

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Костромской государственной университет»

(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ОБЩИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ**

Направление подготовки 03.03.02–Физика

Направленность: Физика

Квалификация выпускника: Бакалавр

**Кострома  
2021**

Рабочая программа дисциплины «Общий физический практикум» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 03.03.02–Физика, утвержден 07.08.2020 г., приказ № 891

Разработала: Мухачёва Татьяна Леонидовна, доцент кафедры общей и общей и теоретической физики

Рецензент: Дьяков Илья Геннадьевич, доцент кафедры общей и теоретической физики, к.т.н., доцент

УТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой общей и теоретической физики

Шадрин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент

## Цели и задачи освоения дисциплины

Основной целью курса является подготовка бакалавров физики к научно-исследовательской, научно-инновационной, организационно-управленческой и педагогической деятельности в научно-исследовательских институтах, высших и средних учебных заведениях, лабораториях, конструкторских или проектных бюро, на предприятиях.

В результате изучения учебной дисциплины «Общий физический практикум» обучаемые должны приобрести общепрофессиональную компетенцию:

– способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-2)

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

1. Сформировать у бакалавров знания об основных явлениях, законах, понятиях, моделях и методах механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики.
2. Привить бакалаврам навык практического выполнения лабораторных работ.
3. Научить проводить статистическую оценку достоверности и значимости экспериментальных данных;
4. Изучить понятия прямых и косвенных измерений; теорию вычисления погрешностей; правила приближенных вычислений и округления чисел; общую схему обработки данных измерений;
5. Научить проводить выбор методов и средств измерения физических величин применительно к различным системам;

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате изучения дисциплины «Общий физический практикум» обучаемые должны

### **Освоить компетенции:**

**ОПК-2:** Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

Код и содержание индикаторов компетенции

**ОПК-2.2.** Готовит и проводит физические эксперименты по заданной теме с соблюдением норм техники безопасности

**ОПК-2.3.** Осуществляет обработку, анализ и обобщение результатов физических экспериментов

### **знать**

- основные понятия и законы всех дисциплин курса «Общей физики»
- основы научного метода и базовые уровни познания, философские проблемы верифицируемости и фальсифицируемости знания
- методы математического анализа, позволяющие адекватно записывать основные физические модели;
- понятия прямых и косвенных измерений; теорию вычисления погрешностей; правила приближенных вычислений и округления чисел; общую схему обработки данных измерений;
- особенности измерения различных физических величин и основных констант;
- элементы математической статистики, дисперсионного и регрессионного анализа;
- правила техники безопасности; устройство и принцип действия измерительных приборов, используемых в экспериментах;

### ***уметь***

- действовать в команде, грамотно распределяя заданную нагрузку на всех членов малого коллектива;
- проводить статистическую оценку достоверности и значимости экспериментальных данных;
- пользоваться простейшими и наиболее употребляемыми измерительными приборами, проводить юстировку приборов;
- составлять план исследования, выполнять обработку результатов измерений, строить графическое изображение результатов, объяснять полученный результат
- проводить выбор методов и средств измерения физических величин применительно к различным системам;
- грамотно поставить физический эксперимент по известной схеме.
- грамотно оформить полученные экспериментальные данные, включая их статистическую обработку, в соответствии с имеющимися требованиями стандарта;

### ***владеть***

- приемами построения графиков и диаграмм для анализа и представления полученных результатов.
- методами статистической анализа экспериментальных данных, применительно к изучению физических процессов различной природы.
- приемами и навыками работы с программными пакетами обработки и анализа опытных данных.
- необходимыми навыками эксплуатации доступного лабораторного оборудования.
- методами измерений физических величин и необходимым для этих целей оборудованием.

## **3. Место дисциплины в структуре ОП ВПО**

Данная дисциплина изучается во втором, третьем, четвертом, пятом и шестом семестрах и относится к обязательной части образовательной программы подготовки бакалавров физики.

Современное физическое образование требует серьезной подготовки студентов в области физико-математических наук. Курс «Общий физический практикум» является базовой дисциплиной при подготовке специалистов с физическим образованием, как теоретиков, так экспериментаторов и педагогов.

Перед изучением дисциплины студент должен иметь четкие представления об основных понятиях и законах различных разделов курса общей физики, уметь использовать соответствующие уравнения и законы в различных физических моделях, обладать знаниями дифференциального и интегрального исчисления, математического анализа.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для последующих курсов: Теоретическая механика, Термодинамика, а также дисциплин практического блока подготовки бакалавров, а именно: Научно-исследовательская работа.

## **4. Объем дисциплины**

### **4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>Всего</b>
----------------------------	--------------

Общая трудоемкость в зачетных единицах	18
Общая трудоемкость в часах	648
Аудиторные занятия в часах	464
Лекции	–
Практические (лабораторные) занятия	464
Самостоятельная работа в часах	184
Вид итогового контроля (трудоемкость в зачетных единицах)	Зачет 2 семестр; Зачет 3 семестр; Зачет 4 семестр; Зачет 5 семестр; Зачет 6 семестр

## 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	–
Практические занятия	–
Лабораторные занятия	464
Консультации	–
Зачет/зачеты	1,25
Экзамен/экзамены	–
Курсовые работы	–
Всего	465,25

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего зач.ед/час	Аудиторные		Самостоят. работа
			Лекции	Практ.	
<b>Раздел I. Механика.</b>					
1.	Основы теории погрешностей	14/0,39	–	6	8
2.	Изучение штангенциркуля и микрометра	14/0,39	–	6	8
3.	Определение плотности тел правильной геометрической формы	12/0,33	–	6	6
4.	Определение ускорения свободного падения	12/0,33	–	6	6
5.	Равноускоренное движение тел	12/0,33	–	6	6
6.	Изучение вращательного движения при помощи маятника Обербека	12/0,33	–	6	6
7.	Изучение гироскопа	12/0,33	–	6	6
8.	Определение модуля Юнга при из-	12/0,33	–	6	6

	гибе стержня				
9.	Определение коэффициента внутреннего трения жидкостей по методу Стокса	12/0,33	–	6	6
10.	Математический и физический маятники	12/0,33	–	6	6
11.	Определение скорости звука методом сложения взаимно-перпендикулярных колебаний	10/0,29	–	4	6
12.	Определение скорости звука методом резонанса	10/0,29	–	4	6
	<b>ВСЕГО ЗА РАЗДЕЛ:</b>	<b>144/4</b>	–	<b>68</b>	<b>76</b>
<b>Раздел II. Молекулярная физика.</b>					
1.	Исследование температурной зависимости коэффициента вязкости вискозиметром Оствальда-Пинкевича		–	14	4
2.	Определение размеров молекул олеиновой кислоты	18/0,5	–	14	4
3.	Определение удельной теплоемкости твердого тела	18/0,5	–	14	4
4.	Исследование свойств поверхностного слоя жидкости	18/0,5	–	12	6
5.	Определение характеристик молекул воздуха	18/0,5	–	12	6
6.	Определение отношения теплоемкости воздуха	18/0,5	–	12	6
7.	Определение атмосферного давления	18/0,5	–	12	6
8.	Изучение зависимости температуры кипения воды от внешнего давления	18/0,5	–	12	6
	<b>ВСЕГО ЗА РАЗДЕЛ:</b>	<b>144/4</b>	–	<b>102</b>	<b>42</b>
<b>Раздел III. Электричество и магнетизм.</b>					
1	Изучение электроизмерительных приборов	15/0,42	–	9	6
2	Изучение электронного осциллографа	13/0,36	–	9	4

3	Исследование электростатического поля	13/0,36	–	9	4
4	Определение внутреннего сопротивления электроизмерительных приборов, увеличение пределов измерения	15/0,42	–	9	6
5	Определение неизвестного сопротивления и снятие вольт-амперной характеристики лампы накаливания	13/0,36	–	9	4
6	Исследование полупроводникового диода	13/0,36	–	9	4
7	Определение индуктивности и емкости	13/0,36	–	9	4
8	Проверка закона Ома для переменного тока. Определение сдвига фаз между током и напряжением	13/0,36	–	9	4
	<b>ВСЕГО ЗА РАЗДЕЛ:</b>	<b>108/3</b>	<b>–</b>	<b>72</b>	<b>36</b>
<b>Раздел IV. Оптика.</b>					
1.	Определение фокусных расстояний собирающей и рассеивающей линз.	6/0,17	–	6	–
2.	Аберрации линз.	6/0,17	–	6	–
3.	Изучение микроскопа.	6/0,17	–	6	–
4.	Изучение зрительной трубы.	6/0,17	–	6	–
5.	Определение показателей преломления растворов с помощью рефрактометра.	6/0,17	–	6	–
6.	Изучение дисперсионного спектра с помощью гониометра.	6/0,17	–	6	–
7.	Определение длины волны света методом бипризмы Френеля.	6/0,17	–	6	–
8.	Определение длины волны излучения лазера по методу Юнга.	6/0,17	–	6	–

9.	Определение длины волны излучения лазера по дифракции на щели и дифракционной решетке.	6/0,17	–	6	–
10.	Определение длины волны видимого света с помощью колец Ньютона.	6/0,17	–	6	–
11.	Определение длины волны электромагнитных волн «см»-диапазона методом бизеркал Френеля и зеркала Ллойда.	6/0,17	–	6	–
12.	Определение длины волны электромагнитных волн дифракционными методами.	6/0,17	–	6	–
13.	Изучение особенностей дифракционного спектра при дифракции белого света на решетке.	6/0,17	–	6	–
14.	Проверка уравнения Вульфа-Брэгга на модели кристалла.	6/0,17	–	6	–
15.	Разрешающая способность оптических приборов.	6/0,17	–	6	–
16.	Поляризация света. Проверка законов Малюса и Брюстера.	6/0,17	–	4	2
17.	Поляризация света. Двойное лучепреломление. Искусственная анизотропия.	6/0,17	–	4	2
18.	Интерференция поляризованных лучей.	6/0,17	–	4	2
<b>ВСЕГО ЗА РАЗДЕЛ:</b>		<b>108/3</b>	–	<b>102</b>	<b>6</b>
<b>Раздел V. Атомная и ядерная физика.</b>					
1	Введение в атомный практикум.	8/0,22	–	8	–
2	Определение температуры нити накала с помощью яркостного пирометра.	8/0,22	–	8	–

3	Изучение законов внешнего фотоэффекта.	8/0,22	–	8	–
4	Исследование спектров пропускания прозрачных сред (твердых тел и растворов).	8/0,22	–	8	–
5	Спектральный анализ газов.	8/0,22	–	8	–
6	Определение постоянной Ридберга по спектру водорода.	8/0,22	–	8	–
7	Проверка соотношения неопределенностей Гейзенберга.	8/0,22	–	8	–
8	Определение эффективного сечения взаимодействия света с молекулами медного купороса.	8/0,22	–	8	–
9	Исследование спектра гелий-неонового лазера.	8/0,22	–	8	–
10	Статистика регистрации частиц.	9/0,25	–	6	3
11	Радиоактивность, $\alpha$ -распад, взаимодействие $\alpha$ -частиц с веществом.	9/0,25	–	6	3
12	$\beta$ -распад. Измерение спектра электронов $\beta$ -распада.	9/0,25	–	6	3
13	Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Определение пробега электронов $\beta$ -распада методом поглощения.	9/0,25	–	6	3
14	Электромагнитные взаимодействия. Определение энергии $\gamma$ -квантов с помощью сцинтилляционного спектрометра.	9/0,25	–	6	3
15	Определение эффективного сечения взаимодействия $\gamma$ -квантов с веществом методом поглощения.	9/0,25	–	6	3
16	Искусственная радиоактивность изотопов серебра $^{108}\text{Ag}$ и $^{110}\text{Ag}$ .	9/0,25	–	6	3
17	Спонтанное деление $^{252}\text{Cf}$ .	9/0,25	–	6	3
	<b>ВСЕГО ЗА РАЗДЕЛ:</b>	<b>144/4</b>	–	<b>120</b>	<b>24</b>
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>648/18</b>		<b>464</b>	<b>184</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

## **Раздел I. Механика**

1. Основы теории погрешностей
2. Изучение штангенциркуля и микрометра
3. Определение плотности тел правильной геометрической формы
4. Определение ускорения свободного падения
5. Равноускоренное движение тел
6. Изучение вращательного движения при помощи маятника Обербека
7. Изучение гироскопа
8. Определение модуля Юнга при изгибе стержня
9. Определение коэффициента внутреннего трения жидкостей по методу Стокса
10. Математический и физический маятники
11. Определение скорости звука методом сложения взаимно-перпендикулярных колебаний
12. Определение скорости звука методом Резонанса.

## **Раздел II. Молекулярная физика**

1. Исследование температурной зависимости коэффициента вязкости вискозиметром Оствальда-Пинкевича
2. Определение размеров молекул олеиновой кислоты
3. Определение удельной теплоемкости твердого тела
4. Исследование свойств поверхностного слоя жидкости
5. Определение характеристик молекул воздуха
6. Определение отношения теплоемкости воздуха
7. Определение атмосферного давления
8. Изучение зависимости температуры кипения воды от внешнего давления

## **Раздел III. Электричество и магнетизм**

1. Изучение электроизмерительных приборов. Виды электроизмерительных приборов, принципы их работы, определение цены деления электроизмерительного прибора, приобретение навыков обращения с электроизмерительными приборами.
2. Изучение электронного осциллографа. Устройство осциллографа, термоэлектронная эмиссия, принцип работы осциллографа, приобретение навыков обращения с прибором.
3. Исследование электростатического поля. Характеристики электрического поля. Теорема Остроградского – Гаусса.
4. Определение внутреннего сопротивления электроизмерительных приборов, увеличение пределов измерения. Цепи постоянного тока. Закон Ома. Правила Кирхгофа. Формулы расчета добавочных и шунтирующих сопротивлений.
5. Определение неизвестного сопротивления и снятие вольтамперной характеристики лампы накаливания. Классическая теория электропроводности. Формула для расчета сопротивления цилиндрического проводника. Закон Ома для участка цепи. Вольтамперная характеристика.
6. Исследование полупроводникового диода. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость. Типы полупроводников. Вольтамперная характеристика диода.
7. Определение индуктивности и емкости. Понятие емкости и индуктивности. Типы конденсаторов. Факторы влияющие на емкость и индуктивность. Определение емкости батареи конденсаторов. Понятие реактивного сопротивления.
8. Проверка закона Ома для переменного тока. Определение сдвига фаз между током и напряжением. Переменный ток. Понятие реактивного сопротивления. Закона Ома для

переменного тока. Катушка в цепи переменного тока. Конденсатор в цепи переменного тока. Явление резонанса.

#### **Раздел IV. Оптика**

1. Определение фокусных расстояний собирающей и рассеивающей линз.
2. Аберрации линз.
3. Изучение микроскопа.
4. Изучение зрительной трубы.
5. Определение показателей преломления растворов с помощью рефрактометра.
6. Изучение дисперсионного спектра с помощью гониометра.
7. Определение длины волны света методом бипризмы Френеля.
8. Определение длины волны излучения лазера по методу Юнга.
9. Определение длины волны излучения лазера по дифракции на щели и дифракционной решетке.
10. Определение длины волны видимого света с помощью колец Ньютона.
11. Определение длины волны электромагнитных волн «см»-диапазона методом бизеркал Френеля и зеркала Ллойда.
12. Определение длины волны электромагнитных волн дифракционными методами.
13. Изучение особенностей дифракционного спектра при дифракции белого света на решетке.
14. Проверка уравнения Вульфа-Брэгга на модели кристалла.
15. Разрешающая способность оптических приборов.
16. Поляризация света. Проверка законов Малюса и Брюстера.
17. Поляризация света. Двойное лучепреломление. Искусственная анизотропия.
18. Интерференция поляризованных лучей.

#### **Раздел V. Атомная и ядерная физика**

1. Введение в атомный практикум. Особенности атомного практикума. Методы измерений. Определение погрешностей измерений. Техника безопасности.
2. Определение температуры нити накала с помощью яркостного пирометра. Законы теплового излучения. Принцип измерения температуры нагретого тела по его излучению. Устройство яркостного пирометра с исчезающей нитью. Методы работы с пирометром.
3. Изучение законов внешнего фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Исследование закономерностей внешнего фотоэффекта методами вольтамперной (ВАХ) и люксамперной (ЛАХ) характеристик.
4. Исследование спектров пропускания прозрачных сред (твердых тел и растворов). Устройство монохроматора УМ-2. Принцип действия полупроводниковых приемников излучения. Методы исследования спектров пропускания и поглощения жидкостей и твердых тел.
5. Спектральный анализ газов. Принцип действия спектральных приборов. Определение длин волн спектральных линий различных газов. Определение состава газов по спектру.
6. Определение постоянной Ридберга по спектру водорода. Изучение серийных закономерностей в спектре водорода. Определение постоянной Ридберга по спектру водорода.
7. Проверка соотношения неопределенностей Гейзенберга. Проверка соотношения неопределенностей Гейзенберга для координаты и импульса по дифракции фотонов на щели.
8. Определение эффективного сечения взаимодействия света с молекулами медного купороса.

Способы определения эффективного сечения взаимодействия фотонов с молекулами растворенного в воде красителя. Исследование зависимости сечения взаимодействия от концентрации раствора медного купороса.

9. Исследование спектра гелий-неонового лазера. Определение длины волны излучения лазера ЛГ-56. Определение принадлежности длины волны излучения лазера химическому элементу.

10. Статистика регистрации частиц. Компоненты радиационного фона. Регистрация частиц с помощью счетчика Гейгера. Типы ошибок. Обработка результатов измерений.

11. Радиоактивность,  $\alpha$ -распад, взаимодействие  $\alpha$ -частиц с веществом. Механизм образования  $\alpha$ -частиц. Механизм взаимодействия  $\alpha$ -частиц с веществом. Измерение энергетического спектра  $\alpha$ -частиц от нескольких  $\alpha$ -источников. Измерение потерь энергии  $\alpha$ -частиц в воздухе.

12.  $\beta$ -распад. Измерение спектра электронов  $\beta$ -распада. Теория  $\beta$ -распада График Ферми-Кюри. Полупроводниковые детекторы. Определение максимальной энергии  $\beta$ -спектра.

13. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Определение пробега электронов  $\beta$ -распада методом поглощения. Механизм взаимодействия электронов с веществом.  $\beta$ -радиоактивность. Особенности прохождения легких и тяжелых заряженных частиц в различных средах. Метод поглощения. Газонаполненные детекторы. Определение максимального пробега электронов, образующихся при  $\beta$ -распаде.

14. Электромагнитные взаимодействия. Определение энергии  $\gamma$ -квантов с помощью сцинтилляционного спектрометра. Фундаментальные частицы и взаимодействия. Диаграммы Фейнмана. Квантовые характеристики атомных ядер.  $\gamma$ -излучение. Сцинтилляционный спектрометр. Определение энергии  $\gamma$ -излучения неизвестного источника.

15. Определение эффективного сечения взаимодействия  $\gamma$ -квантов с веществом методом поглощения. Эффективные сечения взаимодействий. Взаимодействие  $\gamma$ -квантов с веществом. Метод поглощения. Определение эффективного сечения взаимодействия  $\gamma$ -квантов с поглотителями (свинец, алюминий, медь).

16. Искусственная радиоактивность изотопов серебра  $^{108}\text{Ag}$  и  $^{110}\text{Ag}$ . Образование искусственной радиоактивности при облучении тепловыми нейтронами. Закон радиоактивного распада. Активация изотопа. Определение периодов полураспада изотопов серебра  $^{108}\text{Ag}$  и  $^{110}\text{Ag}$ .

17. Спонтанное деление  $^{252}\text{Cf}$ . Общие сведения о делении ядер. Элементарная теория деления. Калибровка спектрометра. Измерение энергии осколков спонтанного деления  $^{252}_{98}\text{Cf}$ . Определение отношения вероятностей распада  $^{252}_{98}\text{Cf}$  по каналам  $\alpha$ -распада и спонтанного деления.

### 5.3 Практическая подготовка

Код, направление, направленность	Наименование дисциплины/практики	Число часов дисциплины/практики, реализуемые в форме практической подготовки					
		Всего	Семестр 3, 4, 5			Семестр 2, 6	
03.03.02, Физика, Физика	Общий физический практикум		Лек	Пр	Лаб	Лек	Пр
		352	–	–	72	–	–

Код компетенции	Индикатор компетенции	Содержание задания на практическую подготовку по выбранному виду деятельности	Число часов практической подготовки			
			Всего	Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы
ОПК-2	ОПК-	Написать формулы и пояснить их	68	–	–	68

2.2 ОПК- 2.3	смысл: закон Гука, силы упругой деформации, потенциальной энергии упругой деформации, размерности давления и напряжения.				
	Охарактеризовать различные способы измерения температуры.	72	–	–	72
	Пояснить, почему спирали электронагревательных приборов делают из материала с большим удельным сопротивлением?	72	–	–	72
	Сравнить скорость света в этиловом спирте и сероуглероде.	72	–	–	72
	Поясните элементы схемы, с помощью которой А. Г. Столетов исследовал явление внешнего фотоэффекта. Каково время жизни частицы, если ширина резонанса ее рождения равняется 60 МэВ?	68	–	–	68

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Общий физический практикум» в неразрывной связи с курсом общей физики призвана обеспечить высокое качество фундаментальной подготовки выпускаемых специалистов. В ходе учебного процесса студенты должны научиться правильно и осознанно проводить экспериментальные исследования, приобрести навыки обращения с измерительными приборами и измерительной аппаратурой, научиться обрабатывать экспериментальные данные, применять теоретические знания в экспериментальной работе, понимая при этом роль физической идеализации, и, наконец, научиться критически осмысливать любой получившийся в эксперименте результат.

В познании физических закономерностей в учебных лабораториях Общего физического практикума важна убежденность студента в правильности получаемого на опыте результата. Эта убежденность должна базироваться не только (и не столько!) на совпадении найденных значений с табличными значениями соответствующих физических величин, но и на уверенности в правильности постановки задачи, методов ее экспериментальной реализации и проведения всех измерений.

В ходе учебного процесса студентами по каждой части дисциплины должно быть выполнено 8–10 лабораторных работ (ЛР). Работа в Общем физическом практикуме сопровождается обязательной подготовкой студентов по основам техники безопасности.

Выполнение каждой лабораторной работы требует самостоятельной теоретической подготовки студента по теме исследования. При подготовке от студентов потребуются знания основ векторной алгебры и аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчисления, основ классической физики и навыки самостоятельной работы с литературой. Кроме того, студенты должны изучить элементарные основы математической статистики и применять их для обработки экспериментальных результатов. Поэтому самостоятельная работа студентов в процессе обучения приобретает особое значение.

Основная трудность при проведении физического практикума состоит в невозможности обеспечить в учебных лабораториях выполнение студентами работ фронтальным методом. Поэтому неизбежно возникает некоторый разрыв между сроками выполнения отдельных лабораторных работ и прослушиванием ими соответствующих разделов лекционного курса. Для повышения эффективности усвоения основ физической

науки используется принцип генерализации учебного материала – такого отбора, при котором главное внимание уделено изучению основных фактов, понятий, законов и методов физической науки. Отсюда вытекает повышение требований к умениям студентов применять основные положения науки для самостоятельного объяснения физических явлений, результатов эксперимента, действия приборов и установок.

### **Правила оформления отчетов по лабораторным работам**

Отчет должен содержать:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель.
3. Задачу.
4. Приборы и принадлежности.
5. Основные метрологические характеристики приборов (табл. 1).
6. Основные понятия и законы (теоретическая часть).
7. Описание метода измерений и установки.
8. Таблицу с результатами измерений, выраженными в тех единицах, в которых снимаются показания приборов.
9. Обработку результатов прямых и косвенных измерений.
10. Расчет искомой величины в единицах СИ.
11. Графики (если это необходимо).
12. Выводы.

### **Правила построения графиков:**

1. Графики строятся на миллиметровой бумаге и вклеиваются в отчет.
2. Каждый график должен иметь подпись, например, «Температурная зависимость сопротивления терморезистора».
3. На осях координат указываются буквенные обозначения физических величин с указанием единиц их измерений.
4. Масштабы по осям координат выбираются независимо друг от друга так, чтобы наилучшим образом использовать площадь листа, отводимую под график.
5. На графике должны быть четко показаны экспериментальные точки.
6. Кривую на графике проводят карандашом от руки плавно, без изломов и перегибов так, чтобы она располагалась возможно ближе ко всем точкам и по обе ее стороны оказалось приблизительно равное их количество.
7. После наметки используют лекало, в случае прямой – линейку.

### **6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
Раздел I. Механика.					
1	Основы теории погрешностей	Обзор литературы	8	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	Устный опрос
2	Изучение штангенцир-	Решение индивидуальн	8	Для подготовки к решению индивидуальных	Индивидуальная проверка

	куля и микрометра	ых заданий		заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	
3	Определение плотности тел правильной геометрической формы	Обзор литературы	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
4	Определение ускорения свободного падения	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
5	Равноускоренное движение тел	Обзор литературы	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	Выступление с презентацией
6	Изучение вращательного движения при помощи маятника Обербека	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
7	Изучение гироскопа	Обзор литературы	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
8.	Определение модуля Юнга при изгибе стержня	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
9.	Определение коэффициента	Обзор литературы	6	Для подготовки к решению индивидуальных	Индивидуальная проверка

	внутреннего трения жидкостей по методу Стокса			заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	
10.	Математический и физический маятника	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
11.	Определение скорости звука методом сложения взаимноперпендикулярных колебаний	Обзор литературы	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
12.	Определение скорости звука методом Резонанса	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [1–2] из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
Раздел II. Молекулярная физика.					
1.	Исследование температурной зависимости коэффициента вязкости вискозиметром Оствальда-Пинкевича	Обзор литературы	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 3 из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
2.	Определение размеров молекул олеиновой кислоты	Решение индивидуальных заданий	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 3 из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
3.	Определение удельной теплоемкости твердого тела	Обзор литературы	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 3 из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений

4.	Исследование свойств поверхностного слоя жидкости	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 3 из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
5.	Определение характеристик молекул воздуха	Обзор литературы	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 3 из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
6.	Определение отношения теплоемкости воздуха	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 3 из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
7.	Определение атмосферного давления	Обзор литературы	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 3 из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
8.	Изучение зависимости температуры кипения воды от внешнего давления	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 3 из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
Раздел III. Электричество и магнетизм					
1.	Изучение электроизмерительных приборов	Обзор литературы	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 4 из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
2.	Изучение электронного осциллографа	Решение индивидуальных заданий	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 4 из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
3.	Исследование электростатического поля	Обзор литературы	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 4 из списка основной литературы	Индивидуальная проверка

4.	Определение внутреннего сопротивления электроизмерительных приборов, увеличение пределов измерения	Решение индивидуальных заданий	6	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 4 из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
5.	Определение неизвестного сопротивления и снятие вольт-амперной характеристики лампы накаливания	Обзор литературы	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 4 из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
6.	Исследование полупроводникового диода	Решение индивидуальных заданий	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 4 из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
7.	Определение индуктивности и емкости	Обзор литературы	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 4 из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
8.	Проверка закона Ома для переменного тока. Определение сдвига фаз между током и напряжением	Решение индивидуальных заданий	4	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебным пособием 4 из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
Раздел IV. Оптика					
16	Поляризация света. Проверка законов Малюса и Брюстера.	Решение индивидуальных заданий	2	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [5-6] из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
17	Поляризация света. Двойное лучепреломление. Ис-	Обзор литературы	2	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными	Индивидуальная проверка

	кусственная анизотропия.			пособиями [5-6] из списка основной литературы	
18	Интерференция поляризованных лучей.	Решение индивидуальных заданий	2	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [5-6] из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
Раздел V. Атомная и ядерная физика					
10	Статистика регистрации частиц.	Решение индивидуальных заданий	3	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [7-8] из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
11	Радиоактивность, $\alpha$ -распад, взаимодействие $\alpha$ -частиц с веществом.	Обзор литературы	3	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [7-8] из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
12	$\beta$ -распад. Измерение спектра электронов $\beta$ -распада.	Решение индивидуальных заданий	3	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [7-8] из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
13	Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Определение пробега электронов $\beta$ -распада методом поглощения.	Обзор литературы	3	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [7-8] из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений
14	Электромагнитные взаимодействия. Определение энергии $\gamma$ -квантов с помощью сцинтилляционного спектрометра.	Решение индивидуальных заданий	3	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [7-8] из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
15	Определение	Обзор	3	Для подготовки к реше-	Устный опрос,

	эффективного сечения взаимодействия $\gamma$ -квантов с веществом методом поглощения.	литературы		нию индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [7-8] из списка основной литературы	проверка решений
16	Искусственная радиоактивность изотопов серебра $^{108}\text{Ag}$ и $^{110}\text{Ag}$ .	Решение индивидуальных заданий	3	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [7-8] из списка основной литературы	Индивидуальная проверка
17	Спонтанное деление $^{252}\text{Cf}$ .	Обзор литературы	3	Для подготовки к решению индивидуальных заданий рекомендуется пользоваться учебными пособиями [7-8] из списка основной литературы	Устный опрос, проверка решений

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### а) основная литература

1. *Белкин П.Н.* Введение в физический практикум / П.Н. Белкин, А.И. Ласкин. – Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2000.– 22 с. <http://library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=23313>
2. *Белкин П.Н.* Физический практикум: (Механика). – Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2000. – 34 с. <http://library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=13738>
3. *Шляхтина С.М., Белихов А.Б., Андрушкевич В.В.* Физический практикум: Молекулярная физика и термодинамика. – Кострома, 2003. – 48 с. <http://library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=26628>
4. *Сивухин Д. В.* Общий курс физики : Учеб. пособие для студ. физ. спец. высш. учеб. заведений: В 5 т. Т. 3 : Электричество. - 4-е изд., стер. - М. : Физматлит: Изд-во МФТИ, 2002. - 656 с. <http://library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=24768>
5. *Галанцева М.Л., Моисеев Б.М.* Физический практикум в 2 ч. Геометрическая оптика. Волновая оптика. Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2000 г. – 128 с. <http://library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=976>
6. *Галанцева М.Л., Моисеев Б.М.* Физический практикум. Рентгеновские спектры. Основы рентгеноструктурного анализа – Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2003. – 45 с. <http://library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=979>
7. *Галанцева М.Л., Жиров А.В., Мухачёва Т.Л.* Квантовая оптика. Атомная физика. Физический практикум. Кострома: Костромской государственный университет, 2020. – 74 с. <http://library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=974>
8. *Галанцева М.Л., Мухачёва Т.Л.* Атомная физика: учебно-методическое пособие для организации самостоятельной работы студентов : в 2 ч. Кострома: Костромской государственный университет, 2019. Ч. 1. Квантовая оптика. – 2019. – 88 с. <http://library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=5054>

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

1. *Галанцева М. Л.* Физический практикум (оптика) : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 2 : Волновая оптика / Костром. гос. ун-т. - Кострома : КГУ, 2002. - 79 с.  
<http://library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=975>
2. *Соколов А. П.* Физический практикум : руководство к практическим занятиям по физике / перераб. В. Г. Корицким, Е. С. Четвериковой, Е. С. Щепотьевой. - 4-е изд., доп. и перераб. - Москва; Ленинград : ГОНТИ, 1938. - 463 с.  
<http://Library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=119327>
3. Физический практикум : учеб. пособие для вузов / под ред. Г. С. Кембровского. - Минск : Университетское, 1986. - 350 с.:  
<http://library.ksu.edu.ru/ShowMarc.asp?docid=121102>

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

*Информационно-образовательные ресурсы:*

1. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL:<http://vsegost.com/>

Электронные библиотечные системы:

1. <http://studentam.net>
2. <http://mexalib.com>
3. <http://booksee.org>

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

#### **Аудитории для лабораторных работ:**

Лабораторные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованных необходимыми установками.

Лабораторные занятия по разделам I Механика и II Молекулярная физика. (аудитория корпуса Е № 222, количество посадочных мест – 28, прибор ФП-1, манометр, импульсный синхроскоп; генератор сигналов ГЗ-33; весы; микрометр; разновесы; штангенциркуль; весы Вестфалья; весы Жоли; насос Камовского; комплект физических приборов по механике; комплект модульный учебный МУК-М1; комплект модульный учебный МУК-М2; комплект модульный учебный МУК-МФТ; маятник Обербека ФПМ-06; подвес унифилярный ФПМ-05; плитка электрическая; весы ВЛКТ-500; микрометры, штангенциркули, весы, разновесы.)

Лабораторные занятия по разделу III. Электричество и магнетизм (аудитория корпуса Е № 223, количество посадочных мест – 30; термопара ХА; тангенс-гальванометр; осциллограф; мост универсальный; милливольтметр; авометр; амперметр; батарея конденсаторная; вольтметр; выпрямитель; генератор; гальванометр; катушка; микроамперметр; магазин сопротивления; омметр; реостат; мультиметр; катушка дроссельная; миллиамперметр; прибор М-45; лабораторный комплекс «Электромагнитное поле»; лабораторный стенд «Физика»; прибор (мост))

Лабораторные занятия по разделу IV. Оптика (аудитория корпуса Е № 224, количество посадочных мест – 15; Труба зрительная; выпрямитель; лампа настольная; микроскоп; осветитель; фонарь проекционный; рефрактометр; скамья оптическая; сахариметр СОКС;

спектроскоп; зеркало Пикте; зеркало сферическое; прибор электромагнитных волн; регулятор напряжения; усилитель низкой частоты; лазер газовый; оборудование учебное РМС № 5 "Дисперсия и дифракция"; оборудование учебное РМС № 1 "Геометрическая оптика, поляризация и дифракция"; набор линз и зеркал)

Лабораторные занятия по разделу V. Атомная и ядерная физика (аудитория корпуса Е № 221, количество посадочных мест – 15; Осветитель; выпрямитель; комплект по фотоэффекту; камера; люксметр; лампа настольная; микроамперметр; пирометр; фонарь проекционный ФОС; лазер газовый; монохроматор; прибор Франка-Герца; сенсор температуры; осциллограф двухканальный; печь электрическая)

#### **Аудитории для самостоятельной работы:**

Читальный зал корпуса «Е», количество посадочных мест – 22, 9 компьютеров (6 для читателей, 3 для сотрудников); 1 сканер.

Читальный зал корпуса «Б1», количество посадочных мест – 200. 3 компьютера для сотрудников; 1 принтер; 1 копир/принтер; 1 проектор; 2 экрана для проектора; 1 ворота «Антивор»; 1 WiFi-точка доступа. Лицензионное ПО: АИБС МаркSQL.

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office T3-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.