



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института/

И.Ю.Мезин

«19» 10 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИКА**

Направление подготовки  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль программы  
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
Заочная

Институт

*Естествознания и стандартизации*

Кафедра  
Курс

*Физики*  
*1*

Магнитогорск  
2018 г.

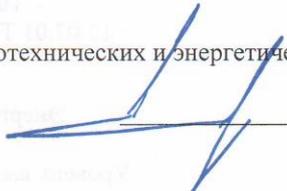
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом МОиН РФ № 1081 от 01.10.2015

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики « 25 » 10 2018 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  / Ю. И. Савченко/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Естествознания и стандартизации « 29 » 10 2018 г., протокол № 2.

Председатель  / И.Ю.Мезин /

Согласовано: Зав. кафедрой Теплотехнических и энергетических систем  / Е.Б. Агапитов /

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры физики, к.ф-м.н  / В.К.Белов /

Рецензент: профессор, д.т.н., профессор  / И.М. Ячиков/



## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Физика» являются: овладение базовыми знаниями основных физических законов и методов классической и современной физики для успешного формирования и развития общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций по видам профессиональной деятельности в области металлургии, охватывающей процессы получения металлических изделий требуемого качества, а также процессы обработки, при которых изменяется структура металлов (сплавов) для достижения определенных свойств в соответствии с требованиями ФГОС ВО и направленностью (профилем) ОП

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Физика» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин «Физика», «Математика», «Информатика» на базе среднего (полного) общего образования.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для освоения всех естественнонаучных и большинства профессиональных дисциплин базовой и вариативной частей образовательной программы: «Теплофизика», «Механика материалов и основы конструирования», «Металлургическая теплотехника», «Основы металлургического производства», «Планирование эксперимента», «Методы исследований материалов и процессов», «Электротехника и электроника», «Электрометаллургия стали и сплавов», «Научно-исследовательская работа», «Литейное производство», «Производство ферросплавов», «Основы прокатного производства», «Гидро- и аэродинамика в металлургии», «Разливка и кристаллизация стали», «Выплавка стали в конвертерах», «Выплавка стали в электропечах», «Новые процессы металлургии».

## 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	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-2</b> способностью применять соответствующий физико-математический аппарат	
Знать	<ul style="list-style-type: none"><li>– основные законы физики;</li><li>– следствия из этих законов;</li><li>– физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе;</li><li>– физико-математический аппарат, применяющийся для описания законов физики;</li><li>– методы анализа и моделирования сложных физических процессов;</li><li>– методы и подходы к теоретическому и экспериментальному исследованию, применяемые в физике и распространяющиеся на другие области знаний</li></ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"><li>– распознавать эффективное решение от неэффективного;</li><li>– объяснять (выявлять и строить) типичные физические модели для описания реальных процессов,</li><li>– выбирать методы исследования, с помощью приборов;</li></ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– применять физические законы и физико-математический аппарат в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне;</li> <li>– приобретать знания в области физики, применимые для решения инженерных задач;</li> <li>– корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.</li> <li>– измерять физические величины.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками решения физических задач;</li> <li>– навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;</li> <li>– способами демонстрации умения анализировать теорию при решении инженерных задач;</li> <li>– методами проведения физических измерений, расчета величин, анализа полученных данных и навыками планирования исследовательского процесса;</li> <li>– навыками и методиками обобщения результатов экспериментальной деятельности;</li> <li>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</li> <li>– возможностью междисциплинарного применения физических знаний;</li> <li>– основными методами физических исследований в профессиональной области, практическими умениями и навыками их использования;</li> <li>– профессиональным языком в области физики;</li> <li>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 396 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 28,1 акад. часов:
  - аудиторная – 22 акад. часов;
  - внеаудиторная – 6,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 350,5 акад. часов;
- контроль - 17,4 акад. часов

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Механика								
1.1. Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения	1	1	2		33	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям; - Проработка лекций; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками; - Решение индивидуальной контрольной работы № 1	- лабораторная работа № 1 - - контрольная работа № 1	ОПК-2
1.2. Законы сохранения в механике	1	1	1	33				
1.3. Механические колебания и волны	1	1	1	33,4				
<b>Итого по разделу</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>99,4</b>			
2. Электромагнетизм								
2.1. Электрическое поле в вакууме и в веществе	1	0.5	0.5		15	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям; - Проработка лекций;	- лабораторная работа № 28 - контрольная работа № 1	ОПК-2
2.2. Постоянный электрический ток	1	1	0.5	1/ИИ	15			

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
2.3. Магнитное поле в вакууме и в веществе	1	0.5	0.5/0.5И		15	- Самостоятельное изучение учебной и научной литературы;		
2.4. Электромагнитная индукция.	1	1	0.5/0.5И	1/1И	15	- Работа с электронными учебниками; - Решение индивидуальной контрольной работы №1		
3. Молекулярная физика и термодинамика								
3.1. Молекулярно-кинетическая теория	1	1	0,5/0.5И		15	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям;	- лабораторная работа № 14	ОПК-2
3.2. Термодинамика	1	1	0.5/0.5И		15	- Проработка лекций; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками; - Решение индивидуальной контрольной работы № 2	- контрольная работа № 2	
4. Волновая оптика								
4.1. Электромагнитные волны	1	0,5	0.5/0.5И		15	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям;	- лабораторная работа № 34	ОПК-2
4.2. Интерференция и дифракция световых волн	1	0.5	0.5/0.5И		15	- Проработка лекций; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками;	- контрольная работа № 2	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						- Решение индивидуальной контрольной работы № 2		
<b>Итого по разделу</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>4/4И</b>	<b>2/2И</b>	<b>120</b>			
5. Квантовая физика	1							
5.1. Квантовая оптика	1				30	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям;	- контрольная работа № 2	ОПК-2
5.2. Элементы квантовой механики	1			2/2И	30	- Проработка лекций; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками; - Решение индивидуальной контрольной работы № 2	- лабораторная работа № 42 - контрольная работа № 2	
6. Атомная и ядерная физика	1							
6.1. Физика атома	1				30	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям;	- лабораторная работа № 42 - контрольная работа № 2	ОПК-2
6.2. Физика атомного ядра	1				40,5	- Проработка лекций; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками;	- контрольная работа № 2	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						- Решение индивидуальной контрольной работы № 2		
<b>Итого по разделу</b>	<b>1</b>			<b>2/2И</b>	<b>130,5</b>		<b>Экзамен</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>8/4И</b>	<b>4/4И</b>	<b>350,5</b>		<b>Экзамен, Экзамен</b>	

## **5 Образовательные и информационные технологии**

При реализации различных видов учебной работы наиболее эффективные результаты освоения дисциплины «Физика» дают традиционные образовательные технологии, интерактивные технологии, информационно-коммуникационные образовательные технологии.

**1. Традиционные образовательные технологии** ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

### **Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:**

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

**3. Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

### **Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:**

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

**4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии** – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Физика» предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя: проработку лекционного материала, изучение литературы по соответствующему разделу; решение индивидуальных контрольных работ, подготовку к выполнению лабораторных работ, подготовку к отчету по лабораторным работам.

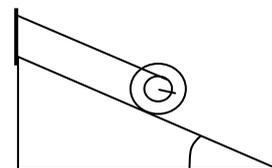
### Примерные индивидуальные контрольные работы

#### 1 курс

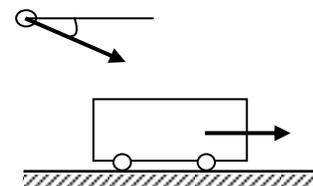
#### Контрольная работа № 1 «Механика. Электромагнетизм»

1. Точка движется в плоскости  $ХОУ$  по закону:  $x=10\cos\omega t$ ;  $y=10(1-\sin\omega t)$ . Найти путь, пройденный телом за  $2c$ ; угол между векторами скорости  $\mathbf{V}$  и ускорения  $\mathbf{a}$ ; траекторию движения  $y=f(x)$ .

2. На гладкой наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом, находится катушка с ниткой, свободный конец которой укреплен, как показано на рисунке. Масса катушки  $m = 200$  г, её момент инерции относительно собственной оси  $I = 0,45$  г·м<sup>2</sup>, радиус намотанного слоя ниток  $r = 3$  см. Найти ускорение оси катушки.



3. Платформа с песком общей массой  $M = 2$  т стоит на рельсах на горизонтальном участке пути. В песок попадает снаряд массой  $m = 8$  кг и застревает в нём. Пренебрегая трением, определить, с какой скоростью будет двигаться платформа, если в момент попадания скорость снаряда  $v = 450$  м/с, а её направление – сверху вниз под  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту.



4. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Определить напряженность электрического поля: между плоскостями; вне плоскостей. Построить график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной пластинам. Принять  $\sigma_1 = \sigma$ ,  $\sigma_2 = -2\sigma$ , где  $\sigma = 20$  нКл/м<sup>2</sup>.

5. Два конденсатора ёмкостями  $C_1 = 3$  мкФ и  $C_2 = 6$  мкФ соединены между собой и присоединены к батарее с ЭДС  $E = 120$  В. Определить заряды конденсаторов и разность потенциалов  $U_1$  и  $U_2$  между их обкладками, если конденсаторы соединены: 1) параллельно, 2) последовательно.

6. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи  $I_1 = 20$  А и  $I_2 = 30$  А в одном направлении. Расстояние между проводами  $d = 10$  см. Вычислить индукцию  $B$  магнитного поля в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r = 10$  см.

#### 2 курс

#### Контрольная работа № 2 «Молекулярная физика и термодинамика. Оптика. Квантовая, атомная и ядерная физика»

1. При нагревании  $\nu = 1$  кмоль двухатомного газа его термодинамическая температура увеличивается от  $T_1$  до  $T_2 = 1,5 T_1$ . Найти изменение  $\Delta S$  энтропии, если нагревание происходит изохорически.

2. Определить длину волны света, падающего на дифракционную решетку, на каждый миллиметр которой нанесено  $n=400$  штрихов. Спектр наблюдается на экране, расположенном на расстоянии  $l=25$  см от решетки. Расстояние на экране между третьими максимумами слева и справа от центрального  $\Delta x=27,4$  см.

3. Два николя расположены так, что угол между их главными плоскостями составляет  $\varphi=60^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света  $I_0$  при прохождении через оба николя. Коэффициент поглощения света в каждом николе  $k=0,05$ .

4. Фотоэффект происходит под действием излучения с  $\lambda = 0,09$  мкм. Определить работу выхода электронов из металла, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов  $U_3 = 3,8$  В.

5. При какой скорости  $V$  электрона его дебройлевская длина волны будет равна: 1) 650 нм, 2) 3 пм?

6. Определите энергию связи для ядра атома  ${}_{11}^{23}\text{Na}$

### ***Перечень лабораторных работ***

#### **1 курс**

№ 1 «Применение законов сохранения для определения скорости полета пули»

№ 28 «Определение индуктивности катушки и магнитной проницаемости ферромагнитного тела»

#### **2 курс**

№ 14 «Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма»

№ 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»

№ 42 «Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода»

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

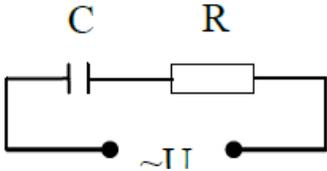
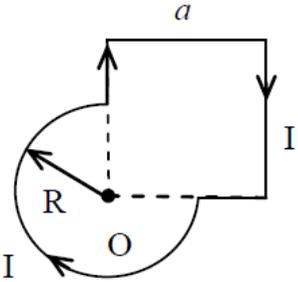
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные законы физики;</li> <li>– следствия из этих законов;</li> <li>– физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе;</li> <li>– физико-математический аппарат, применяющийся для описания законов физики;</li> <li>– методы анализа и моделирования сложных физических процессов;</li> <li>– методы и подходы к теоретическому и экспериментальному исследованию, применяемые в физике и распространяющиеся на другие области знаний</li> </ul>	<p><i><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену</b></i>  <b>1 курс</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кинематика поступательного движения. Система отсчета. Понятие радиус-вектора, средней и мгновенной скорости и ускорения.</li> <li>2. Обратная задача механики. Нахождение перемещения тела и пройденного пути. Начальные условия.</li> <li>3. Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин.</li> <li>4. Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Полное ускорение. Угол между скоростью и ускорением.</li> <li>5. Понятие силы и массы тела. Принцип суперпозиции. Законы Ньютона.</li> <li>6. Импульс тела. Основной закон динамики поступательного движения. Применение основного закона динамики.</li> <li>7. Момент импульса и момент силы относительно точки. Основное уравнение динамики вращательного движения.</li> <li>8. Вращение вокруг неподвижной оси. Момент инерции материальной точки и твердого тела.</li> <li>9. Расчет моментов инерции простых тел. Теорема Штейнера.</li> <li>10. Законы сохранения в механике. Замкнутая система. Закон сохранения импульса.</li> <li>11. Механическая работа. Кинетическая энергия поступательного движения. Теорема о кинетической энергии.</li> <li>12. Законы сохранения при вращательном движении. Кинетическая энергия вращательного движения. Закон сохранения момента импульса.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>13. Консервативные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.</p> <p>14. Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний. Амплитуда, частота и начальная фаза.</p> <p>15. Энергия гармонических колебаний. Математический и физический маятники.</p> <p>16. Электростатическое поле. Электрический заряд и его свойства. Закон Кулона.</p> <p>17. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции для дискретного и непрерывного распределения зарядов.</p> <p>18. Работа электростатического поля по перемещению заряда. Энергия взаимодействия зарядов. Потенциал поля.</p> <p>19. Геометрическое описание электрического поля. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции напряженности электростатического поля.</p> <p>20. Конденсаторы. Понятие электроёмкости. Ёмкость плоского конденсатора.</p> <p>21. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.</p> <p>22. Постоянный электрический ток. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление. Соединение сопротивлений.</p> <p>23. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи.</p> <p>24. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.</p> <p>25. Работа электрического тока. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.</p> <p>26. Единая природа электрического и магнитного полей. Сила Лоренца. Сила Ампера.</p> <p>27. Магнитное поле движущегося заряда. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон БиоСавара.</p> <p>28. Геометрическое описание магнитного поля. Поток и циркуляция вектора магнитной индукции.</p> <p>29. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.</p> <p>30. Явление самоиндукции. Индуктивность. Расчет индуктивности бесконечного соленоида. Энергия магнитного поля</p> <p><b>2 курс</b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Термодинамический и статистический способы описания макросистем. Модель идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.</li> <li>2. Понятие степеней свободы молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.</li> <li>3. Внутренняя энергия как функция состояния системы. Первое начало термодинамики.</li> <li>4. Работа как функция процесса. Изохорический, изобарический и изотермический процессы.</li> <li>5. Понятие теплоемкости. Теплоемкость при изохорическом и изобарическом процессах. Постоянная адиабаты. Адиабатический процесс.</li> <li>6. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Кельвина.</li> <li>7. Циклический процесс. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Цикл Карно.</li> <li>8. Проблема необратимости тепловых процессов. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста.</li> <li>9. Основные характеристики электромагнитной волны. Шкала электромагнитных волн. Особенности оптического диапазона.</li> <li>10. Интерференция световых волн. Когерентность. Опыт Юнга.</li> <li>11. Оптическая разность хода. Условия максимума и минимума при интерференции.</li> <li>12. Интерференция в тонких пленках.</li> <li>13. Явление дифракции. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля.</li> <li>14. Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели.</li> <li>15. Дифракционная решётка.</li> <li>16. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса.</li> <li>17. Тепловое излучение тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Гипотеза Планка.</li> <li>18. Фотоэффект. Законы Столетова. Формула Эйнштейна.</li> <li>19. Фотоны. Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм света.</li> <li>20. Рассеяние фотона на свободном электроне. Формула Комптона.</li> <li>21. Волновые свойства частиц. Длина волны де Бройля. Экспериментальные подтвер-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ждения гипотезы де Бройля.            22. Принцип неопределенности. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Особенности процесса измерения в квантовой механике.            23. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Квантование энергии водородоподобной системы.            24. Излучение водородоподобных систем. Спектральные серии атома водорода. Обобщенная формула Бальмера.            25. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада.            26. Состав и характеристики атомного ядра. Капельная модель. Размер ядра.            27. Масса и энергия связи атомного ядра. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Оболочечная модель ядра.            28. Ядерные реакции. Энергия реакции. Реакции деления и синтеза ядер.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– распознавать эффективное решение от неэффективного;</li> <li>– объяснять (выявлять и строить) типичные физические модели для описания реальных процессов,</li> <li>– выбирать методы исследования, с помощью приборов;</li> <li>– применять физические законы и физико-математический аппарат в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне;</li> <li>– приобретать знания в области физики, применимые для решения инженерных задач;</li> <li>– корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной</li> </ul>	<p><b>Примерный перечень практических заданий для экзамена</b></p> <p><b>1 курс</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движение материальной точки задано уравнением <math>\vec{r}(t) = (A + Bt^2)\vec{i} + Ct\vec{j}</math>, где <math>A=10</math> м, <math>B=-5</math> м/с<sup>2</sup>, <math>C=10</math> м/с. Найти для момента времени <math>t=1</math> с <math>\vec{v}(t)</math>, <math>\vec{a}(t)</math>, вычислить модуль скорости <math> \vec{v} </math>, модуль ускорения <math> \vec{a} </math>, тангенциальное ускорение <math>a_\tau</math>, нормальное ускорение <math>a_n</math>.</li> <li>2. Колесо вращается с частотой <math>n=5\text{с}^{-1}</math>. Под действием сил трения оно остановилось через <math>\Delta t = 1\text{мин}</math>. Определить угловое ускорение <math>\varepsilon</math> и число <math>N</math> оборотов, которое сделает колесо за это время.</li> <li>3. Брусок массой 2 кг скользит по горизонтальной поверхности под действием груза массой 0,5 кг, прикрепленного к концу нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок. Коэффициент трения бруска о поверхность 0,1. Найти ускорение движения тела и силу натяжения нити. Массами блока и нити, а также трением в блоке пренебречь.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>области знания.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– измерять физические величины.</li> </ul>	<p>4. Определить момент инерции тонкого однородного стержня длиной <math>l = 30</math> см и массой <math>m = 100</math> г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку, отстоящую от конца стержня на <math>1/3</math> его длины.</p> <p>5. Шарик массой <math>m = 100</math> г упал с высоты <math>h = 2,5</math> м на горизонтальную плиту, масса которой много больше массы шарика, и отскочил от нее вверх. Считая удар абсолютно упругим, определить импульс <math>p</math>, полученный плитой.</p> <p>6. Вертикально расположенный однородный стержень массы <math>M = 1</math> кг и длины <math>l = 1</math> м может вращаться вокруг своего верхнего конца. В нижний конец стержня попала, застряв, горизонтально летевшая пуля массы <math>m = 10</math> г, в результате чего стержень отклонился на угол <math>\alpha = 15</math>. Считая <math>m \ll M</math>, найти скорость летевшей пули</p> <p>7. Определить напряжённость электростатического поля <math>E</math> в центре квадрата со стороной <math>a</math>, если в трёх вершинах квадрата находятся одинаковые точечные заряды <math>q</math></p> <p>8. Тонкая нить согнута в полуокружность и заряжена так, что электрический заряд равномерно распределен по ее длине. Каков радиус этой полуокружности, если известно, что в центре ее кривизны напряженность поля <math>10</math> кВ/м, а потенциал <math>630</math> В.</p> <p>9. На рис. <math>\varepsilon_1 = 1,5</math> В, <math>\varepsilon_2 = 3,7</math> В и сопротивления <math>R_1 = 10</math> Ом, <math>R_2 = 20</math> Ом и <math>R = 5,0</math> Ом. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Определите: 1) значение и направление тока через сопротивление <math>R</math>; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении <math>R</math>?</p> <div data-bbox="1406 1053 1697 1372" style="text-align: center;"> </div> <p>10. Каким должно быть сопротивление <math>R</math> электрической цепи, изображенной на рисунке, чтобы ток, текущий по нему был равен <math>I = 0,5</math> А, если <math>C = 5</math> мкФ, <math>U = 200</math> В, частота пе-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ременного тока <math>\nu=100</math> Гц?</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>11. Ток <math>I=100</math>А течет по тонкому проводнику, изогнутому так, как показано на рисунке. Найти индукцию <math>B</math> магнитного поля в точке <math>O</math> контура, если радиус изогнутой части проводника <math>R=0,1</math> м, а сторона квадрата <math>a=0,2</math> м</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>12. По двум параллельным прямым проводам длиной <math>l = 1</math> м каждый текут одинаковые токи. Расстояние <math>d</math> между проводами равно 1 см. Токи взаимодействуют с силой <math>F = 1</math> мН. Найти силу тока <math>I</math> в проводах</p> <p>13. Катушка состоит из <math>N = 75</math> витков и имеет сопротивление <math>R= 9</math> Ом. Магнитный поток через ее поперечное сечение меняется по закону <math>\Phi = kt</math>, где <math>k= 1,2</math> мВб/с. Определите: а) э.д.с. индукции, возникающую в этом контуре; б) силу индукционного тока; в) заряд, который протечет по контуру за первые 9 с изменения поля.</p> <p>14. Электрон, ускоренный напряжением <math>U=200</math> В, влетает в однородное магнитное поле с индукцией <math>B=0,7 \cdot 10^{-4}</math> Тл перпендикулярно силовым линиям. Найти радиус окружности, по которой движется электрон в магнитном поле и период его вращения.</p> <p>15. Индуктивность <math>L</math> катушки (без сердечника) равна <math>0,1</math> мГн. При какой силе тока <math>I</math> энергия <math>W</math> магнитного поля равна <math>100</math> мкДж</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><b>2 курс</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить среднее значение полной кинетической энергии одной молекулы гелия, кислорода и водяного пара при температуре <math>T=400\text{K}</math>.</li> <li>2. Водород массой <math>m=100\text{ г}</math> был изобарно нагрет так, что объем его увеличился в <math>n=3</math> раза, затем водород был изохорно охлажден так, что его давление уменьшилось в <math>n=3</math> раза. Найти изменение <math>\Delta S</math> энтропии в ходе указанных процессов.</li> <li>3. Какая работа <math>A</math> совершается при изотермическом расширении водорода массой <math>m=5\text{ г}</math>, взятого при температуре <math>T=290\text{ К}</math>, если объем газа увеличивается в три раза?</li> <li>4. Азот нагревался при постоянном давлении. Ему было сообщено количество теплоты <math>Q = 21\text{ кДж}</math>. Определить работу <math>A</math>, которую совершил при этом газ, и изменение <math>\Delta U</math> его внутренней энергии.</li> <li>5. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура теплоотдатчика <math>T_1= 500\text{ К}</math>, температура теплоприемника <math>T_2= 250\text{ К}</math>. Определить термический КПД <math>\eta</math> цикла, а также работу <math>A_1</math> рабочего вещества при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа <math>A_2 = 70\text{ Дж}</math></li> <li>6. Расстояние между двумя когерентными источниками света (<math>\lambda=0,5\text{ мкм}</math>) равно <math>d=0,1\text{ мм}</math>. Расстояние между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно <math>\Delta x=1,0\text{ см}</math>. Определить расстояние от источников до экрана</li> <li>7. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. В отраженном свете с длиной волны <math>\lambda = 0,6\text{ мкм}</math> наблюдается интерференционная картина. Считая, что радиусы интерференционных колец <math>r</math> много меньше радиуса кривизны линзы <math>R=1,2\text{ м}</math>, определите: а) толщину слоя воздуха там, где видно первое светлое кольцо Ньютона, б) радиус первого кольца</li> <li>8. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками положили очень тонкую проволочку, расположенную параллельно линии соприкосновения пластинок и находящуюся на расстоянии <math>L=75\text{ мм}</math> от нее. В отраженном свете с длиной волны <math>\lambda=0,5\text{ мкм}</math> на верхней пластинке видны интерференционные полосы. Определите</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>диаметр поперечного сечения проволоочки, если на протяжении <math>a = 30</math> мм насчитывается <math>m = 16</math> светлых полос</p> <p>9. На щель шириной <math>a = 0,05</math> мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны <math>\lambda = 0,6</math> мкм. Определить угол <math>\varphi</math> между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу</p> <p>10. Дифракционная решетка установлена на расстоянии 80 см от экрана. На решетку падает монохроматический свет с длиной волны 0,65 мкм. На экране расстояние между максимумами первого и второго порядка равно 5,2 см. Сколько всего максимумов образует эта дифракционная решетка?</p> <p>11. Черное тело нагрели от температуры 600К до 2400К. Во сколько раз увеличилась общая тепловая энергия, излучаемая телом? На сколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму энергии излучения и спектральный состав излучения?</p> <p>12. Определить наименьший задерживающий потенциал, необходимый для прекращения эмиссии с поверхности фотокатода, если он освещается излучением с длиной волны 0,4 мкм, а красная граница для материала катода равна 0,67 мкм</p> <p>13. При движении частицы вдоль оси <math>x</math> скорость ее может быть определена с точностью (ошибкой) до 1 см/с. Найти неопределенность координаты, если частицей является: 1) электрон, 2) дробинка массой 0,1г</p> <p>14. Вычислить радиусы первых трех орбит электрона в атоме водорода</p> <p>15. Найти наибольшую и наименьшую длины волн серии Пашена в спектре излучения водорода. Сравнить полученные значения с длинами волн видимого излучения</p> <p>16. Первоначальная масса изотопа иридия <math>^{192}_{77}\text{Ir}</math> равна <math>m = 5</math> г, период полураспада 75 суток. Определите, сколько ядер распадется за 1 секунду в этом препарате. Сколько атомов этого препарата останется через 30 суток и во сколько раз изменится активность препарата за это время?</p> <p>17. В центре солнца протекает термоядерная реакция синтеза гелия из водорода, в которой из четырех протонов образуется ядро <math>\text{He}^4</math> и два позитрона. Запишите эту реакцию. Какие еще частицы образуются в ней?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		18. Какое количество $U^{235}$ «выгорает» за год в ядерном реакторе с электрической мощностью 1 ГВт и к.п.д. 38%? Считать, что распад ядер урана под действием тепловых нейтронов приводит к образованию изотопов ксенона-141, стронция-92 и трех вторичных нейтронов.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками решения физических задач;</li> <li>– навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;</li> <li>– способами демонстрации умения анализировать теорию при решении инженерных задач;</li> <li>– методами проведения физических измерений, расчета величин, анализа полученных данных и навыками планирования исследовательского процесса;</li> <li>– навыками и методиками обобщения результатов экспериментальной деятельности;</li> <li>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</li> <li>– возможностью междисциплинарного применения физических знаний;</li> <li>– основными методами физических исследований в профессиональной области, практическими умениями и навыками их использования;</li> <li>– профессиональным языком в области физики;</li> </ul>	<p>Основными оценочными средствами планируемых результатов обучения данного раздела служат лабораторные работы и индивидуальные контрольные работы каждого семестра.</p> <p>При проведении промежуточной аттестации преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы со ссылкой на отчеты по лабораторным работам и ИДЗ.</p> <p><b><i>Примерный перечень вопросов и заданий по лабораторным работам</i></b></p> <p><b>1 курс</b> № 1 «Применение законов сохранения для определения скорости полета пули»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите примеры сил, дающих разные виды потенциальной энергии. Какие из них присутствуют в данной работе? Изобразите схему экспериментальной установки и укажите на ней силы, действующие на все тела, входящие в систему, в каждый момент времени.</li> <li>2. Какие величины имели кинетическая и потенциальная энергия системы «пуля+маятник» в различные моменты опыта? Представьте схему изменения кинетической и потенциальной энергии системы.</li> <li>3. Для каких моментов времени в данном эксперименте можно применять закон сохранения механической энергии, а для каких нельзя и почему? Схема.</li> <li>4. Для каких моментов времени в данном эксперименте можно применять закон сохранения импульса, а для каких нельзя и почему? Схема</li> <li>5. Используя законы сохранения получите формулу для расчета скорости полета пули в данной работе.</li> <li>6. Как производится обработка экспериментальных данных в данной работе. Как опре-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</p>	<p>деляется доверительный интервал скорости и средняя квадратическая погрешность отклонения маятника?</p> <p>№ 28 «Определение индуктивности катушки и магнитной проницаемости ферромагнитного тела»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие приборы применялись в данной работе для определения параметров постоянного и переменного тока?</li> <li>2. Получите формулу для расчета полного сопротивления цепи переменного тока, используемой в данной работе (или представленной преподавателем).</li> <li>3. Как определялась индуктивность катушки в данной работе? Каким еще способом можно определить индуктивность?</li> <li>4. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</li> </ol> <p><b>2 курс</b></p> <p>№ 14 «Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объясните ход эксперимента и результаты расчета.</li> <li>2. Назовите процессы, происходящие с газом, в ходе эксперимента и изобразите их графически.</li> <li>3. Запишите уравнения для вывода формулы показателя адиабаты.</li> <li>4. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</li> <li>5. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</li> </ol> <p>№ 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы параметры и характеристики дифракционной решетки, применяемой в эксперименте?</li> <li>2. Получите формулу для определения длины световой волны при дифракции на дифракционной решетке.</li> <li>3. Каково практическое применение дифракционных решеток?</li> <li>4. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</li> </ol> <p style="text-align: center;">№ 42 «Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поясните устройство и принцип работы спектроскопа, используемого в данной работе</li> <li>2. Получите формулу для определения главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода и других водородоподобных атомов</li> <li>3. Что называется градуировочным графиком?</li> <li>4. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена (1 и 2 курсы).

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

***Показатели и критерии оценивания экзамена:***

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Демидченко, В.И. Физика [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 581 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=469821> – ISBN:978-5-16-010079-1.

2. Кузнецов, С.И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика [Электронный ресурс] : Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 248 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=412940> – ISBN 978-5-16-101026-6

3. Кузнецов, С.И. Физика: Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны [Электронный ресурс] : Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 231 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=424601> – ISBN 978-5-16-101657-2

4. Кузнецов, С.И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики [Электронный ресурс] : Учеб. пос. / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузов. учеб.: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 212 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=438135> – ISBN 978-5-16-100426-5

### б) Дополнительная литература:

1. Рогачев, Н. М. Курс физики : учебное пособие / Н. М. Рогачев. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 460 с. — ISBN 978-5-8114-4076-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129235> (дата обращения: 17.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса) : учебное пособие / Е. Н. Аксенова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 72 с. — ISBN 978-5-8114-2912-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103058> (дата обращения: 17.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### в) Методические указания:

1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Е. Н. Астапов, З. Н. Ботнева, Л. С. Долженкова и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)
2. Электростатика. Постоянный ток. [Текст] : лабораторный практикум / [М. В. Вечеркин, Е. Е. Елисеева, С. Г. Шевченко ; под ред. М. В. Вечеркина] ; МГТУ, [каф. физики]. - Магнитогорск, 2011. – 60 с.: ил., табл.
3. Вечеркин, М. В. Электростатика и постоянный ток [Электронный ресурс] : практикум / МГТУ, Ин-т энергетики и автоматики, Каф. физики. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	К-169-12 от 02.07.2012 (а.388)	срок действия – неограничен
	Д-1227 от 8.10.2018	по 11.01.2021;
	№ Лицензии-60241713 (а.198, 188, 182)	срок действия – неограничен

<b>MS Office</b>	№135 от 17.09.2007	Бессрочно
	№ Лицензии-60784279 (а.388)	срок действия – неограничен
	№ Лицензии-60241713 (а.198, 188, 182)	срок действия – неограничен
<b>7Zip</b>	Свободно распространяемое	бессрочно

1. Федеральный институт промышленной собственности: сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва: ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ): национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000 – . – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp) (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Академия Google (Google Scholar): поисковая система: сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

4. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ «ИНФОРМИКА». – Москва, 2005. – . –URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

5. East View Information Services: Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС». – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

6. Российская Государственная библиотека. Каталоги: сайт / Российская государственная библиотека. – Москва: РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.

8. Университетская информационная система РОССИЯ: научная электронная библиотека: сайт / НИВЦ ; Экономический факультет МГУ. – Москва: НИВЦ, 1997 – . – URL: <https://uisrussia.msu.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

9. Web of science: Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий: сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

10. Scopus: Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий: сайт. – URL: <http://scopus.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

11. Springer Journals: Международная база полнотекстовых журналов: сайт. – URL: <http://link.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

12. Springer Protocols: Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springerprotocols.com/> (дата обращения:

18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

13. SpringerMaterials: Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга: сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

14. Springer Reference: Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

15. zbMATH: Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике: сайт. – URL: <http://zbmath.org/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

16. Springer Nature: Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий: сайт. – URL: <https://www.nature.com/siteindex> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

17. Архив научных журналов: сайт / Национальный электронно-информационный консорциум. – Москва: НЭИКОН, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

18. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2018). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

19. РУКОНТ: национальный цифровой ресурс: межотраслевая электронная библиотека: сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

## 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> </ol>

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