

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Кемеровский государственный университет  
Институт фундаментальных наук



**Рабочая программа дисциплины  
Лабораторный физический практикум**

Специальность

*04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия*

Направленность (специализация)

*«Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая  
безопасность»*

*Уровень специалитета*

Форма обучения

*очная*

Кемерово 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	3
2. Место дисциплины в структуре ООП .....	3
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	4
3.1. Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах).....	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	5
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).....	7
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	11
6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине.....	11
6.2 Типовые контрольные задания или иные материалы.....	14
6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.....	24
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	25
а) основная учебная литература: .....	25
б) дополнительная учебная литература: .....	25
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.....	26
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	26
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	28
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	29
12. Иные сведения и (или) материалы .....	31
12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	31
12.2. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	31

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

<i>Код компетенции</i>	<b>Результаты освоения ООП Содержание компетенций</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
ОПК-3	способность использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> возможности и области применения методов экспериментальных исследований в физике.</p> <p><b>Уметь:</b> представлять, анализировать и критически оценивать результаты эксперимента, используя основные понятия, законы и модели физики.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с измерительным оборудованием, лабораторными установками; основными методами обработки результатов эксперимента.</p>
ПК-4	способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	<p><b>Уметь:</b> использовать основные законы физики для описания строения и свойств веществ, результатов химических экспериментов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения основных законов физики при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.Б.8.4 «Лабораторный физический практикум» входит в модуль «Физика» и относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы специалитета. Дисциплина включает в себя 3 раздела: часть 1 «Механика», часть 2 «Электричество и магнетизм», часть 3 «Оптика», которые изучаются на 1 и 2 курсах со 2-го по 4-й семестр, соответственно. Часть задач практикума посвящены количественному изучению тех явлений, которые демонстрировались на лекциях в качественном эксперименте.

Целями дисциплины «Лабораторный физический практикум» является:

- дать возможность обучающимся экспериментально изучить основные физические закономерности;
- обеспечить приобретение практических навыков по выполнению лабораторных измерений, обработке результатов эксперимента и обращению с основными физическими приборами;

- научить студентов определять точность и достоверность полученных результатов, применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций.

В рамках настоящего курса лабораторные работы выполняются в лабораториях кафедры общей физики «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика». В ходе учебного процесса студенты должны приобрести навыки обращения с измерительными приборами и измерительной аппаратурой, научиться обрабатывать экспериментальные данные, критически осмысливать получившийся в эксперименте результат. Работа в общем физическом практикуме сопровождается обязательной подготовкой обучающихся по основам техники безопасности.

Выполнение каждой лабораторной работы требует самостоятельной теоретической подготовки студента по теме исследования. При подготовке от студентов потребуются знания основ соответствующих разделов физики и базовых математических дисциплин (линейная алгебра и аналитическая геометрия, математический анализ, дифференциальные уравнения), а также навыки самостоятельной работы с литературой. Курс «Лабораторный физический практикум» является необходимой основой для успешного изучения дисциплин модулей «Физика», «Физическая химия» (квантовая химия, кристаллохимия, физические методы исследования).

### **3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ), 216 академических часов.

#### **3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	216
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	
Аудиторная работа (всего):	54
в т. числе:	
Лекции	–
Практические занятия	–
Лабораторные работы	54
в т.ч. в активной и интерактивной формах	54
Внеаудиторная работа (всего):	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	162

В том числе:	
Освоение теоретического материала по выполняемым работам	54
Оформление результатов выполненных лабораторных Работ	54
Подготовка к защите выполненных лабораторных работ	54
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен)	Зачет

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

##### Раздел I. Механика

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Общая трудоемкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
				аудиторные учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся	
				практические занятия	лабораторные занятия		
1	Оценка погрешностей измерений физических величин	2	8		2	6	Контрольные вопросы
2	Кинематика и динамика материальной точки и абсолютно твердого тела	2	24		6	18	Контрольные вопросы, защита работ
3	Законы сохранения в механике	2	8		2	6	Контрольные вопросы, защита работ
4	Колебательное и волновое движение	2	16		4	12	Контрольные вопросы, защита работ
5	Статистика Максвелла-Больцмана	2	16		4	12	Контрольные вопросы, защита работ
	Итого		72		18	54	Зачет

## Раздел II. Электричество и магнетизм

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Общая трудоёмкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
				аудиторные учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся	
				практические занятия	лабораторные занятия		
1	Измерение электрических и магнитных величин	3	24		6	18	Контрольные вопросы, защита работ
2	Электростатическое поле	3	8		2	6	Контрольные вопросы, защита работ
3	Электрические свойства проводников и полупроводников	3	8		2	6	Контрольные вопросы, защита работ
4	Цепи переменного тока	3	32		8	24	Контрольные вопросы, защита работ
	Итого		72		18	54	Зачет

## Раздел III. Оптика

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Общая трудоёмкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
				аудиторные учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся	
				практические занятия	лабораторные занятия		
1	Интерференция и дифракция света	4	32		8	24	Контрольные вопросы, защита работ
2	Дисперсия и поглощение света	4	16		4	12	Контрольные вопросы, защита работ
3	Поляризация света	4	8		2	6	Контрольные вопросы, защита работ
4	Квантовые эффекты	4	16		4	12	Контрольные вопросы, защита работ
	Итого		72		18	54	Зачет

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

### Темы лабораторных занятий

#### Раздел I. Механика

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Оценка погрешностей измерений физических величин	Физические величины и их измерение. Источники погрешностей при экспериментальных исследованиях. Методы обработки погрешностей прямых измерений. Оценка систематических и случайных погрешностей. Погрешности косвенных измерений.
2	Кинематика и динамика материальной точки и абсолютно твердого тела	
2.1	Кинематика и динамика материальной точки	Система координат и система отсчета. Основная задача механики. Перемещение, скорость и ускорение материальной точки. Тангенциальное и нормальное ускорение. Законы Ньютона. Исследование равноускоренного движения грузов на машине Атвуда.
2.1	Кинематика и динамика твердого тела	Элементарное угловое перемещение, угловая скорость и угловое ускорение твердого тела. Динамика вращательного движения твердого тела. Моменты силы и импульса относительно точки. Момент инерции относительно оси. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Тензор инерции. Уравнение моментов для системы материальных точек. Уравнение динамики плоского движения твердого тела. Проверка основного закона динамики вращения твердого тела с помощью маятника Обербека.
3.	Законы сохранения в механике	Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия материальной точки твердого тела при вращательном и плоском движениях. Полная механическая энергия системы. Экспериментальная проверка справедливости законов сохранения импульса и энергии в задачах о неупругих и упругих столкновениях тел.
4.	Колебательное и волновое движение	Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Гармонический осциллятор. Распространение колебаний в упругой среде. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Изучение колебаний струны и градуировка шкалы частот звукового генератора. Изучение стоячих волн в струне. Уравнение стоячей волны, амплитуда и фаза колебаний частиц среды. Узлы и пучности.
5.	Статистика Максвелла-Больцмана	Модель идеального газа. Основное уравнение кинетической теории идеальных газов. Газ в поле сил. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Закон Максвелла распределения молекул по скоростям и энергиям теплового движения. Средняя длина свободного пробега молекулы, среднее число столкновений. Установление распределения Больцмана в ансамбле броуновских частиц.

## Раздел II. Электричество и магнетизм

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Измерение электрических и магнитных величин	Принцип действия приборов магнитоэлектрической, электромагнитной системы; погрешности приборов; многопредельные приборы: методы измерения сопротивления. Измерение сопротивления методом вольтметра и амперметра. Изучение устройства электронно-лучевой трубки и принципа работы электронного осциллографа. Магнитная проницаемость, магнитная восприимчивость, намагниченность, напряженность магнитного поля. Получение экспериментальной зависимости магнитной индукции и магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля; определение коэрцитивной силы, остаточной индукции из петли гистерезиса.
2	Электростатическое поле	Основные характеристики электрического поля – напряженность и потенциал; взаимное расположение линий напряженности, эквипотенциальных поверхностей и векторов $\vec{E}$ , $\nabla\varphi$ в некоторой точке поля. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме и диэлектрике. Экспериментальное исследование электростатического поля и описание его при помощи эквипотенциальных поверхностей и линий напряженности. Изучение силовых и энергетических характеристик поля.
3	Электрические свойства проводников и полупроводников	Законы Ома и Джоуля-Ленца в классической электронной теории. Электропроводность полупроводников, элементы зонной теории. Экспериментальное исследование зависимости сопротивления проводника в узком температурном интервале. Исследование зависимости сопротивления полупроводникового терморезистора от температуры. Определение ширины запрещенной зоны и температурного коэффициента сопротивления.
4	Цепи переменного тока	Переменный электрический ток. Закон Ома для переменного тока, эффективные значения тока и напряжения. Знакомство с лабораторным оборудованием (источник переменного и постоянного тока, катушка, конденсатор, амперметр, вольтметр, реостат, ключ). Экспериментальная проверка полного закона Ома для переменного тока.

## Раздел III. Оптика

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Интерференция и дифракция света	Явление интерференции, когерентные волны, условия наблюдения интерференционных максимумов и минимумов, метод деления волнового фронта. Изучение интерференции света с помощью бипризмы Френеля. Знакомство с лабораторным оборудованием (He-Ne лазер, оптическая скамья, экран, фокусирующий объектив, бипризма). Экспериментальное наблюдение интерференционной карти-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		ны, определение преломляющего угла бипризмы. Явление дифракции, принцип Гюйгенса-Френеля, дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке, условия наблюдения максимумов и минимумов. Знакомство с лабораторным оборудованием (гониометр, ртутная лампа с блоком питания, дифракционная решетка). Экспериментальное определение длин волн линий излучения ртутной лампы, сопоставление полученных величин с табличными значениями, расчет разрешающей способности дифракционной решетки.
2	Дисперсия и поглощение света	Взаимодействие света с веществом. Явление дисперсии, нормальная и аномальная дисперсия, угол минимального отклонения луча. Знакомство с лабораторным оборудованием (гониометр, призма, ртутная лампа с блоком питания). Экспериментальное определение показателя преломления стекла для различных длин световых волн. Поглощение света молекулами с точки зрения классической и квантовой теории, принцип работы спектрофотометра, закон Бугера. Знакомство с лабораторным оборудованием (инфракрасный спектрофотометр, набор образцов разной толщины). Овладение методикой получения спектров ИК поглощения и проведения качественного спектрального анализа, проверка закона Бугера.
3	Поляризация света	Естественный свет, линейно-поляризованный свет, двойное лучепреломление, закон Малюса. Знакомство с лабораторным оборудованием (He-Ne лазер, поляризационный анализатор с угловой шкалой, прибор для измерения интенсивности падающего света). Измерение интенсивности поляризованного света, прошедшего через анизотропную пластину из турмалина, сравнение результатов измерений с теоретическим выражением, полученным Малюсом.
4	Квантовые эффекты	Постулаты Бора; термы; серии Бальмера, Лаймона, Пашена; постоянная Ридберга и ее физический смысл. Знакомство с лабораторным оборудованием (стеклянно-призмный монохроматор, водородная газоразрядная трубка, ртутная лампа). Анализ спектра испускания атома водорода; определение постоянной Ридберга, постоянной Планка, сопоставление с табличными значениями.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 1. Методические указания и описания лабораторных работ:

1.1. Физический практикум "Механика": метод. рекомендации по выполнению лабораторных работ и вопросы для самостоятельной работы студентов 1 курса хим. факультета / Кемеровский гос. ун-т, Кафедра общей физики ; сост.: Н. И. Гордиенок, Ю. И. Кызыласов. – Кемерово : Кузбассвуиздат, 2006. – 62 с.

1.2. Лабораторный практикум «Электричество и магнетизм»: учеб.-метод. пособие / сост. Н.Г. Торгунаков, Ю.И. Польшгалов, О.Г. Альтшулер, Н.И. Колбасова; ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово: ООО «ИНТ», 2013. – 91 с.

1.3. Кызыласов Ю.И. Оптика. Физический практикум: электронное учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Ю. И. Кызыласов, Н. И. Гордиенок. – Электрон. текстовые дан. - Кемерово : КемГУ, 2009. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – Номер ГР в ФГУП НТЦ "Информрегистр" 0320901323; свид. № 16686 от 29.07.2009. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/optics/index.htm](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/optics/index.htm).

## **2. Виртуальные лабораторные практикумы:**

2.1. Гордиенок А.Б. Виртуальный лабораторный практикум "Механика и молекулярная физика" [Электронный ресурс] / А.Б. Гордиенок, Н.И. Гордиенок, А.В. Кособуцкий, Ю.И. Кызыласов ; ФГБОУ ВПО "Кемеровский государственный университет". – Электрон. дан. – Кемерово : КемГУ, 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – № ГР в ФГУП НТЦ "Информрегистр" 0321201545; свид. № 26312 от 13.06.2012. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/mechmol/main.html](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/mechmol/main.html).

## **3. Учебные и учебно-методические пособия:**

3.1. Журавлева Л.В. Мультимедийное приложение «Механическое движение и способы его описания». Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Л.В. Журавлева; ГОУ ВПО «Кемеровский госуниверситет». – Электрон. дан. – Кемерово: КемГУ, 2009 – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC с процессором Pentium III 500 МГц; 256 Мбайт ОЗУ; операц. система не ниже Windows 2000, Internet Explorer 6.0 и выше. – Загл. с экрана. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page\\_id=153](http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=153)

3.2. Журавлева Л.В. Мультимедийное приложение «Относительность движения». Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Л.В. Журавлева; ГОУ ВПО «Кемеровский госуниверситет». – Электрон. дан. – Кемерово: КемГУ, 2009 – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC с процессором Pentium III 500 МГц; 256 Мбайт ОЗУ; операц. система не ниже Windows 2000, Internet Explorer 6.0 и выше. – Загл. с экрана. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page\\_id=153](http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=153)

3.3. Журавлева Л.В. Мультимедийное приложение «Движение в неинерциальных системах отсчета». Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Л.В. Журавлева; ГОУ ВПО «Кемеровский госуниверситет». – Электрон. дан. – Кемерово: КемГУ, 2009 – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC с процессором Pentium III 500 МГц; 256 Мбайт ОЗУ; операц. система не ниже Windows 2000, Internet Explorer 6.0 и выше. – Загл. с экрана. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page\\_id=153](http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=153).

3.4. Альтшулер О.Г., Гордиенок Н.И. Основы электростатики. Учебные электронные издания Кемгу, Кемерово 2011, ФГУП НТЦ "Информрегистр", свидетельство №22132, № гос. регистрации 0321101060 (мультимедийный электронный учебно-методический комплекс, 208 Мб). – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/UMK\\_Electrostat/index.htm](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/UMK_Electrostat/index.htm)

3.5. Альтшулер О.Г. Электростатика: Учеб. пособие [Текст] / О.Г. Альтшулер, Н.И. Гордиенок. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2008. – 92 с.

3.6. Альтшулер О.Г. Постоянный электрический ток: Учеб. пособие [Текст] / О.Г. Альтшулер, Н.И. Гордиенок. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2010. – 82 с.

3.7. Польшгалов Ю. И. Электронное учебно-методическое пособие «Электричество и магнетизм: решение задач» [Электронный ресурс] / Ю. И. Польшгалов, В.М., Гзогян, О.Г. Альтшулер, В. И. Слепнев. – Кемерово, 2006. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/electr\\_magn/Index.htm](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/electr_magn/Index.htm)

3.8. Журавлева Л.В. Оптика: мультимедийное приложение для Office 2003. [Электронный ресурс]: электрон. учебно-методич. комплекс для студентов вузов / Журавлева Л.В.- Электрон. дан. и прогр.- Кемерово, Изд-во КемГУ, 2009.- 1 электрон. опт. Диск (CD-R). - № гос. рег. 0320802527. Регистрационное свидетельство № 14754 от 6 апреля 2009 г. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page\\_id=153](http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=153)

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

#### Раздел I. Механика

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	наименование оценочного средства
1.	Оценка погрешностей измерений физических величин	ОПК-3 <b>Знать:</b> возможности и области применения методов экспериментальных исследований в физике; основополагающие представления о физических величинах и их измерении. <b>Владеть:</b> основными методами обработки результатов измерений.	Контрольные вопросы
2.	Кинематика и динамика материальной точки и абсолютно твердого тела	ОПК-3 <b>Знать:</b> методы кинематического описания механического движения; основные понятия динамики; содержание и условия применения законов динамики <b>Уметь:</b> определять законы движения материальной точки. <b>Владеть:</b> навыками работы с простыми измерительными приборами и экспериментальной аппаратурой.	Контрольные вопросы, защита работ
3.	Законы сохранения в механике	ОПК-3 <b>Знать:</b> содержание и условия применения законов сохранения в механике; связь законов сохранения с фундаментальными свойствами пространства и времени. <b>Уметь:</b> излагать и критически оценивать результаты экспериментальных исследований с использованием законов сохранения импульса и энергии. ПК-4: <b>Владеть:</b> навыками применения законов сохранения импульса и энергии при обсуждении и анализе результатов измерений.	Контрольные вопросы, защита работ

4.	Колебательное и волновое движение	ОПК-3 <i>Знать:</i> методы экспериментальных исследований колебательных процессов механических систем. <i>Уметь:</i> излагать, анализировать, и критически оценивать результаты экспериментальных исследований механических колебаний; работать с простыми измерительными приборами и экспериментальной аппаратурой.	Контрольные вопросы, защита работ
5.	Статистика Максвелла-Больцмана	ОПК-3 <i>Знать:</i> возможности статистического метода описания многочастичных систем. ПК-4: <i>Уметь:</i> использовать классические статистические распределения для описания свойств молекулярных ансамблей.	Контрольные вопросы, защита работ

## Раздел II. Электричество и магнетизм

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	наименование оценочного средства
6.	Измерение электрических и магнитных величин	ОПК-3 <i>Знать:</i> возможности и области применения методов экспериментальных исследований при измерениях электрических и магнитных величин. <i>Владеть:</i> основными методами обработки результатов измерений.	Контрольные вопросы
7.	Электростатическое поле	ОПК-3 <i>Уметь:</i> описывать электростатические поля при помощи эквипотенциальных поверхностей и линий напряженности. ПК-4: <i>Владеть:</i> навыками применения законов электростатики при обсуждении полученных экспериментальных результатов.	Контрольные вопросы, защита работ
8.	Электрические свойства проводников и полупроводников	ОПК-3 <i>Знать:</i> возможности методов экспериментальных исследований электрических характеристик проводников и полупроводников; <i>Уметь:</i> представлять, анализировать и критически оценивать результаты эксперимента, используя	Контрольные вопросы, защита работ

		основные понятия и модели физики полупроводниковых материалов.	
9.	Цепи переменного тока	ОПК-3 <b>Владеть:</b> навыками работы с измерительными приборами и лабораторными установками. ПК-4: <b>Владеть:</b> навыками применения законов раздела "Электричество и магнетизм" при обсуждении и анализе результатов измерений.	Контрольные вопросы, защита работ

### Раздел III. Оптика

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	наименование оценочного средства
1.	Интерференция и дифракция света	ОПК-3 <b>Знать:</b> возможности методов экспериментальных исследований интерференционных и дифракционных явлений. <b>Уметь:</b> анализировать результаты оптических экспериментов. <b>Владеть:</b> основными методами обработки результатов экспериментов по интерференции и дифракции света.	Контрольные вопросы
2.	Дисперсия и поглощение света	ПК-4: <b>Уметь:</b> использовать методику получения спектров ИК поглощения и проведения качественного спектрального анализа для описания свойств веществ. ОПК-3 <b>Владеть:</b> навыками работы с измерительным оборудованием, лабораторными установками.	Контрольные вопросы, защита работ
3.	Поляризация света	ОПК-3 <b>Уметь:</b> получать линейно-поляризованное излучение, измерять его интенсивность. ПК-4: <b>Владеть:</b> навыками применения законов раздела "Волновая оптика" при обсуждении и анализе результатов измерений.	Контрольные вопросы, защита работ
4.	Квантовые эффекты	ОПК-3 <b>Знать:</b> основные понятия квантовой теории строения атома, возможности оптических методов экспериментальных исследований	Контрольные вопросы, защита работ

		свойств атомов и молекул; <b>Уметь:</b> анализировать спектры поглощения атомов.	
--	--	---	--

## 6.2 Типовые контрольные задания или иные материалы

### а) Пример описания лабораторных работ

#### Раздел "Оптика". Лабораторная работа №1. Интерференция света. опыты с лазерным излучением.

##### Цель работы:

1. С помощью лазера получить интерференционные картины по схеме Юнга, Френеля и при отражении от плоскопараллельной стеклянной пластинки;
2. Определить расстояние между щелями в опыте Юнга, преломляющий угол бипризмы Френеля и порядок интерференции.

**Приборы и принадлежности:** гелий-неоновый лазер ( $\lambda = 632,8 \text{ мм}$ ), держатель с двумя щелями, бипризма Френеля, плоскопараллельная пластина из стекла, экран, оптическая скамья.

**Литература:** Г.С. Ландсберг Оптика, М., 2010, гл.3  
Д.В. Сивухин Общий курс физики. Оптика, М., 1980, гл.3  
Н.М. Гаджаев Оптика, М., 1977, гл.5

#### Теоретическая часть

При пересечении в пространстве когерентных волн имеет место явление интерференции. Оно наблюдается и в оптике, подтверждая волновую природу света.

**Интерференция – это физическое явление, заключающееся в перераспределении энергии в пространстве, где имеет место пересечение волн.**

Но для наблюдения интерференции необходимо выполнение, по крайней мере, трех условий:

1. Частота волны должна быть одинакова  $\nu_1 = \nu_2 = \nu_3 = \dots \nu_n$ ,  $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = \dots \omega_n$ , где  $\omega = 2\pi\nu$
2. Фазы волн могут быть разными  $\varphi_1 \neq \varphi_2$ , но разность фаз ( $\varphi_1 - \varphi_2 = \text{const}$ ) должна оставаться неизменной.
3. Оптическая разность хода волн до пересечения  $\Delta = n_2 L_2 - n_1 L_1 \leq l_{\text{ког}} = C\tau_{\text{ког}}$  (где  $\tau_{\text{ког}}$  и  $l_{\text{ког}}$  - время и длина когерентности) должна быть меньше длины когерентности.  $n \cdot L$  - оптический путь,  $n$  – абсолютный показатель преломления среды.

Интерференции не будет, если волны поляризованы во взаимноперпендикулярных направлениях (Араго и Френель, 1816г.)

В случае пересечения двух плоских монохроматических волн

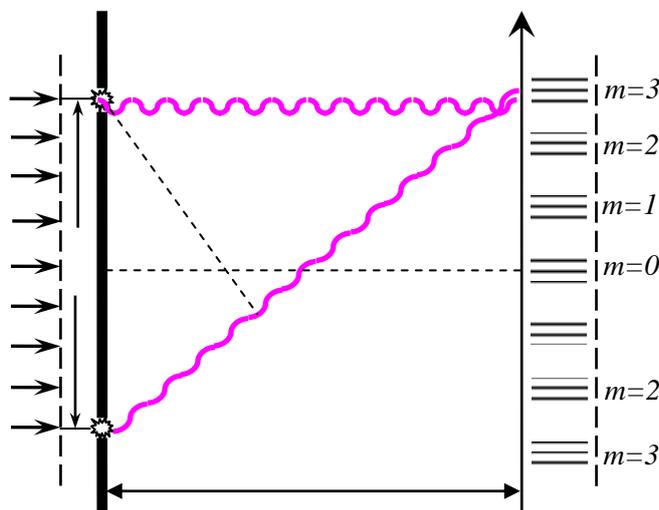
$$\vec{E}_1 = \vec{E}_0 \cos(\omega t - kL_1 + \varphi_1) \quad (1)$$

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_0 \cos(\omega t - kL_2 + \varphi_2) \quad (2)$$

интенсивность света в точке пересечения будет:

$$I = 4I_0 \cos^2 \frac{k\Delta}{2} = 2I_0(1 + \cos k\Delta) \quad (3)$$

можно получить для вакуума ( $n=1$ ):



1. Условие “max” -  
 $\Delta = L_2 - L_1 = m\lambda$  - светлая полоса
2. Условие “min” -  
 $\Delta = L_2 - L_1 = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$  - темная полоса

Число “m” называют порядком интерференции. Наблюдать интерференцию проще всего с помощью лазера, т.к. лазерное излучение характеризуется большой длиной когерентности  $l_{\text{ког}}$  и следовательно порядки интерференции “m” могут быть очень большими.

рядки интерференции “m” могут быть очень большими.

### Экспериментальная часть

#### Упражнение 1. Интерференционный опыт Юнга. Определение расстояния между двумя щелями.

Этот опыт заключается в наблюдении интерференционной картины двух волн, получающихся в результате деления исходного пучка на две части с помощью двух узких параллельных щелей  $S_1$  и  $S_2$ , расположенных на расстоянии “a” друг от друга (метод деления волнового фронта).

Из рисунка можно получить значение разности хода  $\Delta = L_2 - L_1 = \frac{a}{L} \cdot h$  (1)

OM=h.

Ширину полос на экране можно оценить, как расстояние между двумя соседними “max”, например, 1 и 2

$$\Delta_1 = \frac{a}{L} \cdot h_1 = 1 \cdot \lambda \quad (2)$$

$$\Delta_2 = \frac{a}{L} \cdot h_2 = 2 \cdot \lambda \quad (3)$$

Тогда :

$$\delta h = h_2 - h_1 = \frac{\lambda \cdot L}{a} \quad (4)$$

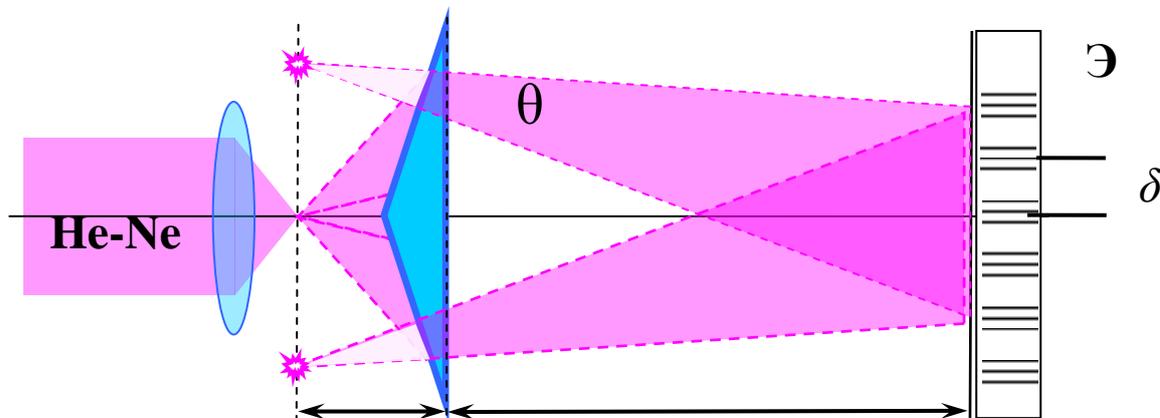
Для расчета "а" необходимо измерить L и расстояние между полосами  $\delta h$  при  $\lambda = 632,8 \text{ мм}$

Итак:

1. Включите He - Ne –лазер;
2. Направьте луч лазера на предложенную диафрагму с двумя щелями;
3. Получите интерференционную картину на экране, расположив его на расстоянии L, чтобы полосы были наиболее отчетливо видны (смотрите формулу 4);
4. Сообразите, как рассчитать  $\delta h$  и зачем "а";
5. Рассчитайте абсолютную и относительную ошибки для "а";
6. Данный эксперимент может быть повторен для других пар щелей с  $a_1, a_2, a_3 \dots$  по рекомендации преподавателя.

### **Упражнение 2. Наблюдение интерференции света с помощью бипризмы Френеля и расчет ее преломляющего угла.**

В этом упражнении, как и в предыдущем, реализуется один из способов получения когерентных световых волн – метод деления волнового фронта. Для разделения световой волны на две используется призма с углом при вершине, близким к  $180^\circ$ . С помощью собирающей линзы высокого качества (микробъектив от микроскопа) параллельный лазерный пучок фокусируется и фокальная точка служит точечным источником S, фронт волны от которого имеет сферическую форму. Схема опыта представлена на рисунке.



**Рекомендуется следующий порядок выполнения упражнения:**

1. Включите лазер и направьте его на экран по центру оптической скамьи.
2. Поставьте на пути луча короткофокусную линзу L ( $f=20-3 \text{ мм}$ ). Добейтесь, чтобы центр пятна на экране приходился на то место, где был след от несфокусированного луча лазера (п.1.)
3. На пути расходящегося пучка поставьте бипризму так, чтобы она «рассекала» пучок на две одинаковые части.
4. Чтобы интерференционная картина на экране была достаточно четкой, расположите на расстоянии  $v \geq 2 \text{ м}$ .

5. Полученную картину необходимо зарисовать.
6. Как видно из рисунка интерференционная картина на экране получается от 2-х мнимых источников  $S'$  и  $S''$ , полученных от одного действительного  $S$ . Поэтому волны от  $S'$  и  $S''$  являются когерентными. Расчет расстояний между соседними полосами на экране  $\delta h$  приводит к формуле:

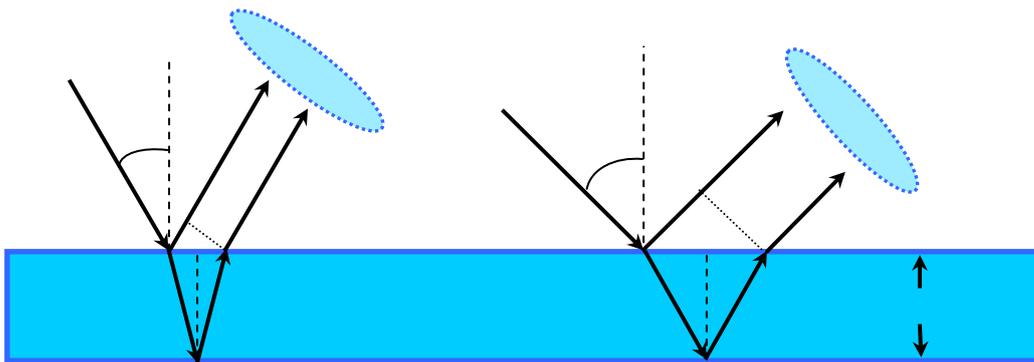
$$\delta h = \frac{a + b}{2a(n-1) \cdot \theta} \cdot \lambda$$

7. позволяющей рассчитать в радианах преломляющий угол призмы  $\theta (n = 1,5, \lambda = 632,8 \text{ мм})$ .

**Упражнение 3. Наблюдение интерференционных линий равного наклона и определение порядка интерференции.**

Понять природу появления интерференционных «линий равного наклона» можно, если рассмотреть ход лучей в следующих схемах с использованием плоскопараллельной прозрачной пластины толщиной «d».

а) источник находится бесконечно далеко от пластины или лучи 1 и 2 практически параллельны:



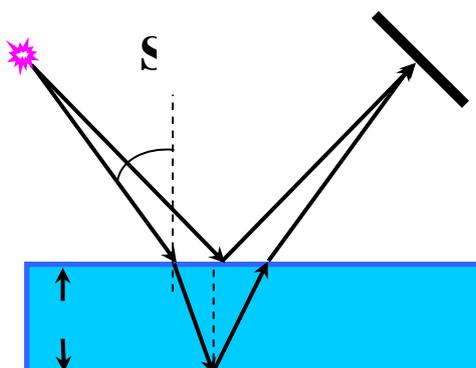
Для случая с наклоном  $\angle L_1$  разность хода

$$\Delta_{2,1} = (AB + BC)n - DA - \frac{\lambda}{2}, \text{ Если } \angle L \rightarrow 0, \Delta_{1,2} \rightarrow \max.$$

Для случая с наклоном  $\angle L_2$  разность хода

$$\Delta_{2,1} = (A'B' + B'C')n - D'A' - \frac{\lambda}{2}, \text{ Если}$$

$$\angle L_2 \rightarrow 0, \Delta_{1,2} \rightarrow \max$$

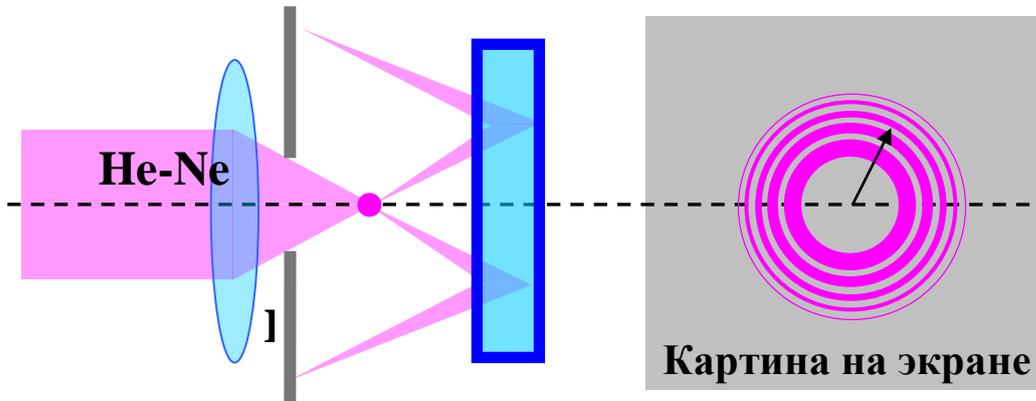


« $\frac{\lambda}{2}$ » – «потеря полуволны» при отражении от более плотной среды. В результате каждому наклону соответствует своя интерференционная полоса (1 и 2, 1' и 2') локализованная в

бесконечности. Ее наблюдение можно обеспечить с помощью линз  $L_1$  и  $L_2$ .

в) Источник точечный – S

Если использовать световой пучок от S с большой угловой апертурой, освещающий тонкую пластинку, то на экране будет наблюдаться картина из свет-



лых и темных колеи, соответствующей определенным углам падения  $\angle L$ . В данном упражнении используется следующая схема: излучение лазера направляется на собирающую линзу (микрообъектив), на корпус которой надевается экран с отверстием по центру. Это позволяет наблюдать интерференционную картину в отраженных назад от пластинки лучах. Полосы равного наклона в этом случае не локализованы, т.е. их можно наблюдать всюду.

Порядок интерференции « $m$ » будет максимальным  $m_{max}$ , когда лучи падают на пластинку нормально ( $\angle L = 0^0$ ), т.к. в этом случае разность хода  $\Delta_{2,1}$  наибольшая и равна  $\Delta_{2,1} = 2 \cdot n \cdot d$

$$\Delta_{2,1} = 2 \cdot n \cdot d = m_{max} \cdot \lambda$$

тогда  $m_{max} = \frac{2nd}{\lambda}$ . Этой формулой можно

воспользоваться, если известна толщина пластинки “ $d$ ” и ее показатель преломления ----.

В нашем случае, когда толщина пластинки неизвестна, строгий расчет приводит к формуле, связывающей номер светлого кольца  $K$ , его радиус  $R$  и  $m_{max}$

$$K = \frac{m_{max}}{8n^2L^2} \cdot R^2k$$

Данное соотношение позволяет рассчитать  $m_{max}$ , в том числе и графически, если построить график функции  $y=ax$ , где  $y=k$  – номер кольца,  $R^2k=x$  – соответствующий радиус в квадрате,  $a=tg\varphi$  по графику.

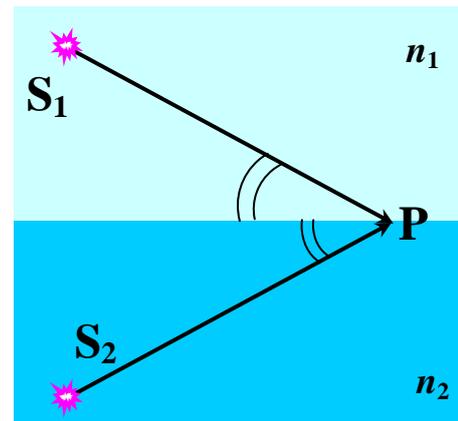
$$a = tg\varphi = \frac{K}{R^2} = \frac{1}{8k^2L^2} m_{max}$$

Измерьте радиусы светлых колеи, начиная с  $k = 1$  ( $k = 1,2,3,4,5...10$ ). Полученные экспериментальные данные должны укладываться на прямую, которую надо провести с учетом ошибок измерений.

По графику рассчитайте максимальный порядок интерференции, а также оцените толщину пластинки, не производя прямых измерений этой толщины.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключается явление интерференции волн?
2. При каких условиях наблюдается интерференция световых волн?
3. Почему порядок интерференции в опыте с параллельной пластиной наибольший при нормальном падении лучей на нее?
4. Запишите связь между оптической разностью хода и разностью фаз двух лучей.
5. В чем состоит разница между явлениями интерференции и дифракции? В чем заключается их единство?
6. На рисунке  $S_1$  и  $S_2$  когерентные источники,  $l_1 = l_2 = 0,1$  м. Лучи приходят в точку  $P$ , лежащую на границе раздела двух сред. Чему равна геометрическая и оптическая разность хода, если показатели преломления  $n_1 = 1$ ,  $n_2 = 1,5$ .
7. Запишите и объясните физический смысл для синфазности колебаний, условие усиления и ослабления интенсивности света при интерференции.
8. Какие основные методы существуют для получения интерференционных картин?
9. В опыте Юнга ширина между щелями равна  $a$ , длина волны равна  $\lambda$ . Определить максимально возможное число интерференционных полос, если размеры экрана неограниченны ( $a = 1$  мм,  $\lambda = 5000$  А)
10. В чем состоит разница между полосами равного наклона и равной толщины? Приведите примеры.
11. Сделайте вывод формулы для преломляющего угла бипризмы Френеля.
12. Что понимают под порядком интерференции?



### Экспериментальная часть

1. Каким образом можно убедиться, что луч лазера установлен параллельно рельсу оптической скамьи?
2. Как влияет явление дифракции на распределение интенсивности на экране в опыте Юнга?
3. Объясните появление «тонкой» структуры интерференционной картины в опыте Юнга.
4. Каким способом можно измерить расстояние между интерференционными полосами?
5. С какой целью в третьем опыте используется микробъектив, а не линза?

6. Чему равна результирующая интенсивности при интерференции от двух источников, если каждый источник создает в точке на экране интенсивность  $I_1=I_2=1$ , а порядок интерференции равен: 1)  $m=9,25$ ; 2)  $m=99,5$ ; 3)  $m=999,75$ ?
7. Используя результаты измерения максимального порядка интерференции, определите толщину стеклянной пластинки.
8. Докажите, что порядок интерференции при нормальном падении луча на пластинку будет максимальным.
9. Направьте луч лазера на матовую стеклянную пластинку. Вы увидите, что освещенное пятно мерцает, имеет зернистую структуру. Объясните этот эффект (Ландсберг Г.С. «Оптика», стр. 109).

## СПИСОК КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАЗДЕЛУ I "МЕХАНИКА"

1. Что такое материальная точка? Радиус-вектор материальной точки?
2. Чему равна мгновенная скорость при поступательном движении? Ускорение (прямолинейная и криволинейная траектория)?
3. Угловая скорость – модуль, направление, единица измерения? Угловое ускорение – модуль, направление, единица измерения?
4. В чем заключается 1-й закон Ньютона?
5. В чем заключается 2-й закон Ньютона?
6. В чем заключается 3-й закон Ньютона?
7. Что называют импульсом системы точки? Моментом импульса? Моментом силы?
8. Вращательное движение твердого тела. Вектор элементарного углового перемещения. Вектор угловой скорости.
9. Плоское движение абсолютно твердого тела. Разложение плоского движения на поступательное и вращательное. Мгновенная ось вращения.
10. Сформулируйте определение понятия "число степеней свободы". Приведите конкретные примеры степеней свободы.
11. Что такое момент инерции системы материальных точек относительно оси вращения? Чему равен момент инерции твердого тела относительно оси вращения?
12. Что называют работой силы (в том числе, в поле переменной силы) ?
13. Чему равна кинетическая энергия материальной точки? Твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
14. Что такое потенциальная энергия? Чему равна потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью Земли? Потенциальная энергия сжатой пружины?
15. Сформулируйте определение потенциального силового поля и докажите, что однородное и стационарное поле сил тяжести – потенциально.
16. В чем заключается закон сохранения импульса? Уточните понятие "изолированная система". Примеры?
17. В чем заключается закон сохранения момента импульса? Что значит "изолированная система". Примеры?
18. В чем заключается закон сохранения механической энергии? Что значит "изолированная система". Примеры?
19. Запишите уравнение гармонического колебания – в тригонометрической комплексной форме. Объясните физический смысл обозначений. Как из периодичности  $\sin$  ( $\cos$ ) вытекает связь периода колебаний с циклической частотой?

20. Что происходит при сложении сонаправленных гармонических колебаний одинаковой частоты? Как зависит амплитуда результирующего колебания от разности начальных фаз?
21. Что происходит при сложении взаимно-перпендикулярных гармонических колебаний одинаковой частоты? Как зависит траектория материальной точки от разности начальных фаз?
22. Что такое гармонический осциллятор? Чему равна энергия гармонического осциллятора?
23. Как из 2-го закона Ньютона для пружинного маятника с учетом сил трения вытекает уравнение затухающих колебаний? Что такое “апериодическое движение”?
24. В чем заключается явление резонанса? Получите выражение для амплитуды вынужденных колебаний (внешняя сила меняется по гармоническому закону).
25. Что называют резонансной частотой? Как получить выражение для резонансной частоты из формулы для амплитуды вынужденных колебаний?
26. Что такое волна? Что называют плоской волной? Запишите волновое уравнение и уравнение плоской волны (как дифференциальное уравнение и его решения).
27. В чем заключается явление интерференции волн? Как происходит перераспределение энергии при интерференции? Что такое когерентные источники? Когерентные волны?
28. Как возникают стоячие волны? Получите выражение для стоячей волны. Почему стоячей волной не переносится энергия?
29. Чем объясняется звучание струн и воздушных столбов (струнные и духовые музыкальные инструменты)?
30. Как ограничена область слышимости звуковых волн (по интенсивности и частотному диапазону)?
31. Какими свойствами реальных молекул пренебрегают, формируя модель идеального газа?
32. Как статические законы описывают поведение совокупности молекул? В чем заключается закон распределения молекул по скоростям (Максвелла)? Как выглядят графики этого распределения для различных температур?
33. Запишите распределение Больцмана и поясните смысл всех физических величин, входящих в это выражение.
34. Дайте определение броуновского движения. Объясните, почему оно наблюдается только в случае малых частиц. Можно ли остановить броуновское движение частиц?
35. Что такое число степеней свободы? В чем заключается теорема Максвелла-Больцмана о равномерном распределении энергии по степеням свободы?

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАЗДЕЛУ II "ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ"

1. В чем заключается закон Кулона?
2. Что такое вектор напряженности электрического поля? Сформулируйте принципы суперпозиции для вектора  $\vec{E}$ ? Что такое силовая линия вектора  $\vec{E}$ ?
3. Как вычислить вектор  $\vec{E}$ , созданный системой точечных зарядов? Непрерывным распределением заряда?
4. В чем заключается теорема Гаусса для вектора  $\vec{E}$  в вакууме? Доказательство теоремы?
5. Как применяется теорема Гаусса для определения вектора  $\vec{E}$ , созданного непрерывным распределением зарядов (бесконечно длинная нить, бесконечно большая заряженная плоскость и др.)?
6. Работа поля по перемещению точечного заряда  $q'$  в поле, созданном точечным зарядом  $q$ ?
7. Что такое разность потенциалов? Связь ее с вектором  $\vec{E}$ ? Как вычислить потенциал поля, созданный дискретным распределением точечных зарядов? Непрерывным распределением зарядом?
8. Что Вы знаете об электростатическом поле в проводниках? Где локализованы электрические заряды в проводнике? Докажите, что заряженный проводник – эквипотенциальный объем.

9. Чему равно электрическое поле у поверхности проводника? Его направление?
10. Что такое конденсатор? Емкость конденсатора? Как вычислить и чему равна емкость плоского, цилиндрического, сферического конденсатора?
11. Чему равна энергия заряженного конденсатора? Где локализована энергия заряженного конденсатора?
12. Что такое диэлектрик? Электрический диполь, электрический момент диполя?
13. Что происходит с электрическим диполем в однородном электрическом поле? В неоднородном поле?
14. Что такое вектор поляризации? Диэлектрическая восприимчивость?
15. Что такое вектор электрического смещения (индукции)  $\vec{D}$ ? Что такое диэлектрическая проницаемость изотропного диэлектрика?
16. Как изменяется емкость конденсатора при заполнении его диэлектриком? Почему?
17. Что такое сегнетоэлектрик? Петля гистерезиса? Сегнетоэлектрик как элемент памяти?
18. Сформулируйте законы электростатики в диэлектрике: закон Кулона, напряженность электрического поля, разность потенциалов, теорема Гаусса (для вектора  $\vec{D}$ ); объемная плотность энергии?
19. Что такое электрический ток? Сила тока? Плотность тока?
20. Сформулируйте закон Ома для однородной цепи в интегральной форме, в дифференциальной?
21. Как сопротивление проводника зависит от температуры? В чем заключается явление сверхпроводимости?
22. Сформулируйте закон Джоуля–Ленца: а) в интегральной форме; б) в дифференциальной форме.
23. Что такое электродвижущая сила? Запишите закон Ома для участка цепи с источником.
24. Полупроводники – собственная и примесная проводимость полупроводников  $p$ - и  $n$ -типа (акцепторы и доноры).
25. В чем заключается закон Био-Савара-Лапласа? Что такое напряженность и индукция магнитного поля? Принцип суперпозиции для векторов  $\vec{B}$ ,  $\vec{H}$ ?
26. Как вычислить поле в центре кругового витка с током, используя закон Био-Савара-Лапласа и принцип суперпозиции?
27. В чем заключается теорема о циркуляции вектора  $\vec{H}$ ?
28. Как применяется теорема о циркуляции вектора  $\vec{H}$  для вычисления поля прямого проводника с током? Поля полого и сплошного цилиндра стоком? Поля коаксиального кабеля?
29. Как ведет себя проводник с током в магнитном поле (сила Ампера); заряд, движущийся в магнитном поле (сила Лоренца)? Контур с током в магнитном поле?
30. Что такое Ампер (единица силы тока)? Дайте полное определение.
31. в чем заключается явление электромагнитной индукции Фарадея? Чему равна индуцированная ЭДС?
32. В чем заключается правило Ленца?
33. Принцип действия генератора переменного тока?
34. В чем заключается явление самоиндукции? Что такое индуктивность? Вычислите индуктивность тороида? Длинного соленоида?
35. Чему равна энергия магнитного поля? Объемная плотность энергии магнитного поля?
36. Что называют магнетиком? В чем заключается диа- и парамагнетизм? Ферромагнетизм?
37. Что такое магнитный момент рамки с током? Что такое вектор намагничивания ( $\vec{J}$ )? Что такое магнитная восприимчивость ( $\chi$ )? Что такое магнитная проницаемость?

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАЗДЕЛУ III "ОПТИКА"

1. Запишите уравнения Максвелла и объясните их физическую суть. Какой физический смысл имеет электродинамическая постоянная?
2. Какова структура плоской электромагнитной волны?
3. Энергетические и фотометрические характеристики света.
4. Запишите формулу тонкой линзы. Что называется aberrацией линз?
5. В чем заключается явление интерференции волн?
6. При каких условиях наблюдается интерференция световых волн?
7. Почему порядок интерференции в опыте с параллельной пластиной наибольший при нормальном падении лучей на нее?
8. Запишите связь между оптической разностью хода и разностью фаз двух лучей.
9. В чем состоит разница между явлениями интерференции и дифракции? В чем заключается их единство?
10. Запишите и объясните физический смысл для синфазности колебаний, условие усиления и ослабления интенсивности света при интерференции.
11. Какие основные методы существуют для получения интерференционных картин?
12. В опыте Юнга ширина между щелями равна  $a$ , длина волны равна  $\lambda$ . Определить максимально возможное число интерференционных полос, если размеры экрана неограниченны ( $a = 1$  мм,  $\lambda = 5000$  А).
13. В чем состоит разница между полосами равного наклона и равной толщины? Приведите примеры.
14. Сделайте вывод формулы для преломляющего угла бипризмы Френеля.
15. Что понимают под порядком интерференции?
16. Как устроен многолучевой интерферометр Фабри-Перо? Каковы области его применения?
17. В чем заключается явление дифракции световых волн?
18. Объясните, в чем состоит метод Френеля. Что такое зонная пластинка?
19. Что называют дифракцией Фраунгофера?
20. Каковы спектральные характеристики дифракционных решеток?
21. Дисперсия света. Классическая теория дисперсии.
22. Что называют групповой и фазовой скоростями?
23. Приведите виды поляризации световых волн. Что называют степенью поляризации?
24. Поляризационные приборы: призма Николя, дихроизм.
25. Формула Брюстера. Полное внутреннее отражение. Волоконная оптика.
26. Распространение света в проводящих средах. Основы металлооптики.
27. Распространение света в анизотропных средах. Тензор диэлектрической проницаемости. Двойное лучепреломление.
28. Искусственная оптическая анизотропия. Эффект Керра. Вращение плоскости поляризации.
29. Какое излучение называют тепловым? Что такое абсолютно черное тело? Можно ли Солнце назвать абсолютно черным телом?
30. Лазеры. Принципиальная схема. Условие стационарной генерации. Способы модуляции добротности. Моды.
31. Газовый лазер на смеси He-Ne. Объясните механизм создания инверсной заселенности энергетических состояний.
32. В чем заключается эффект Доплера в оптике (продольный и поперечный)?
33. Постулаты Бора. Термы, сериальные формулы. Постоянная Ридберга и ее физический смысл. Понятие о спине. Недостаточность теории Бора. Спектры щелочных металлов. Эффект экранирования ядра. Сплошной и дискретный спектры. Закон Мозли.
34. Законы теплового излучения. Формула Планка.

### **б) Критерии оценивания компетенций**

- полнота ответов на вопросы при защите лабораторных работ;
- знание схемы экспериментальной установки; продемонстрированные навыки работы с использовавшимся экспериментальным оборудованием;
- умение пояснить связь между различными физическими величинами; сделать анализ физического процесса или явления, опираясь на знания основных законов общей физики;
- способность критически анализировать и давать оценку разумности полученного результата;
- наличие всех необходимых расчетов и графиков в лабораторном журнале, отсутствие грубых погрешностей при измерениях и расчетах.

### **в) Описание шкалы оценивания**

Оценивание происходит по 10-балльной шкале:

- составление конспекта описания лабораторной работы, выполнение необходимых измерений при условии отсутствия нарушений техники безопасности и бережном обращении с измерительным оборудованием, выполнение всех требуемых расчетов и оформление результатов работы в графическом виде (необходимые условия для выхода на защиту работы): 3 балла;
- ответы на основные вопросы при защите лабораторной работы: 0-5 баллов;
- ответы на дополнительные вопросы: 0-3 балла.

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

Оценка работы студента в течение семестра (текущий рейтинг) производится в соответствии со следующей таблицей:

Вид деятельности	Количество баллов	Максимальное количество баллов за семестр по видам деятельности
Лабораторная работа	10	50

Работа студентов на лабораторных занятиях оценивается следующим образом:

- составление конспекта описания лабораторной работы, выполнение необходимых измерений при условии отсутствия нарушений техники безопасности и бережном обращении с измерительным оборудованием, выполнение всех требуемых расчетов и оформление результатов работы в графическом виде (необходимые условия для выхода на защиту работы): 3 балла;
- ответы на основные вопросы при защите лабораторной работы: 0-5 баллов;
- ответы на дополнительные вопросы: 0-3 балла.

При ответах на вопросы оценивается понимание физической сущности явлений, исследовавшихся в данной лабораторной работе, умение студента дать определения основных физических величин и установить причинно-следственные связи между ними, записать математические формулировки физических законов.

Обязательным является знание основных научных понятий, относящихся к теме исследования.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

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

1. Детлаф А. А. Курс физики [Текст]: учебное пособие / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – 7-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 720 с.
2. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 1. Механика. 5-е изд. [Электронный ресурс] / И. В. Савельев. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 352 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/704>
3. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 2. Электричество и магнетизм. 5-е изд. [Электронный ресурс] / И. В. Савельев. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 352 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/705>
4. Ландсберг Г. С. Оптика [Текст]: учебное пособие / Г. С. Ландсберг. – 6-е изд., стер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 848 с.
5. Гринкруг М. С. Лабораторный практикум по физике [Электронный ресурс] / М. С. Гринкруг. – М.: Лань, 2012. – 480 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3811>

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

1. Физический практикум по механике [Текст] / сост. Т.П. Кириенко, С.А. Маринова, А.В. Силинин, Р.И. Филиппов ; Кемеровский гос. ун-т, Кафедра общей физики. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2008. – 155 с.
2. Виртуальный лабораторный практикум "Механика и молекулярная физика" [Электронный ресурс] / А.Б. Гордиенко, Н.И. Гордиенок, А.В. Кособуцкий, Ю.И. Кызыласов ; ФГБОУ ВПО "Кемеровский государственный университет". – Электрон. дан. – Кемерово : КемГУ, 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – № ГР в ФГУП НТЦ "Информрегистр" 0321201545; свид. № 26312 от 13.06.2012. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/mechmol/main.html](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/mechmol/main.html)
3. Молекулярная физика: виртуальный лабораторный практикум: мультимедийные учебные материалы [Электронный ресурс] / А. Б. Гордиенко, А. В. Кособуцкий; КемГУ. – Электрон. дан. – Кемерово: КемГУ, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0321301673, свид. № 30971 от 17.07.2013. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/molec\\_lab\\_2013/index.htm](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/molec_lab_2013/index.htm)
4. Электричество и магнетизм [Текст] : лабораторный практикум: [учеб.-метод. пособие] / Кемеровский гос. ун-т, Кафедра общей физики ; сост. Н.Г. Торгунаков, Ю.И. Польшгалов, Н.И. Колбасова, З.Р. Силинина. – Омск: СТИВЭС, 2011 – 132 с.
5. Кызыласов Ю. И. Оптика : физический практикум : электрон. учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / Ю. И. Кызыласов, Н. И. Гордиенок. – Кемерово : КемГУ, 2009. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – Номер ГР в ФГУП НТЦ "Ин-

формрегистр" 0320901323; свид. № 16686 от 29.07.2009. – Режим доступа: [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/optics/index.htm](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/optics/index.htm)

6. Грабовский, Р. И. Курс физики [Текст] : учеб. пособие / Р. И. Грабовский, 2007. – 607 с.
7. Фриш С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. 13-е изд. / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. – СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 480 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/416>
8. Фриш С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.2. Электрические и электромагнитические явления. 12-е изд. / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. – СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 528 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/418>
9. Фриш С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.3. Оптика. Атомная физика. 10-е изд. / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. – СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 656 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/419>
10. Альтшулер О.Г., Гордиенок Н.И Основы электростатики. Учебные электронные издания Кемгу, Кемерово 2011, ФГУП НТЦ "Информрегистр", свидетельство №22132, № гос. регистрации 0321101060 (мультимедийный электронный учебно-методический комплекс, 208 Мб). [http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn\\_pos/УМК\\_Electrostat/index.htm](http://physic.kemsu.ru/pub/library/learn_pos/УМК_Electrostat/index.htm)
11. Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие. 3-е изд., стер. / А. Н. Зайдель. – СПб.: Изд-во «Лань», 2009. – 112 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/146>

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

1. Естественно-научный образовательный портал (физика, химия, биология, математика) [Электронный ресурс] /Мин-во образован. РФ. – Электрон. дан. – М. ; СПб., 2002. – Режим доступа : <http://www.en.edu.ru/> (раздел Физика: <http://www.en.edu.ru/catalogue/306>).
2. Phys.Web.Ru [Электронный ресурс] : Научно-образовательный сервер по физике / Физ. фак., Моск. гос. ун-т. -Электрон. дан. – М., 2000. – Режим доступа : <http://phys.web.ru/> (Раздел Механика: <http://genphys.phys.msu.ru/rus/lab/mech/> )

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### ***по подготовке к лабораторным работам (практикуму)***

Изучение каждого раздела физики сопровождается выполнением лабораторного практикума. Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях кафедры общей физики.

### **Правила поведения и работы в лабораториях кафедры общей физики**

- Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале.

- В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде.
- На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и вообще посторонние предметы.
- Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней.
- Запрещается включать какие либо приборы или схемы без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом.
- После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

### **Рекомендации по подготовке к выполнению работы**

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

#### **Для подготовки к опыту:**

1. Прочтите руководство к работе. Выясните в процессе чтения, а в случае необходимости – на консультации с преподавателем, какие физические законы используются при решении задачи и какие закономерности лежат в основе расчетных формул. Ознакомьтесь со списком рекомендованной литературы.
2. Самостоятельно или с помощью учебных пособий выведите формулы, которые используются в работе.
3. Еще раз прочтите руководство, но теперь в лаборатории, имея перед глазами установку для проведения опыта. При этом уясните себе, как в особенностях конструкции установки обеспечивается выполнение условий, в которых справедливы законы и формулы, используемые в задаче.
4. Разберитесь в принципах работы измерительных приборов, с которыми имеете дело в первый раз.
5. Разберитесь в требованиях, которые надо предъявить к настройке приборов и установке в целом, чтобы обеспечить наилучшие результаты опыта.

Каждым студентом должна быть заведена специальная тетрадь для выполнения лабораторных работ, в которую при подготовке заносятся краткие сведения из теории, схема опыта и т.д., а в дальнейшем полученные результаты измерений, их обработка и конечный результат. Для записи результатов измерения должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент, не отчитавшийся за 3 и

более работ, считается задолжником и к выполнению последующих работ не допускается. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

#### **Схема отчета по выполненной лабораторной работе**

1. Название работы.
2. Цель работы, оборудование.
3. Краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы.
4. Ход работы.
5. Результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков.
6. Расчет искомой величины и ее значение.
7. Расчет ошибки измерения.
8. Окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения.
9. Выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

Если результат не согласуется с табличным значением, то необходимо объяснить причины расхождений.

При пропуске занятия данная лабораторная работа выполняется в часы самоподготовки к следующему занятию. В этом случае лаборант делает отметку в тетради студента с обязательным указанием фамилии студента, названия работы, даты ее выполнения и ставит свою подпись.

#### ***по организации самостоятельной работы***

Рабочей программой дисциплины «Лабораторный физический практикум» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа предполагает: изучение студентами рекомендованной литературы и усвоение необходимого теоретического материала, подготовку к лабораторным работам, заполнение лабораторного журнала (выполнение расчетов, подготовка таблиц, графиков), работу с Интернет-источниками.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать материалы сайта КемГУ <http://physic.kemsu.ru> и обучающие программы, предложенных преподавателем.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Часть занятий проводится с использованием виртуальных лабораторных работ (компьютерный практикум), разработанных на языке ActionScript 3.0. На ла-

бораторных занятиях используется решение вариативных задач малыми группами с возможностью применения информационно-поисковых систем.

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ ауд., лаб.	Название аудитории, лаборатории	Перечень основного используемого оборудования
2204	Учебная лаборатория "Механика"	<p style="text-align: center;"><b>«Практикум по измерению физических величин»</b></p> <p><b>1. Установка «РМС «Методы измерения линейных величин»</b> для изучения средств и способов измерения линейных величин, используя стандартные измерительные приборы, включает в себя: измерительная плита со стойкой; устройство базирования измеряемых образцов; измерительные инструменты и устройства; набор измеряемых образцов.</p> <p><b>2. Установка «РМС «Методы измерения температуры»</b> для ознакомления с различными типами датчиков и приборов, предназначенных для измерения температуры, изучения методов измерения температуры и определение погрешности результатов измерений, включает в себя: нагревательная камера с датчиком температуры (максимальная температура нагрева 120С); манометрический, биметаллический и жидкостный термометры (погрешность измерения температуры не более 4%); термометр сопротивления и dilatометрический термодатчик, мультиметр.</p> <p><b>3. Установка «РМС «Методы измерения электрических величин»</b> для изучения средств и методов измерения электрических величин (сопротивления, напряжения, силы тока), включает в себя: лабораторный стенд с диапазоном формирования электрических величин: сопротивлений, кОм от 0.15 до 200; напряжений, В от 0.25 до 24, силы тока, мА от 0.6 до 46).</p> <p><b>4. Установка «РМС «Методы измерения давления»</b> для изучения средств и методов измерения давлений стрелочными манометрами различных типов, оценки погрешности результатов измерений, включает в себя: комплект датчиков давлений с источником питания; стрелочные манометры; ресивер; мультиметр; датчик давления воздуха.</p> <p><b>5. Установка «РМС «Методы измерения частоты»</b> для измерения заданной частоты электрических и оптических сигналов различными методами, оценки погрешности результатов измерений, включает в себя: электродвигатель постоянного тока с диском считывания оптического сигнала (генератор частоты) с регулятором скорости вращения; оптопара; электронный частотометр с цифровым дисплеем (диапазон изменяемых частот от 0.15 до 10Гц); стробоскоп; двухлучевой осциллограф.</p> <p>Тахометр электронный ТЭМП-4. Тахометр ИО-30. Осциллографы. Разрывная машина. Угломер оптический. Стробоскоп СШ-2. Маятник крутильный. Маятники ФП-</p>

		101А, ФП-104А. Маятник Обербека. Секундомеры. Генераторы ГЗ-18, ГЗ-34. Установка для изучения прецессии гироскопа со встроенным секундомером. Установка для изучения эллипсоида инерции твердых тел со встроенным секундомером.
2213	Учебная лаборатория “Молекулярная физика”.	Осциллограф С1-72. Звуковой генератор Г-3-102. Микроманометр ЛТА-4,5. Микроскоп МБС-9. Насос вакуумный. Измеритель УЗИС-76. Насос вакуумный с эл/дв. Вольтметр В7-26. Термостат И-4. Ультратермостат УТУ. Ультратермостат ИТИ-4/84. Осциллограф. Секундомер электронный СЭЦ. Вольтметр В7-26. Генератор сигналов. Вольтметр В7-21А. Установка для определения коэффициента вязкости воздуха ФПТ1-1, Установка для исследования теплоемкости твердого тела ФПТ1-8, Установка для определения изменения энтропии ФПТ1-11, Установка для определения универсальной газовой постоянной ФПТ1-12
2217	Учебная лаборатория “Электричество и магнетизм”.	Типовой комплект оборудования для лаборатории “Электричество и магнетизм” (с 6 осциллографами, 6 звуковыми генераторами): ФПЭ 02 –20, магазин емкостей (МЕ), магазин сопротивлений (МС), источник питания, стойка, ЗИП. Источники питания УИП-2, Б5-48, Б5-50. Выпрямители ВУ-110124Б; ТВ-2. Осциллографы С1-72, ЕО-174А, С1-101, С1-112, С1-81, ЕО-213. Стенд ФД 701. Вольтметры В7-26, В7-36, ВЗ-38А, ВУ –15, В7-21А, В7-16А. Стабилизаторы П-3612. Микроамперметры Ф-195. Электромагниты ЭМ-1. Омметры М-218. Измерители Е7-11, Ф 4103, Ф 4372, Е7-13. Магазины Р-567. Мост Р-316. Генератор импульсов Г5-66. Прибор питания “Агат”. Потенциометры. Магазин емкости Р 50-25.
2211	Учебная лаборатория «Оптика»	<b>1. Комплект лабораторного оборудования «Рабочее место студента (РМС) «Измерение спектров поглощения и пропускания»</b> для измерения спектров пропускания и поглощения цветных светофильтров и спектров пропускания водных растворов, включает в себя: монохроматор с системой фоторегистрации (диапазон длин волн 380-700 нм); светодиод белого цвета (диапазон длин волн 370-800 нм); цветные стандартные светофильтры (4 шт.); кювета с водным раствором. <b>2. Комплект лабораторного оборудования «РМС «Изучение дифракции света»</b> для определения периода дифракционной решетки (источник света - ртутная лампа) и области пропускания светофильтров (источник света - галогенная лампа), включает в себя: две оптические скамьи длиной 450 мм; галогеновая лампа в корпусе, ртутная лампа в корпусе с единым блоком питания; контейнер со светофильтрами; две дифракционные решетки; два экрана-линейки; набор стационарных и подвижных рейтеров (4 шт.). <b>3. Комплект лабораторного оборудования «РМС «Изучение интерференции света»</b> для определения радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона в лазерном излучении, включает в себя: оптическая скамья длиной 1000 мм; полупроводниковый лазер (длина волны 650 нм, диапазон

		<p>мощности от 1 до 5 мВт) с котировочным модулем и источником питания; интерференционный элемент в оправе; экран; набор из 4 рейтеров и юстируемых держателей.</p> <p><b>4. Комплект лабораторного оборудования «РМС «Изучение поляризации света»</b> для определения степени поляризации в зависимости от угла падения света на диэлектрик в отраженном и проходящем свете и изучения закона Малюса, включает в себя: оптическая скамья длиной 1000 мм; галогеновая лампа в корпусе с блоком питания; измеритель интенсивности; поляризационный фильтр; вращательный столик с фотоэлементом; комплект стеклянных пластин в контейнере.</p> <p>Выпрямители ВУ-110. Поляриметр круговой СМ-3. Интерферометр ИТР-1. Осветитель ОИ-12. Монохроматор УМ-2. Универсальный источник питания УИП-2. Фотометр МФ-58. Лазер ЛГ-75. Гониометр Г-5. Рефрактометр ИРФ-454. Скамья оптическая. Пирометр оптический ЛОП-72.</p>
--	--	--

## **12. Иные сведения и (или) материалы**

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

Курс построен на принципах системного подхода к отбору программного материала и определению последовательности его изучения студентами, что предусматривает глубокое изучение предметов за счет объединения занятий в блоки, т.е. реализуется технология концентрированного обучения.

На занятиях физического практикума для студентов составляется индивидуальный график выполнения лабораторных работ.

В число используемых образовательных технологий входят:

- технология активного (контекстного) обучения,
- семинар-дискуссия.

### ***12.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья***

Для студентов с ОВЗ по слуху предусматривается применение сурдотехнических средств, таких как техника для усиления звука, видеотехника, мультимедийная техника и других средств передачи информации в доступных формах для лиц с нарушениями слуха.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, в том числе специальные возможности операционных систем (электронные лупы, видеувеличители), возможность масштабирования текста и другие средства передачи информации в доступных формах для лиц с нарушениями зрения.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции предусматривается применение компьютерной техники с соответствующим программным обеспечением (виртуальные лабораторные практикумы, мультимедийные учебные комплексы, тесты для самопроверки и контроля), а также специальные возможности операционных систем, такие как экранная клавиатура, и альтернативные устройства ввода информации.

**Составители программы:** доц. О.Г. Альтшулер, доц. А.В. Кособуцкий.