

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«24» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.03.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Робототехника
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

доц.,к.ф.-м н.,доц.  
(должность, уч. степень, звание)


  
(подпись, дата)

Н.П.Лавровская  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3  
«26»мая 2021 г, протокол №9

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н.,проф.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

А.В. Копыльцов  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 15.03.06(01)

доц.,к.т.н.,доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

С.В. Соленый  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц.,к.э.н.,доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Физика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности «Робототехника». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проблемами общей физики.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

-получение студентами необходимых знаний и навыков в области естественных наук;  
-представление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в измерениях, вычислениях и обработке результатов измерений;  
-создание поддерживающей образовательной среды преподавания для освоения технических дисциплин.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.З.1 знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-1.У.1 умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.В.1 владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Линейная алгебра
- Математический анализ
- Теория вероятностей

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- электротехника
- электроника

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам		
		№1	№2	№3
1	2	3	4	5
<b>Общая трудоемкость дисциплины,</b>	9/ 324	3/ 108	3/ 108	3/ 108

ЗЕ/ (час)				
<b>Из них часов практической подготовки</b>				
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	153	51	51	51
в том числе:				
лекции (Л), (час)	51	17	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	51	17	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	17	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)				
экзамен, (час)	117	36	36	45
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	54	21	21	12
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз., Экз.	Экз.	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 1</b>					
Раздел 1. Механика	6	8	7		7
Раздел 2. Колебания и волны	6	6	7		7
Раздел 3. Молекулярная физика	5	3	3		7
Итого в семестре:	17	17	17		21
<b>Семестр 2</b>					
Раздел 4. Электричество	6	7	8		7
Раздел 5. Магнетизм	6	8	6		7
Раздел 6. Оптика	5	2	3		7
Итого в семестре:	17	17	17		21
<b>Семестр 3</b>					
Раздел 7. Квантовая оптика	6	5	7		4
Раздел 8. Квантовая механика	6	9	3		4
Раздел 9. Статистическая физика	5	3	7		4
Итого в семестре:	17	17	17		12
Итого	51	51	51	0	54

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционного цикла
Раздел 1.	Механика

	<p>Предмет механики. Механическое движение. Понятие состояния и детерминизм в классической механике. Уравнения движения. Границы применимости классической механики. Релятивистская и квантовая механика</p> <p>Кинематика движения материальной точки. Скорость и ускорение. Нормальное и касательное ускорения. Радиус кривизны траектории. Основная задача кинематики материальной точки. Кинематика движения абсолютно твердого тела. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Связь линейных и угловых величин при вращательном движении.</p> <p>Инерциальные системы отсчета. Основные законы классической динамики - законы Ньютона. Основная задача динамики материальной точки. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Закон сохранения импульса. Центр масс и его движение. Система центра масс.</p> <p>Механическая работа и мощность. Кинетическая энергия. Поля сил. Консервативные и диссипативные силы. Условие потенциальности поля сил. Замкнутые и незамкнутые системы. Потенциальная энергия системы. Связь между потенциальной энергией и полем консервативных сил. Закон сохранения механической энергии. Системы единиц.</p> <p>Момент силы и момент импульса. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса. Момент импульса твердого тела относительно неподвижной оси. Момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Уравнения движения и условия равновесия твердого тела.</p> <p>Принцип относительности Галилея, преобразования Галилея. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца и следствия из них. Основы релятивистской механики. Интервал, его инвариантность. Релятивистский импульс. Основное уравнение релятивистской динамики. Кинетическая энергия релятивистской частицы. Связь массы и энергии. Связь между энергией и импульсом частицы. Основные идеи общей теории относительности</p>
Раздел 2	<p><b>Физика колебаний и волн</b></p> <p>Гармонический и ангармонический осциллятор (математический маятник, физический маятник, колебания под действием упругой силы). Сложение колебаний. Физический смысл спектрального разложения. Дифференциальное уравнение колебаний. Свободные, затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.</p> <p>Кинематика волновых процессов (плоские и сферические волны). Волновое уравнение. Принцип суперпозиции. Энергия волны. Поток энергии. Интенсивность волны. Стоячая волна. Звук. Основные характеристики звуковой волны. Эффект Доплера для звуковых волн</p>
Раздел 3	<p><b>Молекулярная физика</b></p> <p>Термодинамические состояния и процессы. Понятие функции состояния. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Работа тела при изменении его объема. Первое начало термодинамики. Температура и внутренняя энергия как функция состояния.</p>

	<p>Теплоемкость. Энтропия. Второе и третье начала термодинамики. Теоремы Карно. Закон возрастания энтропии. Порядок и беспорядок в природе. Термодинамические функции.</p> <p>Идеальный газ (уравнение состояния, внутренняя энергия, теплоемкости, уравнение адиабаты, работа при различных процессах, энтропия). Вероятность и флуктуации. Распределения Максвелла. Скорости теплового движения молекул. Средняя кинетическая энергия молекул. Основное уравнение кинетической теории идеальных газов. Распределение Больцмана. Энтропия и вероятность. Фазовые равновесия и превращения. Элементы неравновесной термодинамики. Явления переноса, кинетические явления. Конденсированное состояние. Кинематика и динамика жидкостей и газов.</p>
Раздел 4	<p>Электричество.</p> <p>Электростатика в вакууме. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Системы единиц. Принцип суперпозиции. Системы заряженных частиц. Электрический диполь. Работа сил электростатического поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности. Потенциальность электростатического поля. Напряженность и потенциал электростатического поля. связь между ними. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса к расчету полей.</p> <p>Электростатика в веществе. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Свободные и связанные заряды. Диэлектрическая восприимчивость. Диэлектрическая проницаемость. Электрическое смещение (индукция). Теорема Гаусса для электрического поля в диэлектрике. Условия на границе раздела двух диэлектриков. Поле внутри проводника и у его поверхности. Общая задача электростатики. Электроемкость проводника.</p> <p>Конденсаторы. Энергия системы электрических зарядов. Энергия заряженного проводника. Объемная плотность энергии электрического поля.</p> <p>Условия существования электрического тока. Уравнение непрерывности. Электродвижущая сила. Непотенциальность поля сторонних сил. Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.</p>
Раздел 5	<p>Электродинамика</p> <p>Магнитостатика в веществе. Намагниченность. Молекулярные токи. Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость. Напряженность магнитного поля. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля (интегральная и дифференциальная формы). Условия на границе двух магнетиков.</p> <p>Закон Фарадея. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность. Взаимная индукция. Взаимная индуктивность. Объемная плотность энергии магнитного поля. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла. Материальные уравнения. Квазистационарные токи. Инвариантность уравнений Максвелла относительно преобразований Лоренца. Принцип относительности в электродинамике.</p>
Раздел 6	<p>Оптика.</p> <p>Волновое уравнение для электромагнитной волны. Свойства</p>

	<p>электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Интенсивность света. Эффект Доплера для электромагнитных волн. Отражение и преломление света. Оптическое изображение. Принцип Ферма. Интерференция света. Когерентность и монохроматичность. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Фраунгофера на щели и дифракционной решетке. Голографии. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Поляризация света при отражении и преломлении. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Нормальная и аномальная дисперсия. Фазовая и групповая скорости. Формула Рэлея. Элементы Фурье - оптики.</p>
Раздел 7	<p>Квантовая оптика Тепловое излучение тел. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела. Квантовая гипотеза и формула Планка. Квантовая оптика. Фотоэффект, опыты Столетова. Фотоны. Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм для света. Эффект Комптона.</p>
Раздел 8	<p>Квантовая механика Теория Бора. Опыты Франка и Герца. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Фазовая и групповая скорости волн де Бройля. Волновой пакет. Статистическое истолкование волн де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция, ее основные свойства. Операторы физических величин. Временное и стационарное уравнение Шредингера, квантовые состояния. Квантовые уравнения движения. Свободная частица. Частица в бесконечной потенциальной яме. Квантовый осциллятор. Нулевая энергия, нулевые колебания. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа. Орбитальный механический и магнитный моменты электрона в атоме. Орбитальное гироманнитное отношение. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Принцип тождественности микрочастиц. Фермионы и бозоны. Симметрия волновой функции системы одинаковых частиц. Принцип Паули. Объяснение периодической системы элементов Д.И.Менделеева. Энергетический спектр атомов и молекул. Природа химической связи.</p>
Раздел 9	<p>Статистическая физика Статистический метод. Фазовое пространство. Распределение Гиббса. Статистическое истолкование энтропии. Свободная энергия. Статистическое описание квантовой системы, различие между квантовомеханической и статистической вероятностями. Классическая статистика Максвелла-Больцмана. Квантовые статистики Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Сравнение различных статистик. Распределение Ферми-Дирака для электронного газа. Электроны в кристаллах. Энергия Ферми, вырожденный и невырожденный электронный газ. Электронная теплоемкость. Теплоемкость кристаллической решетки. Классическая теория, теория Эйнштейна и Дебая. Фононы. Фотонный газ.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия



Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 1					
1	Кинематика и динамика материальной точки	Решение задач	2	2	1
2	Кинематика и динамика абсолютно твердого тела	Решение задач	3	2	1
3	Специальная теория относительности	Решение задач	3	2	1
4	Кинематика и динамика колебаний	Решение задач	3	2	2
5	Характеристики волновых процессов	Решение задач	3	2	2
6	Молекулярно-кинетическая теория	Решение задач	3	2	3
Семестр 2					
1	Напряженность и потенциал электростатического поля	Решение задач	3	2	4
2	Движение заряженных частиц в электростатическом поле	Решение задач	2	2	4
3	Диэлектрики в электрическом поле. Конденсаторы	Решение задач	2	2	4
4	Характеристики электрического тока	Решение задач	3	2	5
5	Индукция магнитного поля. Силы в магнитных полях	Решение задач	3	2	5
6	Закон электромагнитной индукции Фарадея. Работа в магнитных полях	Решение задач	2	2	5

7	Интерференция, дифракция, поляризация	Решение задач	2	2	6
Семестр 3					
1	Тепловое излучение, фотоэффект	Решение задач	2	2	7
2	Эффект Комптона, свойства фотонов	Решение задач	3	2	7
3	Атом водорода .Постулаты Бора	Решение задач	3	2	8
4	Соотношение неопределенностей Гейзенберга, волны де Бройля	Решение задач	3	2	8
5	Уравнение Шредингера Потенциальные барьеры	Решение задач	3	2	8
6	Квантовая статистика	Решение задач	3	2	9
Всего			51		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 1				
1	Маятник Максвелла	4		1
2	Наклонный маятник	4		2
3	Столкновение шаров	3		1
4	Математический и обратный маятники	3		2
5	Определение скорости звука в воздухе	3		3
Семестр 2				
1	Определение емкости конденсатора	4		4
2	Исследование релаксационных колебаний	4		4
3	Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли	3		5
4	Определение удельного заряда электрона	3		5
5	Кольца Ньютона	3		6
Семестр 3				
1	Проверка законов теплового излучения	4		7
2	Внешний фотоэффект	3		7

3	Эффект Холла в германии	4		9
4	Определение потенциалов возбуждения атомов	3		8
5	Определение ширины запрещенной зоны полупроводника	3		9
Всего		51		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 1, час	Семестр 2, час	Семестр 3, час
1	2	3	4	5
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	18	7	7	4
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	18	7	7	4
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	18	7	7	4
Всего:	54	21	21	12

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
[53(075)]	Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие в 3 т. 2014. Т.1. Механика. Молекулярная физика	ФО(4), ГС(94), ГСЧЗ(1)
[53(075)]	Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие в 3 т. 2014. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика.	ФО(4), ГС(94), ГСЧЗ(1)
[53(075)]	Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие в 3 т. 2014. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц	ФО(4), ГС(91), ГСЧЗ(1)
[53(075) С12	Савельев И.В. Курс физики: Учебное пособие в 3.т. Т.2. Электричество.	ФО(2), ГС(98)

	Колебания и волны. Волновая оптика. 2008	
[531 В83]	Иродов И.Е. Механика: Основные законы. М.: Физ-матлит, 2015	ГС(133), ГСЧЗ(1), ПГ(6)
[53(075) Т76]	Трофимова Т.И. Курс физики. 2007,	ФО(3), ГС(27)

7. Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Библиотека ГУАП
<a href="http://lms.guap.ru">http://lms.guap.ru</a>	Физика 1
<a href="http://lms.guap.ru">http://lms.guap.ru</a>	Физика 2
<a href="http://lms.guap.ru">http://lms.guap.ru</a>	Физика 3

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Механика»	31-04
3	Специализированная лаборатория «Электромагнетизм»	32-04
4	Специализированная лаборатория «Оптика»	32-06

5	Специализированная лаборатория «Квантовая Физика»	32-03, 32-05
---	---	--------------

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

## 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
Семестр 1		
1	Основные кинематические понятия. Кинематика материальной точки. Скорость и ускорение материальной точки	ОПК-1.3.1
2	Ускорение при плоском криволинейном движении	ОПК-1.3.1
3	Кинематика абсолютно твердого тела	ОПК-1.У.1
4	Связь линейных и угловых величин	ОПК-1.В.1
5	Обобщенные координаты и степени свободы	ОПК-1.3.1
6	Основная задача кинематики для материальной точки	ОПК-1.У.1
7	Законы Ньютона	ОПК-1.3.1
8	Законы Кеплера и закон всемирного тяготения	ОПК-1.У.1
9	Принцип детерминизма	ОПК-1.В.1
10	Закон сохранения импульса	ОПК-1.В.1
11	Теорема о движении центра масс	ОПК-1.3.1
12	Гравитационная и инертная массы	ОПК-1.У.1
13	Момент силы и момент импульса. Уравнение моментов	ОПК-1.В.1
14	Закон сохранения момента импульса	ОПК-1.3.1
15	Секториальная скорость	ОПК-1.3.1
16	Работа, мощность и кинетическая энергия	ОПК-1.У.1
17	Потенциальные и непотенциальные силы	ОПК-1.В.1
18	Потенциальная энергия, закон сохранения механической энергии	ОПК-1.3.1
19	Момент инерции	ОПК-1.3.1
20	Теорема Штейнера	ОПК-1.У.1
21	Момент импульса абсолютно твердого тела	ОПК-1.У.1
22	Кинетическая энергия АТТ. Работа и мощность вращения АТТ	ОПК-1.В.1
23	Принцип относительности Галилея	ОПК-1.3.1

24	Экспериментальные предпосылки СТО	ОПК-1.3.1
25	Постулаты Эйнштейна, преобразования Лоренца	ОПК-1.У.1
26	Следствия из преобразования Лоренца. Закон сложения скоростей в СТО	ОПК-1.В.1
27	Интервал	ОПК-1.3.1
28	Релятивистская динамика	ОПК-1.3.1
29	Инварианты теории относительности. Принцип эквивалентности	ОПК-1.У.1
30	Неинерциальные системы отсчета	ОПК-1.В.1
31	Дифференциальное уравнение колебаний пружинного маятника, его решение	ОПК-1.3.1
32	Векторная диаграмма	ОПК-1.3.1
33	Энергия гармонических колебаний	ОПК-1.У.1
34	Условия возникновения колебаний	ОПК-1.В.1
35	Физический и математический маятники	ОПК-1.3.1
36	Затухающие колебания	ОПК-1.У.1
37	Вынужденные колебания. Резонанс	ОПК-1.3.1
38	Сложение колебаний одного направления с одинаковыми частотами	ОПК-1.В.1
39	Сложение взаимно перпендикулярных колебаний	ОПК-1.3.1
40	Волны. Основные понятия	ОПК-1.У.1
41	Уравнение бегущей волны	ОПК-1.3.1
42	Волновое уравнение. Скорость волны в упругой среде	ОПК-1.У.1
43	Энергия волны	ОПК-1.В.1
44	Интенсивность волны	ОПК-1.3.1
45	Эффект Доплера	ОПК-1.У.1
46	Дифракция волн. Принцип Гюйгенса	ОПК-1.В.1
47	Интерференция волн от двух источников	ОПК-1.3.1
48	Стоячие волны	ОПК-1.У.1

49	Дисперсия, групповая скорость волн	ОПК-1.В.1
50	Идеальный газ. Давление на стенку сосуда.	ОПК-1.3.1
51	Параметры состояния, температура. Уравнение состояния, функция состояния	ОПК-1.У.1
51	Внутренняя энергия идеального газ	ОПК-1.В.1
53	Работа идеального газа в различных термодинамических процессах.	ОПК-1.3.1
54	Первое начало термодинамики.	ОПК-1.3.1
55	Адиабатический процесс.	ОПК-1.У.1
56	Цикл Карно	ОПК-1.В.1
57	Работа теплового двигателя	ОПК-1.3.1
58	Обратимость термодинамических процессов, теоремы Карно	ОПК-1.3.1
59	Неравенство Клаузиуса. Энтропия	ОПК-1.У.1
60	Энтропия и вероятность	ОПК-1.В.1
61	Барометрическая формула. Распределение Больцмана	ОПК-1.3.1
Семестр 2		
1	Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции	ОПК-1.3.1
2	Потенциал электрического поля. Принцип суперпозиции. Теорема о циркуляции вектора $E$	ОПК-1.3.1
3	Поток вектора $E$ . Теорема Гаусса для вектора $E$	ОПК-1.У.1
4	Силовые линии и эквипотенциальные поверхности	ОПК-1.В.1
5	Следствия из теоремы Гаусса	ОПК-1.3.1
6	Напряжённость и потенциал электрического диполя	ОПК-1.3.1
7	Электрический диполь во внешнем поле	ОПК-1.У.1
8	Проводники в электрическом поле	ОПК-1.В.1
9	Диэлектрики. Вектор электрической индукции. Теорема Гаусса для вектора $D$	ОПК-1.3.1
10	Граничные условия для векторов $D$ и $E$	ОПК-1.3.1
11	Емкость. Конденсаторы	ОПК-1.У.1



12	Параллельное и последовательное соединение конденсаторов	ОПК-1.В.1
13	Энергия электрического поля	ОПК-1.3.1
14	Электрический ток. Плотность тока	ОПК-1.3.1
15	Законы Ома в обыкновенной и дифференциальной формах	ОПК-1.У.1
16	Закон Ома для замкнутой цепи	ОПК-1.В.1
17	Законы Джоуля – Ленца в обыкновенной и дифференциальной формах.	ОПК-1.3.1
18	Магнитная индукция	ОПК-1.3.1
19	Закон Био – Савара – Лапласа	ОПК-1.У.1
20	Магнитная индукция прямого провода с током	ОПК-1.В.1
21	Взаимодействие проводников с токами	ОПК-1.3.1
22	Дипольный магнитный момент. Магнитное поле контура с током	ОПК-1.У.1
23	Магнитная индукция движущегося заряда. Взаимодействие движущихся зарядов	ОПК-1.В.1
24	Движение заряженных частиц в магнитном поле	ОПК-1.3.1
25	Теорема о циркуляции вектора В	ОПК-1.В.1
26	Магнитная индукция тороида и соленоида	ОПК-1.У.1
27	Механическая работа в магнитном поле	ОПК-1.3.1
28	Магнитный поток. Теорема Гаусса для вектора В	ОПК-1.В.1
29	Магнитный диполь в магнитном поле	ОПК-1.У.1
30	Магнетики. Теорема о циркуляции вектора Н	ОПК-1.3.1
31	Явление ферромагнетизма	ОПК-1.В.1
32	Электромагнитная индукция	ОПК-1.3.1
33	Самоиндукция. Взаимная индукция	ОПК-1.В.1
34	Энергия магнитного поля	ОПК-1.У.1
35	Вихревое электрическое поле	ОПК-1.3.1
36	Ток смещения	ОПК-1.3.1
37	Уравнения Максвелла	ОПК-1.У.1

38	Волновое уравнение электромагнитного поля	ОПК-1.3.1
39	Свойства электромагнитных волн	ОПК-1.В.1
40	Законы преломления и отражения света	ОПК-1.3.1
41	Когерентность света	ОПК-1.3.1
42	Интерференция света от двух источников	ОПК-1.У.1
43	Дифракция. Принцип Гюйгенса – Френеля	ОПК-1.В.1
44	Зоны Френеля. Дифракция Фраунгофера на щели	ОПК-1.3.1
45	Дисперсия света	ОПК-1.У.1
46	Дифракционная решётка	ОПК-1.3.1
47	Поляризация света	ОПК-1.В.1
48	Степень поляризации. Закон Малюса	ОПК-1.3.1
Семестр 3		
1	Тепловое излучение	ОПК-1.3.1
2	Законы излучения абсолютно чёрного тела	ОПК-1.У.1
3	Формула Релея – Джинса. Распределение Планка	ОПК-1.В.1
4	Фотоэффект	ОПК-1.3.1
5	Тормозное рентгеновское излучение	ОПК-1.3.1
6	Фотоны. Корпускулярно – волновой дуализм для света	ОПК-1.У.1
7	Эффект Комптона. Эмпирические закономерности в спектрах атома водорода	ОПК-1.В.1
8	Модель атома по Томпсону	ОПК-1.3.1
9	Модель атома по Резерфорду. Постулаты Бора	ОПК-1.3.1
10	Теория Бора – Зоммерфельда	ОПК-1.У.1
11	Волны Де Бройля	ОПК-1.В.1
12	Волновая функция	ОПК-1.3.1
13	Уравнение Шрёдингера	ОПК-1.3.1
14	Соотношение неопределённостей Гейзенберга	ОПК-1.В.1

15	Микрочастица в одномерной потенциальной яме с $\infty$ -ми стенками	ОПК-1.У.1
16	Микрочастица в трёхмерном непроницаемом потенциальном ящике	ОПК-1.3.1
17	Столкновение микрочастицы с потенциальным барьером	ОПК-1.В.1
18	Микрочастица в непроницаемой сфере	ОПК-1.3.1
19	Гармонический осциллятор в квантовой механике	ОПК-1.У.1
20	Квантовый ротатор	ОПК-1.3.1
21	Атом водорода в квантовой механике. Спин	ОПК-1.3.1
22	Тождественность квантовых частиц. Принцип Паули	ОПК-1.У.1
23	Заполнение электронных оболочек. Таблица Менделеева	ОПК-1.В.1
24	Характеристические рентгеновские спектры	ОПК-1.3.1
25	Энергия связи в молекуле	ОПК-1.У.1
26	Распределение Ферми - Дирака	ОПК-1.3.1
27	Распределение Бозе - Эйнштейна	ОПК-1.В.1
28	Энергетические зоны в кристаллах	ОПК-1.3.1
29	Проводимость полупроводников	ОПК-1.3.1
30	Спонтанные и вынужденные переходы	ОПК-1.У.1
31	Принцип работы лазера	ОПК-1.3.1
32	Классическая теория теплоемкости Дюлонга и Пти	ОПК-1.В.1
33	Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна	ОПК-1.3.1
34	Квантовая теория теплоемкости Дебая	ОПК-1.У.1
35	Контактные явления	ОПК-1.3.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.  
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения
-------	--

	курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
Тест 1		
1	Волновая функция должна быть: а) только конечной; б) только непрерывной; в) только однозначной; г) конечной, непрерывной, однозначной.	ОПК-1.В.1
2	Выберите правильную формулировку для соотношения неопределенностей ... а) $\Delta E \cdot \Delta P \geq h$ , б) $\Delta F \cdot \Delta P \geq h$ , в) $\Delta x \cdot \Delta t \geq h$ , г) $\Delta E \cdot \Delta t \geq h$	ОПК-1.В.1
3	Какое квантовое число, задающее состояние электрона в атоме водорода, определяет значение его энергии? а) Главное квантовое число. б) Орбитальное квантовое число. в) Магнитное квантовое число. г) Спиновое квантовое число.	ОПК-1.У.1
4	Для р – состояния электрона в атоме орбитальный момент импульса $L_f$ равен: а) 0, б) $\hbar\sqrt{3}$ , в) $\hbar\sqrt{2}$ , г) $\hbar$ ( $\hbar$ – постоянная Планка)	ОПК-1.В.1
5	Фермионами являются: а) все разряженные частицы, б) частицы с полуцелым спином, в) частицы с целым спином, г) нейтральные частицы	ОПК-1.У.1
6	Стационарное уравнение Шрёдингера имеет вид: а) $\Delta\psi + U\psi = E\psi$ ; б) $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta\psi + U\psi = E\psi$ в) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E-U)\psi = 0$ ; г) $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta\Psi + U\Psi = i\hbar \frac{\partial\Psi}{\partial t}$ , где $\psi = \psi(x,y,z)$ ; $\Psi = \Psi(x,y,z,t)$ ; U – потенциальная энергия; E – полная энергия	ОПК-1.В.1
7	Электрон в атоме находится в d-состоянии. Определите максимальное значение проекции момента импульса на направление внешнего магнитного поля: а) $\hbar$ ; б) $2\hbar$ ; в) $3\hbar$ ;	ОПК-1.В.1
8	Частица в потенциальной яме шириной l находится в основном состоянии. Плотность вероятности нахождения частицы в интервале $0 < x < l$ максимальна при А) $x = 1/4$ Б) $x = 1/2$ В) $x = 3l/4$	ОПК-1.У.1
Тест 2		
1	Каков физический смысл волновой функции? а) Микрочастица представляет собой волновой пакет. б) Квадрат модуля волновой функции определяет плотность вероятности обнаружения частицы в) Ансамбль частиц ведёт себя так же, как волна.	ОПК-1.В.1

2	Выберите правильную формулировку для соотношения неопределенностей для частицы летящей вдоль оси $X \dots$ а) $\Delta x \cdot \Delta p \geq h$ , б) $\Delta F \cdot \Delta p \geq h$ , в) $\Delta x \cdot \Delta t \geq h$ , г) $\Delta E \cdot \Delta t \geq h$ .	ОПК-1.В.1
3	Временное уравнение Шрёдингера имеет вид: а) $-\frac{\hbar}{i} \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U \Psi$ б) $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U \Psi = i \hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$ в) $\Delta \Psi + \frac{2m}{\hbar^2} \Psi \cdot U = -i \hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$ , где $\Psi = \Psi(x,y,z,t)$ ; $U=U(x,y,z,t)$	ОПК-1.У.1
4	Радиальная плотность вероятности для основного состояния электрона в атоме водорода имеет максимум при: а) $r = 2r_1$ , б) $r = \frac{r_1}{2}$ , в) $r = r_1$ ( $r$ – расстояние электрона до ядра, $r_1$ – первый борковский радиус)	ОПК-1.У.1
5	6. Бозонами являются: а) все разряженные частицы, б) частицы с полуцелым спином, в) частицы с целым спином, г) нейтральные частицы	ОПК-1.В.1
6	7. Заполненной электронной оболочке соответствует главное квантовое число $n=3$ . Определите число электронов на этой оболочке, которые имеют одинаковые квантовые числа $m_s = -\frac{1}{2}$ а) 2; б) 9; в) 18	ОПК-1.У.1
7	8. Частица находится в потенциальной яме шириной $l$ . Соответствие между числом $N$ точек, где волновая функция обращается в нуль в интервале $0 < x < l$ , и квантовым числом $n$ выглядит так А) $N = n - 1$ Б) $N = n$ В) $N = n + 1$	ОПК-1.В.1
8	12. Спиновое гиромагнитное отношение для электрона равно: а) $\frac{e}{2mc}$ , б) $\frac{e}{mc}$ , в) $\frac{2e}{mc}$	ОПК-1.У.1

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших

достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;

- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся в виде обсуждения основных типов задач, связанных с теоретическими вопросами, рассматриваемыми в лекционном курсе и в виде разбора вопросов, которые могут возникнуть у студентов при освоении материала.

Методические указания по проведению практических занятий приведены в следующих пособиях имеющихся в библиотеке ГУАП в напечатанном и электронном виде:

1. Механика. Колебания и волны. Термодинамика. Сборник задач //И.И. Коваленко, Ю.А. Кузнецов, М.Н.Кульбицкая, Н.П.Лавровская, Н.Н.Литвинова, Е.В. Моцарь, Ю.А. Новикова, В.Ф. Орлов, Д.Е.Погарев, В.К. Прилипко, Е.В. Хонинева. Ю.Н. Царев, В.Б.Шалин, Б.Ф.Шифрин, С.Я. Щербак 2010. 84 с.
2. Электричество. Магнетизм. Оптика. Сборник задач. //И.И. Коваленко, Н.П.Лавровская, Н.Н.Литвинова, Е.В. Рутьков. Ю.Н. Царев, Б.Ф.Шифрин, С.Я. Щербак 2013. 80 с.
3. Квантовая физика. Сборник задач //, И.И Коваленко, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, В.Ф. Орлов, Г.Л. Плехоткина, В.К. Прилипко, Е.В. Рутьков, Ю.Н. Царев, С.Я Щербак, 2004, 56с.

### 11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

В течение семестра каждый студент в соответствии с рабочей программой по дисциплине Физика должен выполнить определенное число лабораторных работ. На каждую лабораторную работу планируется не менее двух занятий: одно – на выполнение измерений, и одно – на защиту отчета. Отчет пишется не во время занятий, а дома или в библиотеке.

В начале семестра до начала занятий студент должен быть проинструктирован по технике безопасности при проведении лабораторных работ по физике. Прохождение инструктажа фиксируется в специальном журнале; там нужно обязательно расписаться.

В лабораторию студенты должны приходить подготовленными к назначенной работе. Необходимо заранее прочитать описание работы и теоретические сведения из соответствующего раздела курса. Не забывайте о рекомендованной литературе и обязательно получите в библиотеке все пособия, выпускаемые кафедрой.

Выполнять работу студенту разрешается, лишь после допуска, полученного после беседы с преподавателем. Преподаватель должен убедиться, что студент понимает:

- какие явления он будет наблюдать и исследовать;
- какая цель перед ним поставлена;
- какими приборами и как ведутся измерения;
- как следует проводить эксперимент.

Полученный допуск к работе отмечается преподавателем в журнале.

В процессе выполнения лабораторной работы нужно обязательно заполнить протокол измерений. У каждого студента протокол измерений должен быть свой;



ведение одного протокола несколькими студентами вместе не допускается. Протокол ведется на листе формата А4. В протоколе должно быть отражено:

- точное полное название и номер лабораторной работы в соответствии с методическим пособием;
- фамилия, инициалы студента и номер группы;
- фамилия и инициалы преподавателя;
- таблица технических характеристик измерительных приборов (название прибора, рабочий диапазон, цена деления, класс точности и др.);
- параметры установки, на ней указанные;
- результаты измерений;
- дата и подпись студента.

Все записи должны вестись авторучкой, шариковой, капиллярной или гелевой ручкой. Запись наблюдений и данных карандашом не допускается, карандашом можно лишь чертить таблицы и графики. Ведение «черновиков протокола» и переписывание их в конце занятия начисто не рекомендуется; это ненужная трата времени и возможность допустить ошибку при переписывании. Старательность и аккуратность лучше проявить при оформлении отчета.

По окончании измерений протокол обязательно дается на подпись преподавателю. Без этой подписи протокол считается недействительным. Подпись студента в протоколе обозначает, что он отвечает за все проведенные измерения, а подпись преподавателя означает, что работа действительно выполнялась и указанные значения действительно получены именно тем студентом, который составил протокол.

По результатам, зафиксированным в протоколе измерений, студент дома пишет отчет и защищает его на следующем занятии. При защите отчета могут быть заданы любые вопросы по теории изучаемого явления и по полученным результатам. За принятый отчет преподаватель выставляет студенту оценку и после этого сообщает номер и название следующей лабораторной работы.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчет должен содержать следующие разделы:

#### 1. Цель работы.

Она сформулирована в описании лабораторной работы, отсюда ее следует переписать.

#### 2. Описание лабораторной установки.

Описание установки должно быть кратким. Следует ограничиться функциональной или электрической схемой установки. Не нужно приводить внешнего вида приборов. Далее необходимо описать эксперимент и перечислить измерительные приборы в таблице технических характеристик, перенесенной из протокола измерений.

#### 3. Рабочие формулы.

Рабочими называются только те формулы, по которым непосредственно производятся вычисления исследуемых величин. Слева в формуле должно стоять то, что следует определить, справа - то, что измерялось в работе или известно. Все приведенные формулы должны быть пронумерованы.

Вывод формул и промежуточные выражения в этом разделе приводить не нужно. Формулы для вычисления погрешностей и проведения математической обработки результатов измерений в этом разделе тоже не приводятся.

#### 4. Результаты измерений и вычислений.

В этом разделе отчета должны быть приведены все измеренные и вычисленные результаты. По возможности, их нужно представлять в виде наглядных таблиц. В приводимых значениях нельзя оставлять лишние десятичные разряды (подробнее об этом пойдет речь ниже). В работе может быть несколько заданий, все они должны быть приведены в этом разделе.

#### 5. Примеры вычислений.

В этом разделе отчета должны быть приведены подробные примеры вычислений по каждой рабочей формуле. Не нужно приводить всех вычислений, вполне достаточно одного примера по каждой формуле. Этот раздел нужен для того, чтобы преподавателю было легче найти ошибку в вычислениях или измерениях, если таковые встретятся.

#### 6. Вычисление погрешностей.

В этом разделе отчета должны быть представлены формулы, по которым проводилась математическая обработка результатов измерений. Должны быть выведены формулы, по которым вычислялись систематические и случайные погрешности и представлены примеры вычислений по каждой из них.

Этот раздел отчета самый сложный для студентов. По нему больше всего вопросов, в нем больше всего ошибок. Теория погрешностей обычно бывает написана для подготовленного читателя, знакомого с высшей математикой. В настоящем пособии авторы постарались оставить лишь самое важное по этой теме и изложить материал по возможности просто.

#### 7. Графики и рисунки.

Небольшие графики и рисунки размещаются в тексте, а большие - формата А4 - приводятся на отдельном листе. В любом случае они должны быть подписаны и пронумерованы, на них должны быть ссылки в тексте отчета. Графики обязательно выполняются на миллиметровой бумаге. На каждой оси должно быть обозначено, какая величина и в каких единицах вдоль нее откладывается. На самих осях должны быть нанесены только узлы координатной сетки. Измеренные на опыте значения подписывать на осях не следует. На график обязательно наносятся все экспериментальные точки, и проводится соединяющая их линия. Около одной или нескольких точек откладываются систематические погрешности соответствующих измерений (подробнее об этом пойдет речь ниже).

#### 8. Окончательные результаты, их обсуждение, выводы.

В этом разделе отчета нужно подвести итог проделанной работы. Следует написать, какие получены величины, и с какими погрешностями.

Если измерения проводились разными методами, то обязательно нужно сравнить эти результаты и их погрешности, сделать заключение, какой метод лучше, точнее, удобнее.

Если известно табличное значение измеренной величины, то нужно обязательно сравнить его с полученным на опыте значением и дать аргументированное заключение об их совпадении или несовпадении.

Если в работе значения одной и той же величины получены экспериментально и теоретически, то эти результаты нужно обязательно сравнить и дать аргументированное заключение об их совпадении или несовпадении.

В случае, когда между сравниваемыми величинами имеются недопустимые расхождения, это нужно обязательно отметить в отчете и высказать предположение о возможных причинах этого несовпадения.

Если в работе ставилось целью проверить какой-то физический закон или изучить явление, то в данном разделе необходимо дать обоснованный ответ на поставленный вопрос.

Вывод должен соответствовать цели работы.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Отчет по лабораторной работе должен выполняться на листах формата А4. Записи на листах ведутся только с одной стороны. По краям листа должна быть оставлена рамка шириной не менее 20 мм. Эту рамку рисовать на листах не нужно, но и заступать за нее не следует. В рамке в верхнем поле нужно лишь поставить номер страницы. Пронумерованными должны быть все листы отчета, начиная с третьего. Первый лист – титульный и второй лист – протокол измерений, не нумеруются.

Отчет следует писать от руки. Если Вы используете чужие заготовки, то будьте готовы отвечать за все «заимствованные» ошибки, которых бывает много. Сказанное в равной мере относится к формулам, которые Вы подсмотрели у кого-то, а не вывели сами. Лучше спросить преподавателя. Он подскажет или проверит, правильно ли у Вас получилось.

Титульный лист работы может быть написан от руки или напечатан на принтере. Электронная версия титульного листа находится на сайте ГУАПа.

Методические указания по выполнению лабораторных работ приведены в следующих пособиях имеющихся в библиотеке ГУАП в напечатанном и электронном виде:

4. Механика. Колебания и волны. Молекулярная физика. Лабораторный практикум //И.И. Коваленко, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Г.Л. Плехоткина, Д.Е. Погарев, В.К. Прилипко, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин, 2014, 132 с.
5. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум// /Е.Н. Котликов, С.Я. Щербак, И.И Коваленко, Ю.А. Кузнецов, М.Н. Кульбицкая, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Г.Л. Плехоткина, В.К. Прилипко, Е.В. Рутьков, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин, 2010,84 с.
6. Волновая оптика Лабораторный практикум //Е.Н. Котликов, И.П. Крехтунова, Н.П.Лавровская, Ю.А. Новикова, А.Н. Тропин 2013 68 с
7. Квантовая физика. Лабораторный практикум //Г.А. Весничева, И.И Коваленко, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, В.Ф. Орлов, В.К. Прилипко, С.П.Фадеев, Е.В.Хонинева, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин, 2008, 80 с.

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Основными факторами текущего контроля знаний обучающихся является устный опрос на лекционных или практических занятиях, защита лабораторных работ. Средствами текущего контроля могут быть беседы преподавателя и студента, контрольные вопросы и задания, компьютерные тесты. Примеры вопросов тестов приведены в таблице 18.

Текущий контроль успеваемости происходит в виде оценок за лабораторные и практические работы и тесты.

Результаты текущего контроля успеваемости служат основой для промежуточной аттестации: получения зачета или допуска к экзамену или дифференцированному зачету по учебной дисциплине.

В течение семестра для допуска к экзамену или дифференцированному зачету студенту необходимо сдать не менее 75% лабораторных и практических работ. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам.

#### 11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП»

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

-экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо»,

«удовлетворительно», «неудовлетворительно». Вопросы к экзаменам приведены в таблице 15. Экзамен может проходить в виде устного опроса или тестирования.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой