

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института естествознания и стандартизации

И.Ю. Мезин

« 5 » сентября 2016 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ФИЗИКА

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
Заочная

Институт  
Кафедра  
Курс

*Естествознания и стандартизации*  
*Физики*  
*1*

Магнитогорск  
2016 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 г. № 955.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики

« 1 » 09 2016 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации

« 5 » 09 2016 г., протокол № 1.

Председатель  / И.Ю. Мезин /

Согласовано:

Зав. кафедрой автоматизированного электропривода и мехатроники

 / А.А. Николаев /

Рабочая программа составлена:

Старший преподаватель кафедры физики

 / Н.И. Мишенева /

Рецензент:

Профессор кафедры ВТиП, доктор технических наук

 / И.М. Ячиков /



## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Физика» является овладение базовыми знаниями основных физических законов и методов классической и современной физики для теоретического и экспериментального исследования и решения задач, возникающих при дальнейшем обучении и в последующей профессиональной деятельности в области металлургии в соответствии с требованиями ФГОС ВО и направленностью (профилем) ОП.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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. В частности при изучении дисциплин: Теоретическая механика; Прикладная механика; Теоретические основы электротехники; Электрические машины; Физические основы электроники.

## 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 способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных 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>
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></ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"> <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 11 зачетных единиц 396 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 49,6/12 академических часов:
  - аудиторная – 42 академических часов;
  - внеаудиторная – 7,6 академических часов
- самостоятельная работа – 329 академических часов;
- подготовка к экзамену – 17,4 академических часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Механика	1	4	4	0	58,75			
1.1. Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения	1	2	1	0	20	- 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 - зுவ
1.2. Законы сохранения в механике	1	1	3	0	20			
1.3. Механические колебания и волны	1	1		0	18,7			
Итого по разделу	1	4	4		58,75			
2. Электромагнетизм	1	6	6	0	88			
2.1. Электрическое поле в вакууме и в веществе	1	2		0	22	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям;	- лабораторная работа № 24 - лабораторная работа № 28	ОПК-2 - зув

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				
2.2. Постоянный электрический ток	1	1	3	0	22	- Проработка лекций; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками; - Решение индивидуальной контрольной работы №1	- контрольная работа № 1	
2.3. Магнитное поле в вакууме и в веществе	1	1		0	22			
2.4. Электромагнитная индукция. Электрические колебания и переменный ток	1	2	3	0	22			
Итого по разделу	1	6	6	0	88			
<b>Итого по разделам 1-2</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>10/6И</b>	<b>0</b>	<b>146,75</b>		<b>Экзамен</b>	
3. Молекулярная физика и термодинамика	1	2	3	0,5	43			
3.1. Молекулярно-кинетическая теория	1	1	0	0,1	21	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям; - Проработка лекций; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками; - Решение индивидуальной контрольной работы № 2	- лабораторная работа № 14 - контрольная работа № 2	ОПК-2 - зув
3.2. Термодинамика	1	1	3	0,4	22			
Итого по разделу	1	2	3	0,5	43			
4. Волновая оптика	1	3	3	0,5	46,5			

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				
4.1. Электромагнитные волны	1	1	0	0,1	11,5	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям; - Проработка лекций; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками; - Решение индивидуальной контрольной работы № 2	- лабораторная работа № 34 - контрольная работа № 2	ОПК-2 - зув
4.2. Интерференция и дифракция световых волн	1	2	3	0,4	35			
Итого по разделу	1	3	3	0,5	46,5		Текущий контроль успеваемости	
5. Квантовая физика	1	3	0	0,5	46			
5.1. Квантовая оптика	1	2		0,3	25	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям; - Проработка лекций; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками; - Решение индивидуальной контрольной работы № 2	- контрольная работа № 2	ОПК-2 - зув
5.2. Элементы квантовой механики	1	1	0	0,2	21		- лабораторная работа № 42 - контрольная работа № 2	
Итого по разделу	1	3	0	0,5	46			



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				
6. Атомная и ядерная физика	1	2	4	0,5	46,75			
6.1. Физика атома	1	1	4	0,2	16,17	- Подготовка к лабораторным и практическим занятиям; - Проработка лекций; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками; - Решение индивидуальной контрольной работы № 2	- лабораторная работа № 42 - контрольная работа № 2 - контрольная работа № 2	ОПК-2 - зув
6.2. Физика атомного ядра	1	1		0,3	30			
Итого по разделу	1	2	4	0,5	46,75			
<b>Итого по разделам 3 - 6</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>10/6И</b>	<b>2</b>	<b>182,25</b>		<b>Экзамен</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>20/12И</b>	<b>2</b>	<b>329</b>		<b>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.

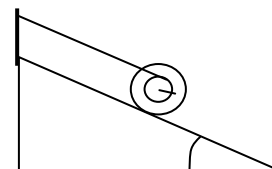
### Примерные индивидуальные контрольные работы

#### 1 курс

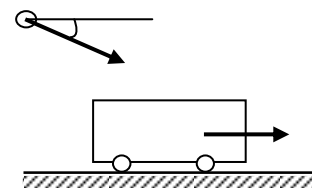
#### Контрольная работа № 1 «Механика. Электромагнетизм»

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»

№ 24 «Расширение предела измерения амперметра постоянного тока»

№ 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-2 способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных 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></p> <p><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>

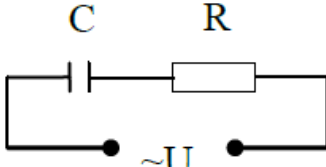
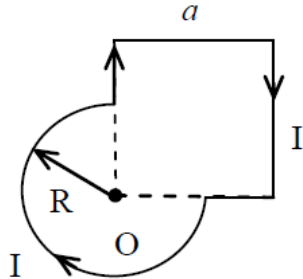
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>13. Консервативные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.</p> <p>14. Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний. Амплитуда, частота и начальная фаза.</p> <p>15. 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>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><b>2 курс</b></p> <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.</p> <p>22. Принцип неопределенности. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Особенности процесса измерения в квантовой механике.</p> <p>23. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Квантование энергии водородоподобной системы.</p> <p>24. Излучение водородоподобных систем. Спектральные серии атома водорода. Обобщенная формула Бальмера.</p> <p>25. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада.</p> <p>26. Состав и характеристики атомного ядра. Капельная модель. Размер ядра.</p> <p>27. Масса и энергия связи атомного ядра. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Оболочечная модель ядра.</p> <p>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> <li>4. Определить момент инерции тонкого однородного стержня длиной <math>l=30</math> см и мас-</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>сой <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 1018 1693 1337" 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 переменного тока <math>\nu=100</math> Гц?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;">  </div> <p>11. Ток <math>I=100\text{А}</math> 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\text{ м}</math>, а сторона квадрата <math>a=0,2\text{ м}</math></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>12. По двум параллельным прямым проводам длиной <math>l = 1\text{ м}</math> каждый текут одинаковые токи. Расстояние <math>d</math> между проводами равно <math>1\text{ см}</math>. Токи взаимодействуют с силой <math>F = 1\text{ мН}</math>. 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\text{ Ом}</math>. Магнитный поток через ее поперечное сечение меняется по закону <math>\Phi = kt</math>, где <math>k = 1,2\text{ мВб/с}</math>. Определите: а) э.д.с. индукции, возникающую в этом контуре; б) силу индукционного тока; в) заряд, который протечет по контуру за первые <math>9\text{ с}</math> изменения поля.</p> <p>14. Электрон, ускоренный напряжением <math>U = 200\text{ В}</math>, влетает в однородное магнитное поле с индукцией <math>B = 0,7 \cdot 10^{-4}\text{ Тл}</math> 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\text{ мГн}</math>. При какой силе тока <math>I</math> энергия <math>W</math> магнитного поля равна <math>100\text{ мкДж}</math></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 диаметр поперечного сечения проволочки, если на протяжении <math>a = 30\text{ мм}</math> насчитыва-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ется <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) дробишка 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> <p>18. Какое количество <math>\text{U}^{235}</math> «выгорает» за год в ядерном реакторе с электрической мощно-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>стью 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.</p>
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 профес-</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>Примерный перечень вопросов и заданий по лабораторным работам</b></p> <p><b>1 курс</b></p> <p>№ 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 определяется доверительный интервал скорости и средняя квадратическая погрешность отклонения маятника?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>сиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</p>	<p>№ 24 «Расширение предела измерения амперметра постоянного тока»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каков принцип действия электроизмерительных приборов магнитоэлектрического и электромагнитного типа, применяемы в данной работе?</li> <li>2. Что называют током полного отклонения и напряжением полного отклонения электроизмерительного прибора?</li> <li>3. Каким образом включают амперметр и вольтметр в электрическую цепь для измерения тока и напряжения? Продемонстрируйте навыки включения этих приборов в электрическую цепь.</li> <li>4. Что такое шунт? Для чего и как он используется? Продемонстрируйте использование шунта.</li> <li>5. Что такое добавочное сопротивление? Для чего и как оно используется? Продемонстрируйте использование добавочного сопротивления.</li> <li>6. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</li> <li>7. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</li> </ol> <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 определя 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>  № 14 «Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма»</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<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 style="text-align: center;">№ 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»</p> <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 курс – зимняя и летняя сессии).

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://new.znaniium.com/bookread2.php?book=469821> – ISBN:978-5-16-010079-1.

2. Айзензон, А. Е. Физика : учебник и практикум для вузов / А. Е. Айзензон. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 335 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00487-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450504> (дата обращения: 06.11.2020).

**б) Дополнительная литература:**

1. 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://new.znanium.com/bookread2.php?book=412940 – ISBN 978-5-16-101026-6>

2. Андреева, Н. А. Физика : сборник задач : практическое пособие / Н. А. Андреева, Е. В. Корчагина. - Воронеж : Воронежский институт ФЦИН России, 2019. - 188 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1086249> (дата обращения: 06.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

1. Методические указания для студентов по подготовке к лабораторным работам по теме “ Механика. Молекулярная физика и термодинамика ” / составители: Е.Н. Астапов, З.Н. Ботнева, Л.С. Лукашенко ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2011. - 103 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный.

2. Методические указания для студентов по подготовке к лабораторным работам по теме “Электромагнетизм. Оптика” / составители: М.Б. Аркулис, Б.Б. Богачева, И.Ю. Богачева ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2012. - 102 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный.

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

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
------	---------------------------	-----------

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

### 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
Компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория механики, молекулярной физики и термодинамики. Оснащение: Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:	<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-М".</li> </ol>

	<p>12. Стенд лабораторный газовые процессы. 13. Мерительный инструмент.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория электричества и оптики. Оснащение: Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:</p>	<p>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. Источники питания постоянного тока. 9. Магазин емкостей Time Electronics 1071. 10. Магазин емкости P-513. 11. Магазин индуктивностей Time Electronics 1053. 12. Магазины сопротивлений P-33. 13. Мультиметры цифровые MAS-838. 14. Мультиметры APPA 106,203,205. 15. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG. 16. Поляриметр CM. 17. Мерительный инструмент.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория атома, твердого тела, ядра. Оснащение: Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:</p>	<p>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. Измеритель скорости счета УИМ2-2. 6. Монохроматоры МУМ-1. 7. Мультиметры APPA 205, 207. 8. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG. 9. Мерительный инструмент.</p>