

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института естествознания и  
стандартизации

И.Ю.Мезин

«16» *сентября* 20 *17* г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

ФИЗИКА

Специальность  
21.05.04 Горное дело

Специализация программы  
Обогащение полезных ископаемых, горные машины и оборудование, электрификация и автоматизация горного производства, взрывное дело

Уровень высшего образования – специалитет

Форма обучения  
Очная

Институт	<i>Естествознания и стандартизации</i>
Кафедра	<i>Физики</i>
Курс	<i>1, 2</i>
Семестр	<i>1, 2, 3</i>

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10.2016 № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики « 11 » сентября 20 14 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой [подпись] / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации « 16 » сентября 20 14 г., протокол № 6.

Председатель [подпись] / И.Ю. Мезин /

Согласовано:  
Зав. кафедрой геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых

[подпись] / И.А. Гришин /

Зав. кафедрой горных машин и транспортно-технологических комплексов

[подпись] / А.Д. Кольга /

Зав. кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых

[подпись] / С.Е. Гавришев /

Рабочая программа составлена:  
старшим преподавателем кафедры физики

Лисовская / М.А. Лисовская /

Рецензент: профессор кафедры ВТиП, д. т. н.

[подпись] / И.М. Ячиков /



## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – это получение студентами основополагающих представлений о фундаментальном строении материи и физических принципах, лежащих в основе современной естественнонаучной картины мира; формирование у студентов современного естественно - научного мировоззрения; развитие научного мышления и расширение научно-технического кругозора; овладение основными физическими категориями, понятиями и фундаментальными физическими законами; получение представлений о фундаментальных концепциях современного естествознания как результата исторического процесса; овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики, умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей профессиональной деятельности; формирование навыков проведения физического эксперимента, позволяющих им впоследствии овладеть комплексом компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело».

## 2. Место дисциплины в структуре ООП подготовки специалиста

Дисциплина относится к разделу дисциплин базовой части С.2 Б математического и естественнонаучного цикла С.2.

- дисциплина «Физика» базируется на естественнонаучных дисциплинах: математика, физика, химия в объёме средней школы.

- дисциплина «Физика» необходима как предшествующая для изучения следующих дисциплин: все дисциплины естественнонаучного и профессионального циклов.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций		
	Пороговый уровень	Средний уровень	Высокий уровень
<b>ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу</b>			
Знать	– основные законы физики в области механики, статистической	– основные законы физики в области механики, статистической	– основные законы физики в области механики, статистической

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций		
	Пороговый уровень	Средний уровень	Высокий уровень
	физики и термодинамики, электричества и магнетизма, волновой и квантовой оптики, атомной и ядерной физики и физики твердого тела и их связь с явлениями и процессами, происходящими в природе;	физики и термодинамики, электричества и магнетизма, волновой и квантовой оптики, атомной и ядерной физики и физики твердого тела, границы применимости этих законов и их связь с явлениями и процессами, происходящими в природе;	физики и термодинамики, электричества и магнетизма, волновой и квантовой оптики, атомной и ядерной физики и физики твердого тела, границы применимости этих законов и физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе;
Уметь	– применять физические законы и соответствующий физико-математический аппарат для решения простых типовых задач;	– применять законы физики и соответствующий физико-математический аппарат для решения типовых и более сложных физических задач;	– применять физические законы и физико-математический аппарат для решения не только типовых, но и более сложных нестандартных задач в рамках физики и смежных дисциплин;
Владеть	– опытом решения типовых физических задач;	– опытом решения типовых и более сложных физических задач;	– опытом решения физических задач повышенной сложности;
<b>ОПК-4 готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению</b>			
Знать	– простейшие методы анализа и моделирования	– методы анализа и моделирования физических	– методы анализа и моделирования сложных

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций		
	Пороговый уровень	Средний уровень	Высокий уровень
	элементарных физических процессов; – основные методы теоретического и экспериментального исследования, применяемые в области физики	процессов; – методы теоретического и экспериментального исследования, применяемые в области физики	физических процессов; – методы и подходы к теоретическому и экспериментальному исследованию, применяемые в физике и распространяющиеся на другие области знаний
Уметь	– использовать простейшие физические модели для описания реальных процессов, при помощи приборов измерять физические величины и производить обработку экспериментальных результатов	– использовать стандартные физические модели для описания реальных процессов, при помощи приборов измерять физические величины, производить обработку экспериментальных данных и анализировать полученные результаты	– использовать сложные физические модели для описания реальных процессов, выбирать методы исследования, с помощью приборов измерять физические величины, производить обработку экспериментальных данных, проводить анализ полученных результатов
Владеть	– навыками работы с простейшими физическими приборами и оборудованием; – методами проведения физических измерений и расчета физических	– навыками работы с физическими приборами и оборудованием; – методами проведения физических измерений, расчета физических величин и анализа	– навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования; – методами проведения физических измерений, расчета величин, анализа полученных данных и навыками



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) <sup>1</sup>				Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.		
<b>термодинамика</b>							
2.1. Статистическая физика	1	6	4/2	4/2	3	Семинар № 5,6,7,8; контрольная работа № 2; домашнее задание; защита лабораторных работ.	
2.2. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа	1	4	2	2	1		
2.3. Первое и второе начала термодинамики	1	6	4/2	4/2	2		
2.4. Явления переноса	1	4	4/2	2/2	2		
2.5. Тепловые машины. Прямой и обратный цикл Карно, цикл Отто, цикл Дизеля	1	4	4/2	4/2	2		
2.6. Свойства твёрдых и жидких тел, поверхностное натяжение	1	4	2/2	4/2	1		
<b>Итого по разделу</b>	<b>1</b>	<b>54</b>	<b>36/ 14</b>	<b>36/ 14</b>	<b>18</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>3. Электричество и магнетизм</b>							ОК-1 – зув, ОПК-4– зув
3.1. Электростатическое поле в вакууме и в веществе	2	6	6/4	4/2	10	Семинар № 9,10,11,12; контрольная работа № 3; домашнее задание; защита лабораторной работы.	
3.2. Постоянный электрический ток	2	4	4/1	2	10		
3.3. Магнитостатическое поле в вакууме и в веществе	2	6	4/2	2/1	10		
3.4. Электромагнитная индукция	2	2	4/1	2	10		
3.5. Электромагнитные колебания и волны	2	2	4/1	1	10		

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) <sup>1</sup>				Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.		
<b>4. Оптика</b>							
4.1. Геометрическая оптика-частный случай волновой оптики. Фотометрия.	2	2	2/2	1	10	Семинар № 13,14,15; контрольная работа № 4; домашнее задание; защита лабораторной работы.	
4.2. Интерференция световых волн	2	4	4/1	2/1	10		
4.3. Дифракция световых волн	2	4	4/1	2/1	10		
4.4. Поляризация световых волн	2	4	4/1	2/1	10		
<b>Итого по разделу</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>36/14</b>	<b>18/6</b>	<b>90</b>	<b>Зачет</b>	
<b>5. Квантовая физика</b>							ОК-1 – зув, ОПК-4– зув
5.1. Квантовая оптика	3	4	6/2	2	2	Семинар № 16,17,18; контрольная работа № 5; домашнее задание; защита лабораторной работы.	
5.2. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц	3	4	4/1	2/1	2		
5.3. Уравнение Шредингера	3	4	2/1	2/1	2		
<b>6. Атомная и ядерная физика</b>							
6.1. Элементы физики атома	3	6	6/2	3/1	3	Семинар № 19; контрольная работа № 6; домашнее задание; защита лабораторной работы.	
6.2. Элементы физики атомного ядра	3	6	6/2	3/1	3		

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) <sup>1</sup>				Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.		
<b>7. Физика твёрдого тела</b>							
7.1. Физические свойства твёрдых тел	3	4	6/2	2	2	Семинар № 20; домашнее задание; защита лабораторной работы; написание реферата.	
7.2. Статистика Ферми-Дирака. Образование энергетических зон в кристалле	3	4	2/2	2/1	2		
7.3. Классическая и квантовая теория электропроводности	3	4	4/2	2/1	2		
<b>Итого по разделу</b>	<b>3</b>	<b>36</b>	<b>36/14</b>	<b>18/6</b>	<b>18</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>1, 2, 3</b>	<b>12, 6</b>	<b>108/4, 2</b>	<b>72/2, 6</b>	<b>126</b>	<b>Экзамен, зачет, экзамен</b>	

#### 4.2. Практические занятия по дисциплине «Физика»

1 семестр (36 часов)

№	Наименование практических занятий	Трудоемкость, час
1	Кинематика поступательного и вращательного движений	4
2	Динамика поступательного и вращательного движений	4
3	Законы сохранения в механике	2
4	Механические колебания и волны	4
5	Элементы релятивистской механики	2
6	Контрольная работа № 1 «Физические основы механики»	2
7	Статистическая физика	2
8	Молекулярно-кинетическая теория идеального газа	2

9	Первое и второе начала термодинамики	4
10	Явления переноса	2
11	Тепловые машины. Прямой и обратный цикл Карно, цикл Отто, цикл Дизеля.	4
12	Свойства твёрдых и жидких тел, поверхностное натяжение.	2
13	Контрольная работа № 2 «Статистическая физика и термодинамика»	2
	Итого	36

### 2 семестр (18 часов)

№	Наименование практических занятий	Трудоемкость, час
1	Цепи постоянного тока	2
2	Расчет и магнитных полей	2
3	Расчет магнитных полей	2
4	Индукция. Самоиндукция	2
5	Контрольная работа № 3 «Электричество и магнетизм»	2
6	Интерференция света	2
7	Дифракция света	2
8	Поляризация света	2
9	Контрольная работа № 4 «Волновая оптика»	2
	Итого	18

### 3 семестр (18 часов)

№	Наименование практических занятий	Трудоемкость, час
1	Квантовая оптика	2
2	Основные положения квантовой механики	2
3	Электроны в атомах	2
4	Контрольная работа № 5 «Квантовая физика»	2
5	Атомные ядра, их свойства. Радиоактивность	2
6	Ядерные реакции	2
7	Контрольная работа № 6 «Атомная и ядерная физика»	2
8	Электрических свойств твердых тел	2
9	Термоэлектронная эмиссия и работа выхода электрона из металла	2
	Итого	18

#### 4.3. Лабораторные занятия по дисциплине «Физика»

##### 1 семестр (36 часов)

№	Наименование лабораторных занятий	Трудоемкость, час
1	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ. Теория ошибок.	3
2	Определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника (л.р. №1)	3
3	Семинар 1	2
4	Изучение основного закона динамики вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси (л.р. №4)	2
5	Семинар 2	2
6	Определение характеристик затухающих колебаний физического маятника (л.р.№5)	2
7	Семинар 3	2
8	Определение скорости звука в воздухе методом стоячей волны (л.р.№7)	2
9	Семинар 4	2
10	Изучение статистических закономерностей (л.р.№11)	2
11	Семинар 5	2
12	Определение коэффициента вязкости воздуха (л.р.№12)	2
13	Семинар 6	2
14	Определение показателя адиабаты $\gamma$ методом Клемана и Дезорма (л.р. №14)	2
15	Семинар 7	2
16	Проверка закона возрастания энтропии (л.р. 15)	2
17	Семинар 8	2
	Итого	36

##### 2 семестр (36 часов)

№	Наименование лабораторных занятий	Трудоемкость, час
1	Исследование электростатического поля с помощью одинарного зонда(л.р.№21)	4
2	Семинар 9	2
3	Шунтирование миллиамперметра (л.р. №24)	2
4	Семинар 10	2
5	Изучение резонанса напряжений и определение индуктивности	2

	катушки(л.р.№27)	
6	Семинар 11	2
7	Определение индуктивности катушки и магнитной проницаемости ферромагнитного тела (л.р. №28)	2
8	Семинар 12	4
9	Итоговое занятие	2
10	Определение радиуса кривизны линзы и полосы пропускания светофильтра с помощью колец Ньютона (л.р. 32)	2
11	Семинар № 13	2
12	Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки (л.р. №34)	2
13	Семинар № 14	2
14	Определение концентрации растворов сахара и постоянной вращения (л.р. 35)	4
15	Семинар 15	2
	Итого	36

### 3 семестр (36 часов)

№	Наименование лабораторных занятий	Трудоемкость, час
1	Изучение закономерностей фотоэффекта (л.р. №36)	2
2	Семинар № 16	2
3	Исследование возбуждения атомов газа(л.р. 41)	2
4	Семинар № 17	2
5	Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода (л.р. №42)	2
6	Семинар № 18	2
7	Итоговое занятие	2
8	Расчетно-графическая работа № 1. Изучение закономерностей $\alpha$ -распада	2
9	Расчетно-графическая работа № 2. Изучение закономерностей взаимодействия $\gamma$ -излучения с веществом	2
10	Определение максимальной энергии $\beta$ -частиц и идентификация радиоактивных препаратов (л.р. №53)	2
11	Семинар № 19	4
12	Итоговое занятие	2
13	Исследование термоэлектронной эмиссии и определение работы выхода электрона из металла (л.р.№43)	2
14	Изучение электрических свойств твердых тел (л.р.№44)	2
15	Семинар № 20	4
16	Итоговое занятие	2
	Итого	36

## 5. Образовательные и информационные технологии

В процессе изучения дисциплины «Физика» используются традиционная и модульно - компетентностная образовательные технологии.

Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме вводных лекций, обзорных лекции - для систематизации и закрепления знаний, проблемных лекций.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных и практических занятиях.

В рамках интерактивного обучения применяются работа в команде, индивидуальное обучение, контролируемая самостоятельная работа студентов.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к семинарским занятиям, контрольным работам, экзамену, зачету.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
1. Физические основы механики	изучение учебной литературы и конспектов лекций; выполнение лабораторных работ; подготовка к контрольной работе; подготовка к семинарам; решение домашних задач; подготовка к экзамену	7	практические занятия; проверка лабораторных работ; проверка контрольных работ; проверка домашних задач; аудиторная контрольная работа № 1; отчет по лабораторным работам; семинар № 1, 2, 3, 4
2. Статистическая физика и термодинамика	изучение учебной литературы и конспектов лекций;	11	практические занятия; проверка лабораторных работ;

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
	выполнение лабораторных работ; подготовка к контрольной работе; подготовка к семинарам; решение домашних задач; подготовка к экзамену		проверка контрольных работ; проверка домашних задач; аудиторная контрольная работа № 2; отчет по лабораторным работам; семинар № 5, 6, 7, 8
3. Электричество и магнетизм	изучение учебной литературы и конспектов лекций; выполнение лабораторных работ; подготовка к контрольной работе; подготовка к семинарам; решение домашних задач; подготовка к зачету	50	практические занятия; проверка лабораторных работ; проверка контрольных работ; проверка домашних задач; аудиторная контрольная работа № 3; отчет по лабораторным работам; семинар № 9, 10, 11
4. Оптика	изучение учебной литературы и конспектов лекций; выполнение лабораторных работ; подготовка к контрольной работе; подготовка к семинарам; решение домашних задач; подготовка к зачету	40	практические занятия; проверка лабораторных работ; проверка контрольных работ; проверка домашних задач; аудиторная контрольная работа № 4; отчет по лабораторным работам; семинар №12, 13, 14, 15
5. Квантовая физика	изучение учебной литературы и конспектов лекций; выполнение лабораторных работ; подготовка к контрольной работе; подготовка к семинарам; решение	6	практические занятия; проверка лабораторных работ; проверка контрольных работ; проверка домашних задач; аудиторная контрольная работа № 5; отчет по

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
	домашних задач; подготовка к экзамену		лабораторным работам; семинар № 16, 17, 18
6. Атомная и ядерная физика	изучение учебной литературы и конспектов лекций; выполнение лабораторных работ; подготовка к контрольной работе; подготовка к семинарам; решение домашних задач; подготовка к экзамену	6	практические занятия; проверка лабораторных работ; проверка контрольных работ; проверка домашних задач; аудиторная контрольная работа № 6; отчет по лабораторным работам; семинар № 19
7. Физика твёрдого тела	изучение учебной литературы и конспектов лекций; выполнение лабораторных работ; подготовка к семинарам; решение домашних задач; подготовка к экзамену	6	практические занятия; проверка лабораторных работ; проверка контрольных работ; проверка домашних задач; отчет по лабораторным работам; семинар № 20
<b>Итого по дисциплине</b>			<b>Промежуточный контроль (экзамен, зачет, экзамен)</b>

6.2. *Оценочные средства для текущего контроля успеваемости по итогам освоения дисциплины «Физика»*

6.2.1. *Аудиторные контрольные работы по дисциплине «Физика»*

Контрольная работа № 1 «Физические основы механики»

Контрольная работа № 2 «Статистическая физика и термодинамика»

Контрольная работа № 3 «Электричество и магнетизм»

Контрольная работа № 4 «Волновая оптика»

Контрольная работа № 5 «Квантовая физика»

Контрольная работа № 6 «Атомная и ядерная физика»

6.2.2. *Вопросы для проведения семинара*

*Семинар 1. Применение законов сохранения для определения скорости полета пули*

1. Импульс материальной точки. Импульс системы. Закон сохранения импульса. Центр масс системы материальных точек.
2. Момент импульса частицы. Момент импульса системы. Закон сохранения момента импульса системы материальных точек.
3. Работа силы. Мощность
4. Консервативные (потенциальные) силы. Потенциальная энергия системы материальных точек. Связь силы и потенциальной энергии.
5. Кинетическая энергия системы материальных точек
6. Закон сохранения механической энергии системы материальных точек
7. Упругие и неупругие соударения.

*Семинар 2. Динамики вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси*

1. Аналогия характеристик и уравнений поступательного и вращательного движения.
2. Основное уравнение динамики поступательного движения (два вида).
3. Основное уравнение динамики вращательного движения (два вида).
4. Момент силы и момент импульса.
5. Момент инерции твердого тела.
6. Теорема Штейнера.
7. Применение теоремы Штейнера и свойства аддитивности момента инерции в простых случаях.

*Семинар 3. Механические колебания*

1. Физический и математический маятники.
2. Гармонические, свободные, вынужденные и затухающие колебания.
3. Дифференциальные уравнения гармонических, свободных, вынужденных и затухающих колебаний.
4. Графики гармонических, свободных, вынужденных и затухающих колебаний.
5. Явление резонанса и его физическая природа.

*Семинар 4. Волны*

1. Волна. Виды волн. Механизм образования механических волн.
2. Звуковая волна. Механизм образования звука в газах.
3. Волновое уравнение.
4. Стоячая волна. Механизм образования. Уравнение стоячей волны.
5. Колебания натянутой струны.

*Семинар 5. Элементы статистической физики*

1. Два метода описания макроскопических систем.
2. Параметры состояния.

3. Равновесный процесс.
4. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
5. Уравнение кинетической теории газов.
6. Энергия молекул газа.
7. Распределение Максвелла.
8. Анализ распределения Максвелла.
9. Характерные скорости молекул идеального газа.

#### *Семинар 6. Явления переноса в газах*

1. Длина свободного пробега, «эффективный диаметр» молекулы.
2. Явления переноса: теплопроводность, диффузия, вязкость.
3. Коэффициенты теплопроводности, диффузии, вязкости.
4. Физический смысл коэффициентов. От чего зависят коэффициенты.
5. Примеры из природы и техники.

#### *Семинар 7. Первое начало термодинамики*

1. Давление и температура с точки зрения МКТ. Уравнение состояния идеального газа.
2. Первое начало термодинамики.
3. Распределение энергии по степеням свободы.
4. Внутренняя энергия как функция состояния системы.
5. Работа как функция процесса.
6. Изотермический, изохорический и изобарический процессы.
7. Теплоемкость. Отношение теплоемкостей. Показатель адиабаты.
8. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.

#### *Семинар 8. Второе начало термодинамики*

1. Обратимые и необратимые процессы.
2. Второй закон термодинамики.
3. Приведенное количество теплоты. Энтропия тела. Свойства энтропии изолированной системы.
4. Изменение энтропии в изопроцессах с идеальным газом.
5. Термодинамическая вероятность состояния системы. Статистический смысл второго начала термодинамики.

#### *Семинар 9. Исследование электростатического поля с помощью одинарного зонда*

1. Электростатическое поле. Электрический заряд. Закон Кулона.
2. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции.
3. Поток вектора  $E$ . Теорема Гаусса.
4. Потенциальность электростатического поля. Теорема о циркуляции.
5. Связь между напряженностью и потенциалом.
6. Геометрическое описание поля. Силовые линии. Эквипотенциальные поверхности.

*Семинар 10. Постоянный электрический ток.*

1. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности.
2. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводника. Соединение сопротивлений.
3. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Сторонние силы. ЭДС.
4. Правила Кирхгофа.
5. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.

*Семинар 11. Изучение резонанса напряжений и определение индуктивности катушки*

1. Резонансный контур.
2. Вынужденные колебания в контуре.
3. Сдвиг фаз между внешней ЭДС и током в контуре.
4. Полное сопротивление в цепи переменного тока.
5. Резонанс напряжений.
6. Амплитуда силы тока при резонансе напряжений.
7. Векторная диаграмма.

*Семинар 12. Магнитное поле. Электромагнитная индукция*

1. Источники магнитного поля. Магнитное поле движущегося заряда и проводника с током. Закон Био-Савара.
2. Поток и циркуляция вектора индукции магнитного поля. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции.
3. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле.
4. Сила Ампера.
5. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.
6. Вихревое электрическое поле.
7. Явление самоиндукции. Индуктивность. Соленоид.
8. Энергия контура с током и магнитного поля.

*Семинар 13. Интерференция света*

1. Электромагнитные волны.
2. Когерентность и монохроматичность световых волн.
3. Интерференция света от двух источников.
4. Интерференция света от плоскопараллельной пластинки.
5. Интерференция света от пластинки переменной толщины. Кольца Ньютона.
6. Применение интерференции света.

*Семинар 14. Дифракция света*

1. Явление дифракции. Особенность дифракции световых волн. Дифракция Френеля и Фраунгофера.
2. Принцип Гюйгенса-Френеля. Упрощение вычислений с помощью векторной диаграммы.
3. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля.

4. Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели. Условия максимума и минимума. Зависимость интенсивности света от угла дифракции.

5. Дифракционная решетка. Основные характеристики дифракционной решетки. Условия главных максимумов и минимумов и добавочных минимумов.

#### *Семинар 15. Поляризация света*

1. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет.

2. Поляризация света при отражении и преломлении. Закон Брюстера.

3. Поляризация при двойном лучепреломлении. Свойства обыкновенного и необыкновенного лучей.

4. Поляризационные призмы. Призма Николя.

5. Закон Малюса. Анализ поляризованного света.

6. Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации света.

#### *Семинар 16. Квантовая природа света. Корпускулярно-волновой дуализм*

1. Тепловое излучение абсолютно черного тела. Закон Стефана - Больцмана. Закон смещения Вина.

2. Корпускулярно-волновой дуализм света. Энергия и импульс фотона. Давление света.

3. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Формула Эйнштейна.

4. Эффект Комптона. Формула Комптона.

5. Волновые свойства частиц. Длина волны де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга.

#### *Семинар 17, 18. Элементы квантовой механики*

1. Планетарная модель атома. Постулаты Бора.

2. Излучение атома водорода и водородоподобных систем. Спектральные серии. Формула Бальмера.

3. Спектры многоэлектронных атомов. Закон Мозли.

4. Квантовые числа, характеризующие положение электрона в атоме. Квантование энергии. Квантование момента импульса. Спин электрона.

5. Схема энергетических уровней атома водорода. Правила отбора при атомных переходах.

#### *Семинар 19. Физика атома и ядра*

1. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Радиоактивные ряды.

2. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы. Капельная и оболочечная модели ядер. Радиус ядра.

3. Масса и энергия связи ядра. Удельная энергия связи.

4. Ядерные реакции. Энергия ядерной реакции.

5. Уравнение и энергетическое условие  $\alpha$ -распада. Связь энергии  $\alpha$ -частицы с периодом полураспада. Туннельный эффект при  $\alpha$ -распаде. Спектр  $\alpha$ -частиц.
6. Характер спектра  $\gamma$ -излучения. Процессы взаимодействия  $\gamma$ -квантов с веществом. Зависимость интенсивности  $\gamma$ -излучения от толщины слоя вещества. Сравнение проникающей способности различных видов излучения.
7. Три вида  $\beta$ -распада. Энергетический спектр  $\beta$ -частиц. Гипотеза нейтрино. Законы сохранения при  $\beta$ -распаде. Лептоны. Лептонный заряд.

#### *Семинар 20. Физика твердого тела*

1. Квантовые статистики. Отличие от классической статистики.
2. Основные положения статистики Максвелла-Больцмана.
3. Функция распределения. Параметр вырождения. Температура вырождения.
4. Уровень Ферми.
5. Работа выхода. Потенциал выхода.
6. Описание состояния электрона в уединенном атоме.
7. Энергетические зоны.
8. Механизм прохождения тока в металлах, полупроводника.
9. Зависимость электропроводности металлов (полупроводников) от температуры.

### ***6. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации***

#### *Вопросы к экзамену (1 семестр)*

1. Механическое движение. Предмет кинематики. Система отсчета. Материальная точка. Траектория. Радиус кривизны траектории. Путь и перемещение. Скалярные и векторные величины. Скорость и ускорение как производные радиус-вектора по времени. Нормальное и тангенциальное ускорения.
2. Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение твердого тела. Угол поворота. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными характеристиками движения.
3. Первый закон Ньютона – закон инерции. Инерциальные системы отсчета. Поле как материальная причина силового взаимодействия. Сила и масса. Импульс тела. Второй и третий законы Ньютона.
4. Понятие состояния в классической механике. Внешние и внутренние силы. Замкнутые механические системы. Закон сохранения импульса и его связь с однородностью пространства.
5. Энергия как универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. Механическая энергия и работа. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Потенциальное поле сил. Консервативные силы и потенциальные поля. Связь между силой и потенциальной энергией. Потенциальная энергия упругих деформаций и поля тяготения. Закон

сохранения полной механической энергии. Соударение тел.

6. Понятие абсолютно твердого тела. Момент силы. Момент импульса при вращении вокруг неподвижной оси. Момент инерции материальной точки и твердого тела. Моменты инерции некоторых тел. Основное уравнение динамики вращательного движения. Физический смысл момента инерции. Работа внешних сил при вращении.

7. Преобразования Галилея. Принцип относительности. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца и следствия из них. Основной закон релятивистской динамики материальной точки. Взаимосвязь массы и энергии. Время в естествознании. Границы применимости классической механики.

8. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ). Состояние системы. Параметры состояния. Равновесные состояния и процессы. Их графическое изображение. Кинетическая теория газов. Опытные законы идеальных газов. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Основное уравнение МКТ идеальных газов. Число степеней свободы молекул.

9. Закон Больцмана о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул. Молекулярно-кинетическое толкование температуры. Связь давления, концентрации и температуры. Внутренняя энергия идеального газа.

10. Статистический метод исследования. Скорости молекул. Понятие о функции распределения. Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям. Наиболее вероятная, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорости молекул. Распределение Больцмана.

11. Механическая работа и теплота. Работа, совершаемая газом при изменении его объема. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатический процесс. Теплоемкость идеального газа. Макро- и микросостояния.

12. Термодинамическая вероятность. Понятие об энтропии. Термодинамические функции состояния. Второе начало термодинамики. Третье начало термодинамики. Структура тепловых двигателей и второе начало термодинамики. Коэффициент полезного действия идеального теплового двигателя. Цикл Карно и его КПД.

13. Гармонические колебания. Характеристики гармонических колебаний: амплитуда, фаза, частота, начальная фаза. Скорость и ускорение точки при гармоническом механическом колебании. Упругие и квазиупругие силы. Колебания под действием этих сил.

14. Пружинный маятник. Физический и математический маятники. Дифференциальное уравнение свободных незатухающих колебаний. Графическое изображение колебаний. Энергия гармонических колебаний.

15. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение. Частота затухающих колебаний. Логарифмический декремент. Добротность. Вынужденные колебания. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Явление резонанса.

16. Сложение гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одной частоты и одного направления. Биения. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний.

*Критерии оценки:*

- оценка «отлично» выставляется, если обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой;
- оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, т.е. обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые комиссией вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

*Вопросы к зачету (2 семестр)*

1. Электрические заряды. Дискретность электрических зарядов. Закон сохранения зарядов в замкнутой системе. Точечные заряды. Сила

взаимодействия точечных зарядов в вакууме и веществе. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Графическое изображение электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей.

2. Работа сил электростатического поля. Потенциал электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Потенциальный характер электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Поток вектора электрического смещения.

3. Теорема Остроградского-Гаусса для вектора электрического смещения. Применение теоремы для расчета полей.

4. Постоянный электрический ток, его характеристики и условия существования. Сторонние силы. Плотность тока. Закон Ома в дифференциальной форме как следствие электронной теории электропроводности металлов. Удельная проводимость и удельное сопротивление. Сопротивление проводников, его зависимость от температуры. Электродвижущая сила и напряжение. Взаимосвязь напряжения, электродвижущей силы и разности потенциалов.

5. Закон Ома в интегральной форме для однородного и неоднородного участков. Разветвленные цепи и правила Кирхгофа. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

6. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Магнитная проницаемость вещества. Вектор напряженности магнитного поля. Магнитный момент. Закон Био-Савара-Лапласа. Применение этого закона к расчету магнитного поля отрезка прямого провода, кругового тока и длинного прямолинейного проводника с током. Принцип суперпозиции магнитных полей.

7. Вихревой характер магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции (закон полного тока).

8. Сила Ампера. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.

9. Магнитный поток. Теорема Остроградского-Гаусса для магнитного поля. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

10. Магнитные моменты электронов и атомов. Намагниченность. Магнитная восприимчивость, ее связь с магнитной проницаемостью. Типы магнетиков. Природа диа- и парамагнетизма.

11. Ферромагнетизм. Магнитный гистерезис. Домены. Точка Кюри. Применение ферромагнетиков.

12. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Его вывод из закона сохранения энергии. Правило Ленца. Вращение проводящей рамки в магнитном поле.

13. Явление самоиндукции. Индуктивность. Токи и напряжения при замыкании и размыкании цепи. Явление взаимной индукции. Принцип действия трансформаторов.

14. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии.

15. Вихревое электрическое поле. Ток проводимости и ток смещения. Обобщение теоремы о циркуляции вектора напряженности магнитного поля.

16. Система уравнений Максвелла в интегральной форме. Электромагнитное поле.
17. Понятие волны. Кинематика волновых процессов. Волны продольные и поперечные. Гармонические волны. Длина волны, волновое число. Волновой фронт, волновая поверхность. Плоские и сферические волны. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Волновое уравнение.
18. Перенос энергии волной. Поток волновой энергии. Вектор Умова. Физические следствия из уравнений Максвелла.
19. Электромагнитные волны. Возбуждение электромагнитных волн. Дифференциальное уравнение для электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн. Перенос энергии электромагнитной волной. Вектор Умова-Пойнтинга. Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн.
20. Монохроматические и когерентные волны. Явление интерференции волн. Оптическая длина пути и разность хода. Связь разности фаз и разности хода. Условия возникновения интерференционных максимумов и минимумов.
21. Способы получения когерентных волн. Расчет интерференционной картины от двух источников.
22. Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины.
23. Кольца Ньютона. Просветление оптики.
24. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии в экране.
25. Дифракция Фраунгофера на одной щели и на дифракционной решетке. Дифракция рентгеновских лучей.
26. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Частично поляризованный свет. Степень поляризации.
27. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление в одноосных кристаллах. Обыкновенный и необыкновенный лучи и их свойства. Поляризаторы. Искусственная оптическая анизотропия. Вращение плоскости поляризации.

*Критерии оценки:*

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок; подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне;
- оценка «не зачтено» выставляется, если результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на пороговом уровне сформированности компетенций, т.е. обучающийся не показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; не способен аргументированно и последовательно излагать, допускает грубые ошибки в ответах; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

### Вопросы к экзамену (3 семестр)

1. Виды электромагнитного излучения. Равновесное тепловое излучение. Энергетическая светимость и спектральная плотность энергетической светимости. Поглощательная способность. Абсолютно черное тело.
2. Закон Стефана-Больцмана. Законы Вина. Формула Релея-Джинса. Квантовая гипотеза Планка. Формула Планка.
3. Фотоэлектрический эффект. Опытные законы внешнего фотоэффекта. Квантовая теория фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
4. Фотоны. Импульс и энергия фотона.
5. Эффект Комптона и его теория.
6. Давление света. опыты Лебедева. Корпускулярно-волновой дуализм излучения.
7. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Длина волны де Бройля. Экспериментальное обнаружение волновых свойств электронов.
8. Соотношение неопределенностей. Задание состояния микрочастиц. Волновая функция и ее статистический смысл. Условие нормировки.
9. Общее уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Свободная частица. Частица в одномерной потенциальной яме.
10. Прохождение частицы через потенциальный барьер и туннельный эффект. Принцип причинности в квантовой механике. Вероятность как объективная характеристика природных систем.
11. опыты Резерфорда. Ядерная модель атома. Ионизация и возбуждение атомов и молекул. Линейчатый спектр атомов водорода. Формула Бальмера. Постулаты Бора. Объяснение спектра атома водорода по теории Бора. опыты Франка и Герца.
12. Уравнение Шредингера для атома водорода. Энергетический спектр атомов и молекул.
13. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада.
14. Состав и характеристики атомного ядра. Капельная модель. Размер ядра.
15. Масса и энергия связи атомного ядра. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Оболочечная модель ядра.
16. Ядерные реакции. Энергия реакции. Реакции деления и синтеза ядер.
17. Радиоактивные ряды. Основные закономерности  $\alpha$ -излучения ядер. Длина свободного пробега  $\alpha$ -частиц.
18. Три вида  $\beta$ -распада. Энергетический спектр  $\beta$ -частиц. Нейтрино. Особенности  $\gamma$ -излучения ядер. Прохождение  $\gamma$ -квантов через вещество.

### *Критерии оценки:*

- оценка «отлично» выставляется, если обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой;
- оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, т.е. обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые комиссией вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Физика»**

### *а) Основная литература:*

- 1.Ивлиев А.Д. Физика: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 672 с.

2. Рогачев Н.М. Курс физики: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 448 с.
3. Валишев М.Г., Повзнер А.А. Курс общей физики: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 576 с. [Электронный ресурс] <http://e.lanbook.com/> – ISBN 978-5-8114-0820-7.
4. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.1. Механика. Молекулярная физика. – СПб.: Издательство «Лань», 2007. – 432 с.
5. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – СПб.: Издательство «Лань», 2007. – 496 с.
6. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Издательство «Лань», 2007. – 320 с.

*б) Дополнительная литература:*

1. Иродов И.Е. Механика. Основные законы: – М.: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 309 с. [Электронный ресурс] <http://znanium.com/> – ISBN 978-5-9963-0063-1.
2. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 207 с. [Электронный ресурс] <http://znanium.com/> – ISBN 978-5-9963-0004-4.
3. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: – М.: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 319 с. [Электронный ресурс] <http://znanium.com/> – ISBN 978-5-9963-0281-9.
4. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 263 с. [Электронный ресурс] <http://znanium.com/> – ISBN 978-5-9963-0250-5.
5. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 256 с. [Электронный ресурс] <http://znanium.com/> – ISBN 978-5-9963-0282-6.
6. Трофимова Т.И. Курс общей физики: Учебное пособие для ВУЗов. – М. Высшая школа. 2004. – 542 с.
7. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 352 с. [Электронный ресурс] <http://e.lanbook.com/> – ISBN 978-5-8114-0765-1.
8. Решение задач по курсу общей физики: Учебное пособие. / Под ред. Н.М. Рогачева. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 304 с.

*в) Методические указания:*

1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: Лабораторный практикум по физике / под ред. Ю.П. Кочкина. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 103 с.

2. Электромагнетизм. Оптика: Лабораторный практикум по дисциплине «Физика» для студентов всех специальностей. Аркулис М.Б. и др. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. 102 с.
3. Физика атома, твердого тела, ядра: Инструкция по выполнению лабораторных работ по физике для студентов всех специальностей. Белов В.К. и др. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. 48 с.

*г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:*

1. Программное обеспечение Microsoft Office;
2. Интернет-тестирование в сфере образования <http://www.i-exam.ru> .
3. Электронная библиотека <http://e.lanbook.com/>.
4. Электронная библиотека <http://znanium.com/>.

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Лаборатория «Механики, молекулярной физики и термодинамики»	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Баллистические маятники.</li> <li>2. Маятник Обербека.</li> <li>3. Физический маятник.</li> <li>4. Доска Гальтона.</li> <li>5. Лабораторная установка для исследования распределения термоэлектронов по модулю их скорости.</li> <li>6. Лабораторная установка для определения показателей адиабаты <math>\gamma</math> методом Клемана и Дезорма.</li> <li>7. Лабораторная установка для проверки закона возрастания энтропии в процессе диффузии газов на модели перемешивания шаров.</li> <li>8. Лабораторная установка для проверки законов возрастания энтропии в процессе теплообмена.</li> <li>9. Установка лабораторная для изучения зависимости скорости звука от температуры "МФ-СЗ-М"</li> <li>10. Установка лабораторная для исследования теплоемкости твердого тела "МФ-ТЕТ-М".</li> <li>11. Установка лабораторная для определения универсальной газовой постоянной "МФ-ОГП-</li> </ol>

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
	<p>М".</p> <p>12. Стенд лабораторный газовые процессы.</p> <p>13. Мерительный инструмент.</p>
<p>Лаборатория «Электричества и оптики»</p>	<p>1. Лабораторная установка для исследования электростатического поля с помощью одинарного зонда.</p> <p>2. Установка для шунтирования миллиамперметра.</p> <p>3. Установка лабораторная для определения индуктивности соленоида и магнитной проницаемости.</p> <p>4. Установка лабораторная для изучения резонанса напряжений и определения индуктивности</p> <p>5. Лабораторная установка для изучения длины световой волны и характеристик дифракционной решетки.</p> <p>6. Лабораторная установка для определения радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.</p> <p>7. Лабораторная установка для определения концентрации растворов сахара и постоянной вращения.</p> <p>8. Мерительный инструмент.</p>
<p>Лаборатория «Атома, твердого тела, ядра»</p>	<p>1. Лабораторная установка для изучения внешнего фотоэффекта.</p> <p>2. Установка для изучения спектра атома водорода и определения постоянной Ридберга.</p> <p>3. Установка лабораторная для определения потенциала возбуждения газа.</p> <p>4. Установка для определения длины пробега частиц в воздухе.</p> <p>5. Мерительный инструмент.</p>
<p>Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки</p>	<p>Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета</p>