического описания теплоемкости твердого тела. Одномерные колебания однородной струны. Волновое уравнение. Уравнение волны. Скорость волны. Стоячие волны. Колебания одноатомной линейной цепочки. Оптическая и акустическая ветви колебаний. Фононы – элементарные возбуждения в твердом теле. Теория теплоемкости Эйнштейна. Недостатки теории Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая. Температура Дебая. Области применения моделей Эйнштейна и Дебая к твердым телам. Теплопроводность. Закон Фурье. Физический смысл коэффициента теплопроводности. Тепловое расширение твердых тел. Коэффициенты гармоничности и ангармоничности. Температурный коэффициент линейного расширения.	4
6	Тема 6	<i>Лекции 11,12,13,14 Электрические свойства твёрдых тел.</i> Электронные зоны в металлах. Квантовая теория электросопротивления. Собственные и примесные полупроводники. Акцепторная и донорная примесь. Распределения носителей заряда в валентной зоне и зоне проводимости. Плотность состояний $\rho(E)$ . Зонная диаграмма. P-n переход. Полупроводниковый диод. Транзистор. Работа выхода. Контактная разность потенциалов. Термоэлектронная эмиссия. Термоэлектрические явления: эффекты Зеебека, Пельтье.	8

1	2	3	4
7	Тема 7	<i>Лекции 15,16,17,18</i> <i>Магнитные свойства твёрдых тел.</i> Классификация магнетиков. Классическая теория парамагнетизма и диамагнетизма. Ферромагнетизм. Температура Кюри. Температурная зависимость намагниченности насыщения ферромагнетика.. Закон Кюри-Вейсса. Квантовая теория ферромагнетизма. Обменное взаимодействие. Роль 3d электронов в ферромагнетизме Fe, Ni, Co. Новые магнитные материалы. Кривая намагничивания. Гистерезис. Остаточная намагниченность и коэрцитивная сила. Практическое применение магнитных материалов.	8

Таблица 9 Практические занятия в 5-м учебном семестре  
(трудоемкость – 34 час.)

№ п.п.	Тема/раздел	Содержание практических занятий (ПЗ)	час
<b>Раздел 1. Кристаллография</b>			
1	Тема 1	ПЗ1, ПЗ2. Элементы кристаллографии.	4
2	Тема 2	ПЗ3, ПЗ4. Основные типы дефектов кристаллической структуры.	4
<b>Раздел 2. Зонная теория твёрдых тел</b>			
3	Тема 3	ПЗ5, ПЗ6, ПЗ7. Основы зонной теории твердых тел.	6
4	Тема 4	ПЗ8. Структура зон твёрдых тел.	2
<b>Раздел 3. Физические свойства твёрдых тел</b>			
5	Тема 6	ПЗ9, ПЗ10. Тепловые свойства твёрдых тел.	4
6	Тема 7	ПЗ11, ПЗ12, ПЗ13, ПЗ14. Электрические свойства твёрдых тел.	8
7	Тема 8	ПЗ15, ПЗ16, ПЗ17, ПЗ18. Магнитные свойства твёрдых тел.	8

Лабораторные работы в 5-м учебном семестре (трудоемкость – 16 час.)

В течение семестра студенты выполняют в компьютерном классе 4 виртуальных ЛР (по 4 час. каждая) по индивидуальному графику.

## 6. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Физика. Избранные главы.» используются различные образовательные технологии. Рекомендации для преподавателя по использованию информационно-образовательных технологий (ИОТ) содержатся в «Положении об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ».

Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических занятий и лабораторных работ. Лекции и практические занятия проводятся на 90% с использованием проектора и на 10% с использованием интерактивной доски. По каждой теме курса «Физика. Избранные главы» имеется набор презентаций/слайдов. Часть занятий, определённая Рабочим учебным планом (РУП), проводится в интерактивной форме.

Для контроля усвоения студентами разделов данного курса выполняются домашние задания, а также применяются проводится аудиторное тестирование: на кафедре сформирован и специальный банк КИМ в электронном формате.

Самостоятельная работа (СРС) студентов регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ». СРС включает в себя проработку лекционного и практического материала с использованием рекомендуемой литературы (учебников и методических пособий по курсу), подготовку к лабораторным работам, контрольным тестам, выполнение домашних заданий и подготовку презентаций.

Для повышения уровня знаний студентов по курсу «Физика. Избранные главы» в течение семестра организуются консультации преподавателей кафедры физики. Во время консультационных занятий: проводится объяснение сложных разделов теоретического курса; разъясняются алгоритмы решения задач домашних заданий; принимаются задолженности по тестовым и другим работам и т.д.

В начале каждого семестра все желающие студенты обеспечиваются электронными версиями кафедральных методических пособий по изучаемому курсу для работы дома и, а также обеспечиваются электронными версиями кафедральных методических пособий по изучаемому курсу для работы дома.

## 7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине. ФОС выполнен в форме отдельного документа и хранится на кафедре.

Таблица 10. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения.

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Форма текущего контроля и аттестации разделов
УК-1, ОПК-1	См. таблицу 1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Работа с конспектами.</li> <li>- Устный опрос.</li> <li>- Выполнение ДЗ.</li> <li>- Ответы на вопросы тестов.</li> <li>- Выполнение лабораторных работ.</li> <li>- Подготовка и выступление с презентацией.</li> <li>- Коллоквиум в середине семестра.</li> </ul>



В ФОС используются различные средства текущего контроля и промежуточной аттестации (см. таблицу 10). Для количественной оценки работы студента в течении семестра используется балльно-рейтинговая система.

В этой системе максимальное количество баллов, накапливаемых в течение семестра (текущий контроль) - 60; получаемых на зачёте или экзамене (промежуточный контроль) - 40; и в целом по результатам изучения семестрового курса физики - 100.

Распределение максимальных рейтинговых баллов текущего контроля по различным видам контроля в 4-м и 5-м учебных семестрах приведено в таблицах 10, 11.

Таблица 10 Значения рейтинговых баллов при текущем контроле в 4-м учебном семестре

Виды учебной деятельности	П	А	ДЗ1	ДЗ2	ДЗ3	Пр	Колл	ЛР1	ЛР2	ЛР3	ЛР4	T1	T2	T3	Итого
Максимальное количество баллов	3	3	6	6	6	8	6	4	4	4	4	2	2	2	60

Обозначения в таблице: П - посещаемость, А – активность, ДЗ – домашнее задание, ЛР – лабораторная работа, Т – аудиторное тестирование, Пр – презентация.

Таблица 11 Значения рейтинговых баллов при текущем контроле в 5-м учебном семестре

Виды учебной деятельности	П	А	ДЗ1	ДЗ2	ДЗ3	Пр	Колл	ЛР1	ЛР2	ЛР3	ЛР4	T1	T2	T3	Итого
Максимальное количество баллов	3	3	6	6	6	8	6	4	4	4	4	2	2	2	60

Максимальное количество баллов промежуточного контроля (40 баллов) складывается из правильного ответа на два теоретических вопроса (содержащихся в билете на экзамене или зачёте), каждый из которых оценивается в 20 баллов.

Полученные студентов баллы переводятся в 5-балльную систему по следующей шкале:

Оценка по 5 бальной шкале	Зачет	Сумма баллов по дисциплине	Оценка (ECTS)	Градация
5 (отлично)	Зачтено	90-100	A	Отлично
4 (хорошо)		85-89	B	Очень хорошо
		75-84	C	Хорошо
		70-74	D	Удовлетворительно
65-69				
3 (удовлетворительно)		60-64	E	Посредственно
2 (неудовлетворительно)	Не зачтено	Ниже 60	F	Неудовлетворительно

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

## 8.1 Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 1. Савельев И.В. Курс общей физики.

Т.З. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2011. — 318 с. — Гриф: Допущено Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим и технологическим направлениям.- Режим доступа: ЭБС «Лань»:  
ТЗ -[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2040](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2040).

### 2. Физика модульный курс (для технических вузов).

[Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров/Осеledчик Ю.С., Самойленко П.И., Точилина Т.Н. .— Электрон. текстовые данные.—М.: Издательство «Юрайт», 2014.— 526 с.— (Бакалавриат. Базовый курс). — Гриф: рек. УМО по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов технических вузов. - Режим доступа: <http://www.biblio-line.ru> - «ЭБС Юрайт» (по паролю).- ISBN: 978-5-9916-2762-7, 978-5-9692-1458-37.1.3

### 3. Руководство к решению задач по физике.

[Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров/ Трофимова Т.И.— Электрон. текстовые данные. — 3-е изд., испр. и доп. —М.: Издательство «Юрайт», 2015.— 256 с.— (Бакалавриат. Базовый курс). – Гриф: рек. МО и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям.- Режим доступа: <http://www.biblio-line.ru>. «ЭБС Юрайт» (по паролю).-ISBN: 978-5-9916-3430-4

### 4. Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач.

Часть III. Оптика. Основы атомной физики и квантовой механики. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 336 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53685](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53685) — Загл. с экрана— ЭБС «Лань» (доступ по паролю).

Гриф: Допущено НМС по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям.

### 5. Трофимова Т. И. Курс физики [Текст]: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 6-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2000. - 542 с. – Гриф: рек. МО РФ в качестве учебного пособия для инженерно-технических специальностей вузов.- ISBN 5-06-0036340

6. Трофимова Т. И. Курс физики. Задачи и решения [Текст]: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, А.В. Фирсов. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2009. - 592 с. – Гриф: доп. Министерством образования и науки РФ в качестве учеб. пособия студентов вузов, обучающихся по тех. направл. подготовки и спец.- ISBN 5-06-0036340
7. Акинъшин В.С. Оптика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Акинъшин, Н.Л. Истомина, Н.В. Каленова [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 233 с. —  
Гриф: доп. НМС по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям.  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=56605](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56605) — ЭБС «Лань» (по паролю).- ISBN: 978-5-8114-1671-4
8. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 292 с. — Гриф: доп. НМС по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям, ЕН напр. подготовки и специальностям. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=32823](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32823) — ЭБС «Лань» (по паролю).
9. Фирганг Е.В.  
Руководство к решению задач по курсу общей физики [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан.— 4-е изд., испр.— СПб. : Лань, 2009. — 349 с. — Гриф: доп. НМС по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по техническим и технологическим направлениям и специальностям.-Режим доступа (по паролю):  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=405](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=405) - ЭБС «Лань». - ISBN: 978-5-8114-0765-1.
10. Калашников Н.П. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Колебания и волны. Оптика [Электронный ресурс]: учебное пособие/Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников, Т.В. Котырло [и др.]. — Электрон. дан 1-е изд. —СПб.: Лань, 2013. — 208 с. — Гриф: доп. НМС по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия по физике для студентов, обучающихся по техническим направлениям и специальностям.- Режим доступа (по паролю):  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=38839](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38839) — ЭБС «Лань». - ISBN: 978-5-8114-1555-7. .

11. Калашников Н.П. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников, Т.В. Котырло [и др.]. - Электрон. дан. - 1-е изд. - СПб. : Лань, 2014. - 238с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=49468](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49468) - ЭБС «Лань» (по паролю). - ISBN: 978-5-8114-1651-6

## 8.2 Методическое обеспечение

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методическими материалами. В библиотечном фонде, ЭБС представлены необходимые учебные пособия согласно нормативам книгообеспеченности ОП.

### 8.1.1. Методические руководства для проведения лабораторных работ по курсу физики

Массив текстовых документов хранится на кафедре физики

### 8.1.2. Методические руководства и пособия для самостоятельной работы студентов

Массив текстовых документов хранится на кафедре физики

### 8.1.3. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса	Электронный адрес ресурса
Официальный сайт НТИ НИЯУ МИФИ	<a href="http://nsti.ru">http://nsti.ru</a>
Образовательная платформа Юрайт	<a href="https://urait.ru/bcode/468952">https://urait.ru/bcode/468952</a>
Сайт Российской национальной библиотеки	<a href="http://www.nlr.ru/">http://www.nlr.ru/</a>
Образовательный портал НИЯУ МИФИ	<a href="https://online.mephi.ru/">https://online.mephi.ru/</a>
Научная библиотека НИЯУ МИФИ	<a href="http://library.mephi.ru/">http://library.mephi.ru/</a>
Научная библиотека e-library	<a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
ЭБС «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
ЭБС «IPRbooks»	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>

## 9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

### 9.1 Обеспечение лекционных и практических занятий:

- обычные аудитории;
- аудитории, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук,);
- интерактивная доска;
- комплект электронных презентаций/слайдов;
- выход в сеть “Интернет”.

### 9.2 Обеспечение лабораторных занятий:

- специализированные лаборатории кафедры физики,

- необходимые приборы, установки, инструменты для проведения физического практикума,
- методические пособия и руководства, которые выдаются студентам за 2 недели до выполнения работы.

В течение 1-го семестра изучения дисциплины студенты выполняют лабораторный практикум в лаборатории «Оптика и атомная физика» (ауд. 302 Главный корпус), оснащенной оборудованием, указанным в таблице 12.

В течение 2-го семестра изучения дисциплины студенты выполняют физический практикум в компьютерных классах (ауд. 102, 108 Главный корпус), оснащенной оборудованием, указанным в таблице 13.

Таблица 13 Сведения о лабораторной базе кафедры физики

№ п.п.	Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом	Наименование специализированных лабораторий с перечнем основного оборудования и проводимых лабораторных работ
1	2	3
1	Физика. Избранные главы.	<p><b>Лаборатория оптики и атомной физики</b></p> <p><i>Оборудование:</i> микроскопы, поляриметры, монохроматоры, оптические установки по геометрической оптике, дифракции; лабораторные комплексы НТЦ Владис «Когерентная оптика» - 4 шт. , в состав которых входят лазеры и набор функциональных оптических модулей; комплексы НТЦ Владис «Спектры. Фотоэффект» - 2 стенда, установка для опытов Франка и Герца -2шт.</p> <p><i>Лабораторные работы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Лабораторный комплекс ЛКО-1. Описание и настройка установки.</li> <li>- Лабораторный комплекс ЛКО-3. Описание и настройка установки.</li> <li>- Лабораторный комплекс ЛКО-1. Геометрическая оптика.</li> <li>- Лаб. комплекс ЛКО-1. Интерференция.</li> <li>- Лаб. комплекс ЛКО-1. Дифракция.</li> <li>- Лаб. комплекс ЛКО-1. Поляризация.</li> <li>- Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона.</li> <li>- Определение постоянной Ридберга</li> <li>- Опыты Франка и Герца.</li> </ul>

### **9.3 Обеспечение самостоятельной работы студентов:**

По различным разделам дисциплины «Физика. Избранные главы.» имеются методические пособия для самостоятельной работы студента, хранящиеся на кафедре физики. В них приводятся наиболее важные величины, законы, формулы, указываются различные данные справочного характера, дается решение типовых задач, имеется большой набор задач для самостоятельного решения.

Для выполнения домашних заданий, контрольных и проверочных аудиторных работ каждому студенту своевременно выдается индивидуальный вариант задания.

### **9.4 Прочее**

Рабочие места преподавателей кафедры физики оснащены компьютерами с доступом в локальную сеть НТИ и сеть Интернет.

## **10. Учебно-методические рекомендации для студентов и преподавателей**

### ***Вводная часть***

В работу по освоению курса физики входит

- освоение лекционного материала (в аудитории и дистанционно),
- подготовка к выполнению и выполнение лабораторных работ, оформление отчётов и их защита,
- подготовка к практическим занятиям и участие в них,
- выполнение домашних заданий по самостоятельному решению задач,
- подготовка и выступление с презентацией.

### ***Методические указания к лекциям***

Преподавателям в начале каждой лекции рекомендуется очень кратко повторять материал предыдущей лекции. При этом следует останавливаться на сложных для понимания ключевых моментах. Основной упор на лекциях необходимо делать на понимание смысла представленного материала и на умение его использовать при подготовке к сдаче текущего задания, при подготовке презентации, а также и при выполнении самостоятельных работ.

Студентам для изучения лекционного материала следует использовать разные источники: рекомендованную учебную литературу, электронные образовательные ресурсы (ЭОР) и Интернет-ресурсы. Основа подготовки – конспект (допускается краткий), который должен включать основные закономерности, формулы, определения, графики.

На лекции даются только основы курса. Поэтому студенту следует оставлять в тетради поля для своих вопросов, замечаний и дополнений, взятых из учебника или других источников. Работать с ЭОР можно в дисплейном классе или на ПК дома через сеть Интернет.

Освоение теоретического курса осуществляется также и в ходе подготовки к лабораторным, практическим занятиям.

Перед текущей лекцией студентам рекомендуется кратко повторять пройденный материал. При этом следует сосредоточить свое внимание на сложных местах материала. При затруднительности с их пониманием студенты должны быть готовы задать на лекции вопросы преподавателю для прояснения этих сложных мест.

Основной упор на лекциях необходимо делать на понимание смысла представленного материала и на умение его использовать при подготовке к сдаче текущего задания, при подготовке презентации, а также и при выполнении самостоятельных работ.

Преподавателю на лекциях желательно периодически уделять внимание новостям науки и техники, имеющим отношение к изучаемым в данный момент разделам дисциплины.

### ***Методические указания к практическим занятиям***

В рамках дисциплины предусмотрено проведение практических занятий, на которых учащиеся должны, используя представленный на лекциях материал, закрепить знания по изучаемой дисциплине. Следует использовать различные формы проведения практических занятий: опрос учащихся по содержанию прочитанных лекций, решение задач, обсуждение интересных практических ситуаций и проблем, обсуждение и защита перед аудиторией презентаций.

Темы практических занятий объявляются преподавателями заранее, чтобы студенты имели возможность подготовиться к ним.

### ***Методические указания к выполнению домашних заданий.***

Для выполнения домашнего задания по решению задач необходимо использовать имеющиеся на кафедре учебные пособия, содержащие методику решения типовых задач и примеры решения. Защита задач производится на практических занятиях и в конце изучения каждого модуля (в конце семестра).

### ***Методические указания к выполнению лабораторных работ.***

При подготовке к выполнению и защите лабораторных работ используются источники для теоретической подготовки, перечисленные выше, а также методические указания к лабораторным работам, хранящиеся на кафедре.

Для выполнения лабораторной работы предварительно нужно

- прочитать методичку,
- определить цель выполнения работы,
- разобраться с ходом её выполнения,
- записать необходимые формулы для расчётов,
- зарисовать схему или составить чертёж установки
- подготовить таблицы.

Допуск студента к работе производится после того, как он ответит на вопросы преподавателя, касающиеся понимания студентом его действий по выполнению работы. После допуска студента преподавателем к работе выполняются измерения. После завершения работы студент показывает результаты измерения преподавателю.

***Методические указания к подготовке презентации.***

Темы презентаций (выходящие за рамки тем, рассматриваемых на лекциях) и вопросы, которые требуется осветить в них, выдаются студентам в начале семестра.

Презентация готовится по стандартным правилам в электронной форме и в середине семестра пересылается студентом преподавателю для проверки. После исправления полученных замечаний и внесения дополнений студент окончательно пересылает презентацию преподавателю.

В конце семестра каждый студент выступает со своей презентацией в аудитории и отвечает на вопросы своих товарищей.