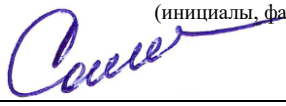
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

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

О. Я. Солёная
(инициалы, фамилия)



(подпись)
«27» июня 2024_ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Энергетические электрические машины
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург – 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н.	17.06.2024	Б.В. Лобанов
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3

« 18 » июня 2024 г, протокол № 15

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.	18.06.2024	А.В. Копыльцов
(уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

	24.06.2024	Н.В. Решетникова
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Физика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Энергетические электрические машины». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-3 «Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач»

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 обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (1 – 3 семестры).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 13 зачётных единиц, 468 часов.

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;

– предоставление 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-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.Д.4 демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики ОПК-3.Д.5 демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

– «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
– «Математика. Математический анализ»,
– «Математика. Теория вероятностей и математическая статистика».

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

– «Электротехника»,
– «Материаловедение»,
– «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	Трудоёмкость по семестрам		
		№1	№2	№3
1	2	3	4	5
Общая трудоёмкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	13/ 468	5/ 180	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки				
Аудиторные занятия, всего час.	204	68	68	68
в том числе:				
лекции (Л), (час)	102	34	34	34
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)	135	54	45	36
Самостоятельная работа, всего (час)	129	58	31	40
***Вид промежуточной аттестации*:** зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Экз., Экз.	Экз.	Экз.	Экз.

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 (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 1					
Раздел 1. Физические основы механики. Тема 1.1. Элементы кинематики. Тема 1.2. Динамика материальной точки и поступательного движения абсолютно твёрдого тела. Тема 1.3. Законы сохранения в механике. Тема 1.4. Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела. Тема 1.5. Тяготение. Элементы теории поля. Тема 1.6. Релятивистская механика.	11	6	6		19
Раздел 2. Колебания и волны. Тема 2.1. Гармонические колебания. Тема 2.2. Затухающие колебания. Тема 2.3. Вынужденные колебания. Тема 2.4. Упругие волны. Тема 2.5. Применение физики колебаний и волн в технике.	11	6	6		19

Раздел 3. Основы молекулярной физики и термодинамики. Тема 3.1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов. Тема 3.2. Основы термодинамики. Тема 3.3. Реальные газы. Тема 3.4. Применение молекулярной физики и термодинамики в технике.	12	5	5		20
Итого в семестре:	34	17	17		58
Семестр 2					
Раздел 4. Электростатика и законы постоянного тока. Тема 4.1. Электрическое поле в вакууме. Тема 4.2. Электрическое поле в диэлектриках. Тема 4.3. Проводники в электростатическом поле. Тема 4.4. Энергия электрического поля. Тема 4.5. Постоянный электрический ток.	11	6	6		10
Раздел 5. Магнетизм. Тема 5.1. Магнитное поле в вакууме. Тема 5.2. Электромагнитная индукция. Тема 5.3. Магнитное поле в веществе. Тема 5.4. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Электромагнитные волны. Тема 5.5. Применение магнетизма в технике.	11	6	6		10
Раздел 6. Оптика. Тема 6.1. Интерференция света Тема 6.2. Дифракция света. Тема 6.3. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Тема 6.4. Поляризация света. Тема 6.5. Применение оптики в технике.	12	5	5		11
Итого в семестре:	34	17	17		31
Семестр 3					
Раздел 7. Квантовая оптика. Тема 7.1. Тепловое и люминесцентное излучение. Тема 7.2. Фотоэффект и его применение. Тема 7.3. Эффект Комптона. Тема 7.4. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения. Тема 7.5. Оптическая пирометрия.	11	6	6		13

Раздел 8. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел. Тема 8.1. Теория атома водорода по Бору. Тема 8.2. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Волны де Бройля. Тема 8.3. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Тема 8.4. Волновая функция и ее статистический смысл. Тема 8.5. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Тема 8.6. Решение уравнения Шредингера для простых квантовых систем. Тема 8.7. Элементы современной физики атомов и молекул.	11	6	6		13
Раздел 9. Физика атомного ядра. Тема 9.1. Свойства атомных ядер. Тема 9.2. Радиоактивный распад. Тема 9.3. Ядерные реакции. Тема 9.4. Элементарные частицы.	12	5	5		14
Итого в семестре:	34	17	17		40
Итого	102	51	51	0	129

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 лекционных занятий
Раздел 1.	**Физические основы механики.** *Тема 1.1. Элементы кинематики.* Модели в механике. Система отсчета. Кинематика движения материальной точки. Основная задача кинематики материальной точки. Траектория, длина пути, вектор перемещения. Скорость. Поступательное и вращательное движение. Ускорение и его составляющие. Нормальное и касательное ускорения. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь линейных и угловых величин при вращательном движении. *Тема 1.2. Динамика материальной точки и поступательного движения абсолютно твёрдого тела.* Основные понятия динамики: масса, импульс тела, сила. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Силы: упругие силы, силы трения. Практическое применение законов Ньютона. Основная задача динамики материальной точки. Понятие абсолютно твёрдого тела. Центр масс. Система центра масс. Уравнение движения тела переменной массы. *Тема 1.3. Законы сохранения в механике.* Сохраняющиеся величины.

	Кинетическая энергия. Механическая работа и мощность. Консервативные силы. Замкнутые и незамкнутые системы. Потенциальная энергия во внешнем поле сил. Потенциальная энергия взаимодействия. Связь между потенциальной энергией и полем консервативных сил. Закон сохранения механической энергии. Энергия упругой деформации. Условия равновесия механической системы. Закон сохранения импульса. Соударение двух тел. Момент силы и момент импульса. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса. Момент импульса твердого тела относительно неподвижной оси. *Тема 1.4. Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела.* Момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. *Тема 1.5. Тяготение. Элементы теории поля.* Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести и вес. Невесомость. Поле тяготения и его напряженность. Работа в поле тяготения. Потенциал поля тяготения. Космические скорости. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. *Тема 1.6. Релятивистская механика.* Постулаты специальной теории относительности. Лоренцово сокращение длины стержня. 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.
Раздел 2.	**Колебания и волны.** *Тема 2.1. Гармонические колебания.* Характеристики гармонических колебаний. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор. Пружинный, физический и математический маятники. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре. *Тема 2.2. Затухающие колебания.* Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний и его решение. *Тема 2.3. Вынужденные колебания.* Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. *Тема 2.4. Упругие волны.* Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Волновое уравнение. Групповая скорость. Интерференция волн. Стоячие волны. Звуковые волны. Эффект Доплера в акустике. Ультразвук и его применение. *Тема 2.5. Применение физики колебаний и волн в технике.* Примеры применения физики колебаний и волн в технике.
Раздел 3.	**Основы молекулярной физики и термодинамики.** *Тема 3.1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.* Статистический и термодинамический методы. Опытные законы идеального газа. Уравнение Клапейрона–Менделеева. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Среднее число столкновений и средняя

	длина свободного пробега молекул. Опытное обоснование молекулярно-кинетической теории. Явления переноса в термодинамических неравновесных системах. Вакуум и методы его получения. Свойства ультраразреженных газов. *Тема 3.2. Основы термодинамики.* Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкость. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс. Политропный процесс. Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс. Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью. Второе начало термодинамики. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. *Тема 3.3. Реальные газы.* Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов. *Тема 3.4. Применение молекулярной физики и термодинамики в технике.*
Раздел 4.	**Электростатика и законы постоянного тока.** *Тема 4.1. Электрическое поле в вакууме.* Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Поле диполя. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса к расчету некоторых электростатических полей в вакууме. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Потенциал электростатического поля. Напряженность как градиент потенциала. Эквипотенциальные поверхности. Вычисление разности потенциалов по напряженности поля. *Тема 4.2. Электрическое поле в диэлектриках.* Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Напряженность поля в диэлектрике. Электрическое смещение. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред. *Тема 4.3. Проводники в электростатическом поле.* Электроемкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора. *Тема 4.4. Энергия электрического поля.* Электрический ток, сила и плотность тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила и напряжение. *Тема 4.5. Постоянный электрический ток.* Закон Ома. Сопротивление проводников. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.
Раздел 5.	**Магнетизм**. *Тема 5.1. Магнитное поле в вакууме.* Магнитное поле и его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету магнитного поля. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Магнитная постоянная. Единицы магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Магнитное поле движущегося заряда. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Ускорители заряженных частиц.

	Эффект Холла. Циркуляция вектора В магнитного поля в вакууме. Магнитные поля соленоида и тороида. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для поля В. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле. *Тема 5.2. Электромагнитная индукция.* Явление электромагнитной индукции (опыты Фарадея). Закон Фарадея и его вывод из закона сохранения энергии. Вращение рамки в магнитном поле. Вихревые токи (токи Фуко). Индуктивность контура. Самоиндукция. Токи при размыкании и замыкании цепи. Взаимная индукция. Трансформаторы. Энергия магнитного поля. *Тема 5.3. Магнитное поле в веществе.* Магнитные моменты электронов и атомов. Диа- и парамагнетизм. Намагниченность. Магнитное поле в веществе. Условия на границе раздела двух магнетиков. Ферромагнетики и их свойства. Природа ферромагнетизма. *Тема 5.4. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Электромагнитные волны.* Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. Экспериментальное получение электромагнитных волн. Дифференциальное уравнение электромагнитной волны. Энергия и импульс электромагнитной волны. Излучение диполя. *Тема 5.5. Применение магнетизма в технике.* Применение электромагнитных волн. Применение магнетизма в технике.
Раздел 6.	**Оптика.** *Тема 6.1. Интерференция света.* Развитие представлений о природе света. Когерентность и монохроматичность световых волн. Интерференция света. Методы наблюдения интерференции света. Интерференция света в тонких пленках. Применение интерференции света. *Тема 6.2. Дифракция света.* Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке. Пространственная решетка. Рассеяние света. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Брэггов. Разрешающая способность оптических приборов. Понятие о голографии. *Тема 6.3. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом.* Дисперсия света. Электронная теория дисперсии света. Поглощение (абсорбция) света. Эффект Доплера. Излучение Черенкова-Вавилова. *Тема 6.4. Поляризация света.* Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Двойное лучепреломление. Поляризационные призмы и поляроиды. Анализ поляризованного света. Искусственная оптическая анизотропия. Вращение плоскости поляризации. *Тема 6.5. Применение оптики в технике.*
Раздел 7.	**Квантовая оптика.** *Тема 7.1. Тепловое и люминесцентное излучение.* Виды излучения. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. Формулы Рэлея-Джинса и Планка. Люминесценция. *Тема 7.2. Фотоэффект и его применение.* Виды фотоэлектрического эффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Экспериментальное подтверждение квантовых

	свойств света. Применение фотоэффекта. *Тема 7.3. Эффект Комптона.* Энергия и импульс фотона. Давление света. Эффект Комптона и его элементарная теория. *Тема 7.4. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.* *Тема 7.5. Оптическая пирометрия.* Тепловые источники света. Методы фиксации теплового излучения. Применение оптической пирометрии.
Раздел 8.	**Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел.** *Тема 8.1. Теория атома водорода по Бору.* Модели атома Томсона и Резерфорда. Линейчатый спектр атома водорода. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Спектр атома водорода по Бору. *Тема 8.2. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Волны де Бройля.* Некоторые свойства волн де Бройля. *Тема 8.3. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.* *Тема 8.4. Волновая функция и ее статистический смысл.* *Тема 8.5. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.* *Тема 8.6. Решение уравнения Шредингера для простых квантовых систем.* *Тема 8.7. Элементы современной физики атомов и молекул*. Принцип причинности в квантовой механике. Движение свободной частицы. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками». Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект. Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике. Атом водорода в квантовой механике. 1s-состояние электрона в атоме водорода. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Принцип неразличимости тождественных частиц. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. Понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы (лазеры).
Раздел 9.	**Физика атомного ядра.** *Тема 9.1. Свойства атомных ядер.* Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Дефект массы и энергия связи ядра. Спин ядра и его магнитный момент. Ядерные силы. Модели ядра. *Тема 9.2. Радиоактивный распад.* Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Правила смещения. Закономерности альфа-распада. Бета-распад. Нейтрино. Гамма-излучение и его свойства. Резонансное поглощение гамма-излучения (эффект Мёссбауэра). Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц. Ядерные реакции и их основные типы. Позитрон. Бета-плюс-распад. Электронный захват. Открытие нейтрона. *Тема 9.3. Ядерные реакции.* Ядерные реакции под действием нейтронов. Реакция деления ядра. Цепная реакция деления. Понятие о ядерной энергетике. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций. *Тема 9.4. Элементарные частицы*. Космическое излучение. Мюоны и их свойства. Мезоны и их свойства. Типы взаимодействий элементарных частиц. Частицы и античастицы. Гипероны. Странность и четность элементарных частиц. Классификация элементарных частиц. Кварки.

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	Трудоёмкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 1					
1	Кинематика и динамика материальной точки	Решение задач	6		1
2	Характеристики волновых процессов	Решение задач	6		2
3	Молекулярно-кинетическая теория	Решение задач	5		3
Семестр 2					
4	Характеристики электрического тока	Решение задач	6		4
5	Индукция магнитного поля. Силы в магнитных полях	Решение задач	6		5
6	Интерференция, дифракция, поляризация	Решение задач	5		6
Семестр 3					
7	Тепловое излучение. Фотоэффект	Решение задач	6		7
8	Атом водорода, постулаты Бора	Решение задач	6		8
9	Ядерные реакции	Решение задач	5		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	Машина Атвуда	4		1
2	Маятник Максвелла	5		1
3	Определение скорости звука в воздухе	4		2
4	Определение показателя адиабаты для воздуха	4		3
Семестр 2				
5	Определение электроёмкости конденсатора	5		4
6	Определение удельного сопротивления проводника	4		4

7	Определение горизонтальной составляющей напряжённости магнитного поля земли	4		5
8	Кольца Ньютона	4		6
Семестр 3				
9	Проверка законов теплового излучения	4		7
10	Опыты Столетова по изучению фотоэффекта	4		7
11	Определение ширины запрещённой зоны полупроводников	5		8
12	Определение энергии альфа-частиц по пробегу в воздухе	4		9
Всего		51		

*Примечание: *темы лабораторных работ на семестр являются вариативными и определяются на усмотрение преподавателя. Полный список тем лабораторных работ приведён в таблице 6.1.*

Таблица 6.1 – Темы лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторной работы	№ раздела дисциплины
Семестр 1		
1	Машина Атвуда	1
2	Маятник Максвелла	1
3	Маятник Обербека	1
4	Столкновения шаров	1
5	Гироскоп	1
6	Определение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника	2
7	Крутильный маятник	2
8	Наклонный маятник	2
9	Определение скорости звука в воздухе	2
10	Определение коэффициента вязкости воздуха	3
11	Определение показателя адиабаты для воздуха	3
Семестр 2		
12	Определение электроёмкости конденсатора	4
13	Определение удельного сопротивления проводника	4
14	Изучение процессов заряда и разряда конденсатора	4
15	Исследование релаксационных колебаний	4
16	Исследование резонанса в электрическом колебательном контуре	4
17	Определение удельного заряда электрона	4
18	Определение горизонтальной составляющей напряжённости магнитного поля земли	5
19	Исследование гистерезиса ферромагнитных материалов	5
20	Исследование взаимной индукции	5
21	Исследование электрических колебаний в связанных контурах	5
22	Определение удельного заряда электрона методом магнетрона	5
23	Бипризма Френеля	6
24	Кольца Ньютона	6
25	Дифракция плоских волн на щели	6
26	Дифракционная решетка	6
27	Характеристики призмы и дифракционной решетки	6

28	Поляризация света. Закон Малюса. Круговая и эллиптическая поляризации	6
29	Вращение плоскости поляризации	6
30	Магнитное вращение плоскости поляризации	6
31	Определение длин волн спектральных линий с помощью спектрометра	6
Семестр 3		
32	Проверка законов теплового излучения	7
33	Опыты Столетова по изучению фотоэффекта	7
34	Изучение спектра атома водорода с помощью дифракционного спектрометра	8
35	Изучение зависимости электрического сопротивления металлов и полупроводников от температуры	8
36	Эффект Холла в германии	8
37	Определение ширины запрещённой зоны полупроводников	8
38	Определение потенциалов возбуждения атомов	8
39	Определение энергии альфа-частиц по пробегу в воздухе	9
40	Исследование энергии β-излучения	9

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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)	42	19	10	13
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	42	19	10	13
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	45	20	11	14
Всего:	129	58	31	40

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)

53 С12	Курс общей физики: в 3 т.: учебное пособие / И. В. Савельев. - М.: Наука: Физматлит, 1977 - Т. 1: Механика. Молекулярная физика. - 1977. - 432 с.	84
53 Т76	Курс физики: учебное пособие / Т. И. Трофимова. - 13-е изд., стер. - М.: Academia, 2007. - 558 с	94
https://znanium.com/catalog/product/470189 *Режим доступа: для авторизованных пользователей.*	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 1: Механика / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 560 с. ISBN 978-5-9221-1512-4.	
https://znanium.com/catalog/product/470190 *Режим доступа: для авторизованных пользователей.*	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 2: Термодинамика и молекулярная физика / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 544 с. ISBN 978-5-9221-1514-8.	
https://znanium.com/catalog/product/549781 *Режим доступа: для авторизованных пользователей.*	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с. ISBN 978-5-9221-1643-5.	
https://znanium.com/catalog/product/944794 *Режим доступа: для авторизованных пользователей.*	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие / Сивухин Д.В., - 3-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 792 с.: ISBN 5-9221-0228-1.	

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
https://new-science.ru/category/fizika/	Интернет-журнал «Новая Наука». Раздел физика
https://openedu.ru/	Образовательная платформа «Открытое образование»
https://fizikaguap.ru/	Образовательный ресурс кафедры физики ГУАП
https://lms.guap.ru	Система дистанционного обучения ГУАП

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
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введён в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Windows ОС (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
4	Microsoft Office (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
5	Google Chrome (свободно распространяемое ПО)
6	VLC mediaplayer (лицензия GNU Lesser General Public License 2.1+)

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
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России (http://elsau.ru/ suai), доступ по IP-адресам ГУАП
5	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
6	Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
7	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (https://cyberleninka.ru/), свободный доступ

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории

1	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (комплект приборов для физических измерений (электронный завод Эльвро Вроцлав); Установки: FRM – 06; FRM – 08; FRM – 09; FRM – 07; FRM – 03; FRM – 02; FRM – 01; FRM – 04; FRM – 05; FRM – 10.	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №31-04б
2	Учебная аудитория для практических занятий, занятий семинарского типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (комплект приборов для физических измерений (электронный завод Эльвро Вроцлав); Установки FRM – 06; FRM – 08; FRM – 09; FRM – 07; FRM – 03; FRM – 02; FRM – 01; FRM – 04; FRM – 05; FRM – 10	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №31-04в
3	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования.	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-01
4	Учебная аудитория для практических занятий типа, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (модульные лабораторные установки по электромагнетизму: ФПЭ – 03, ФПЭ – 07, ФПЭ – 05, ФПЭ – 08, ФПЭ – 11, ФПЭ – 12, ФПЭ – 04 (ООО «Интос» г. Москва); микросистемы; лабораторные работы по волновой оптике: 1. Бипризма Френеля, 2. Кольца Ньютона, 3. Дифракция плоских волн, 4. Дифракционная решетка, 5. Поляризация света, 6. Определение длин волн спектральных линий; лабораторный стенд ИТ3-ЭМ-П-ПО (ООО «Профобразование» г. Казань)).	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-04

5	Учебная аудитория для лабораторных занятий. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (модульные лабораторные установки по электромагнетизму: ФПЭ – 03, ФПЭ – 07, ФПЭ – 05, ФПЭ – 08, ФПЭ – 11, ФПЭ – 12, ФПЭ – 04 (ООО «Интос» г. Москва); микросистемы; лабораторные работы по волновой оптике: 1. Бипризма Френеля, 2. Кольца Ньютона, 3. Дифракция плоских волн, 4. Дифракционная решетка, 5. Поляризация света, 6. Определение длин волн спектральных линий; лабораторный стенд ИТ3-ЭМ-П-ПО (ООО «Профобразование» г. Казань)).	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-06
6	Учебная аудитория для практических занятий, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (лабораторный комплекс ЛКК-2М №36 и №37 (НТЦ «Владис», г. Москва); лабораторные стенды И-АЧТ-ПО, УИС-АВ-ДР, УИС-АВ-УСП-ПО (ООО Профобразование, г. Казань); установки ФПК – 03, ФПК – 05, ФПК – 10 (НПП «Учебная техника», г. Москва)).	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-05.
7	Учебная аудитория для лабораторных занятий. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (лабораторный комплекс ЛКК-2М №36 и №37 (НТЦ «Владис», г. Москва); лабораторные стенды И-АЧТ-ПО, УИС-АВ-ДР, УИС-АВ-УСП-ПО (ООО Профобразование, г. Казань); установки ФПК – 03, ФПК – 05, ФПК – 10 (НПП «Учебная техника», г. Москва)).	196135, г. Санкт-Петербург, ул. Гастелло, д. 15, аудитория №32-03.

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля 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; Экзаменационные билеты*; Задачи; Тесты.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

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
1	Назовите предмет изучения кинематики.	ОПК-3.Д.4
2	Дайте определение материальной точки.	ОПК-3.Д.4
3	Тело движется из состояния покоя с тангенциальным ускорением aτ = 4 м/с2 и нормальным ускорением an = 3 м/с2. Найдите величину полного ускорения тела a.	ОПК-3.Д.5

4	Назовите, в каких единицах измеряется в системе СИ угловая скорость и угловое ускорение.	ОПК-3.Д.4
5	Дайте определение абсолютно твердому телу.	ОПК-3.Д.4
6	Проанализируйте отличия следующих физических моделей: абсолютно твёрдое тело (АТТ) и материальная точка. Приведите пример, в котором одно и то же тело выступает в качестве материальной точки и АТТ.	ОПК-3.Д.5
7	Покажите связь между линейной и угловой скоростью материальной точки.	ОПК-3.Д.5
8	Проанализируйте характер прямолинейного движения тела по известному закону движения x(t) = 10 + 2*t* + *0,5*t2 (м). Какой путь пройдет тело за указанное время t = 2 с? Обоснуйте применение законов, используемых для решения задачи.	ОПК-3.Д.5
9	Сформулируйте первый закон Ньютона.	ОПК-3.Д.4
10	Объясните принцип измерения величины силы, основанный на третьем законе Ньютона.	ОПК-3.Д.4
11	Объясните, как, согласно второму закону Ньютона, зависит ускорение тела от его массы.	ОПК-3.Д.4
12	Приведите пример, иллюстрирующий действие третьего закона Ньютона.	ОПК-3.Д.5
13	Камень лежит на дне сосуда, полностью погружённый в воду. Как изменится сила давления камня на дно, если сверху налить керосин (керосин не смешивается с водой)? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-3.Д.5
14	Назовите, какой из законов Кеплера устанавливает форму траектории планет.	ОПК-3.Д.4
15	Оцените зависимость силы всемирного тяготения от массы взаимодействующих тел и расстояния между ними. Обоснуйте, как изменится сила взаимного тяготения двух тел, если массу одного из тел увеличить вдвое, а расстояние между телами – уменьшить в два раза.	ОПК-3.Д.5
16	Дайте определение импульса тела как физической величины.	ОПК-3.Д.4
17	Сформулируйте, при каких условиях выполняется закон сохранения импульса.	ОПК-3.Д.4
18	Назовите, какая физическая величина называется моментом силы.	ОПК-3.Д.4
19	Сравните записи основного закона динамики для поступательного и вращательного движения. Найдите взаимосвязи между этими законами.	ОПК-3.Д.5
20	Сформулируйте закон сохранения момента импульса.	ОПК-3.Д.4
21	Дайте определение работы как физической величины.	ОПК-3.Д.4
22	Сформулируйте, что такое мощность как физическая величина.	ОПК-3.Д.4
23	Объясните, почему центростремительная сила при вращении по окружности не производит работы.	ОПК-3.Д.5
24	Исследуйте работу силы, если тело массой m = 1 кг под действием некоторой силы изменило свою скорость с υ0 = 1 м/с до υ = 3 м/с. Обоснуйте применение законов, используемых для решения задачи.	ОПК-3.Д.5
25	Объясните, в чем состоит различие между консервативными и неконсервативными силами.	ОПК-3.Д.5
26	Какой корабль движется медленнее – нагруженный или ненагруженный – при одинаковой мощности двигателя? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-3.Д.5
27	Дайте определение потенциальной энергии. От чего она зависит?	ОПК-3.Д.4

28	Объясните, как работа консервативной силы связана с потенциальной энергией.	ОПК-3.Д.4
29	Сформулируйте закон сохранения механической энергии. Приведите пример выполнения закона сохранения энергии.	ОПК-3.Д.4
30	Дан тонкий стержень массой m = 120 г и длиной l = 50 см, способный вращаться относительно оси, проходящей через его середину. Рассчитайте его момент инерции относительно указанной оси.	ОПК-3.Д.5
31	Покажите на примере тонкого стержня длиной 20 см и массой 30 г, как применяется теорема Штейнера для расчета момента инерции тел при переносе оси вращения с середины стержня на один из его концов.	ОПК-3.Д.5
32	Назовите формулу, по которой вычисляется момент импульса абсолютно твердого тела.	ОПК-3.Д.4
33	Как вычисляется кинетическая энергия вращения абсолютно твердого тела? Сравните с формулой для кинетической энергии поступательного движения.	ОПК-3.Д.5
34	Сформулируйте два постулата теории относительности Эйнштейна.	ОПК-3.Д.4
35	Справедлива ли в специальной теории относительности (СТО) классическая формула для кинетической энергии E = m*v2/2? Если нет, то как рассчитывается кинетическая энергия тела согласно СТО?	ОПК-3.Д.5
36	Определите, как изменится период колебаний пружинного маятника при увеличении его массы в 2 раза, а жесткости пружины – в 8 раз.	ОПК-3.Д.5
37	Как связана энергия гармонических колебаний с их амплитудой?	ОПК-3.Д.5
38	Сделайте вывод по вопросу: как будет изменяться ход маятниковых часов при наступлении летних жарких дней по сравнению с холодными зимними днями, если часы установлены в неутепленном помещении (стержень маятника металлический)? Аргументируйте свой ответ.	ОПК-3.Д.5
39	Сформулируйте определение волны.	ОПК-3.Д.4
40	Объясните различие между продольными и поперечными механическими волнами.	ОПК-3.Д.5
41	Запишите уравнение бегущей волны.	ОПК-3.Д.4
42	Назовите, чему равна средняя объемная плотность энергии волны.	ОПК-3.Д.4
43	Источник звука и приемник движутся друг относительно друга со скоростями υист и υпр соответственно. Скорость звука в среде равна 340 м/с. Проанализируйте задачу и определите относительное изменение частоты звука за счет эффекта Доплера. Источник и приемник движутся навстречу друг другу: υист = 40 м/с, υпр = 60 м/с.	ОПК-3.Д.5
44	Сформулируйте принцип Гюйгенса.	ОПК-3.Д.4
45	Назовите определение интерференции волн.	ОПК-3.Д.4
46	Сформулируйте, что называется стоячей волной. Приведите пример стоячей волны.	ОПК-3.Д.5
47	Назовите основные параметры состояния, которыми описывается термодинамическая система.	ОПК-3.Д.4
48	На одну чашу весов поставили блюдце с горячей водой, а на другую уравновешивающие её гири. Сохранится ли с течением времени это равновесие? Обоснуйте Ваш ответ.	ОПК-3.Д.5
49	Запишите уравнение состояния идеального газа.	ОПК-3.Д.4
50	Укажите количество степеней свободы у жесткой двухатомной молекулы. С какими движениями они связаны?	ОПК-3.Д.4
51	Чему равна работа газа в изохорном процессе	ОПК-3.Д.4

52	Оцените, чувствительность какого термометра выше − ртутного или спиртового (при прочих равных условиях)?	ОПК-3.Д.5
53	Газ, находящийся при постоянном давлении p = 100 кПа, изменил объем с V1 = 4 м3 до V2 = 12 м3. Покажите, как рассчитывается работа газа в таком процессе, и найдите ее величину.	ОПК-3.Д.5
54	Сделайте выводы по характеру изменения температуры газа при его быстром расширении. Ответ поясните.	ОПК-3.Д.5
55	Перечислите, из каких частей состоит тепловая машина.	ОПК-3.Д.4
56	Оцените ситуацию: капля маслянистой жидкости попадает на поверхность воды и растекается, образуя тонкую плёнку. Обязательно ли эта плёнка закроет всю поверхность воды? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-3.Д.5
57	Оцените ситуацию. Что обжигает кожу сильнее: вода или водяной пар одинаковой массы при одной и той же температуре? Обоснуйте Ваш ответ.	ОПК-3.Д.5
58	Что такое абсолютно черное тело?	ОПК-3.Д.4
59	Во сколько раз изменится поток энергии от нити накаливания лампы, если удвоить ее температуру? Обоснуйте ваш ответ, опираясь на закон Стефана-Больцмана.	ОПК-3.Д.5
60	Расположите следующие спектральные классы звезд в порядке возрастания абсолютной температуры: A – белые звезды, G – желтые, M – красные, O – голубые Используйте в ответе законы излучения абсолютно черного тела. Объясните полученную закономерность изменения цвета.	ОПК-3.Д.5
61	Объясните принцип измерения температуры тела с помощью оптического пирометра.	ОПК-3.Д.5
62	Что называется внешним фотоэффектом?	ОПК-3.Д.4
63	В каких единицах системы СИ можно измерять энергию фотонов?	ОПК-3.Д.4
64	Может ли видимое излучение вызвать фотоэффект в пластине из металла, работа выхода которого равна 3.5 эВ? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-3.Д.5
65	Объясните причину возникновения тормозного рентгеновского излучения.	ОПК-3.Д.4
66	Объясните, как энергия фотона связана с длиной световой волны. Обоснуйте ваш ответ.	ОПК-3.Д.4
67	Фотон с длиной волны λ = 97,04 пм рассеялся на неподвижном электроне под углом θ = 90°. Предложите способ определения относительного изменения длины волны фотона при комптоновском рассеянии. Рассчитайте его величину в указанном случае. Комптоновская длина волны равна 2,426 пм.	ОПК-3.Д.5
68	Опишите, что представляет собой атом в рамках модели Томсона. Какие основные недостатки данной модели?	ОПК-3.Д.4
69	Атом водорода находится в основном состоянии. Какой длины волны излучение может испустить данный атом? Обоснуйте ваш ответ, используя постулаты Бора.	ОПК-3.Д.5
70	В чем состоит гипотеза де Бройля?	ОПК-3.Д.4
71	Объясните, при каких условиях микрочастицы проявляют волновые свойства. Приведите примеры, подтверждающие волновые свойства частиц.	ОПК-3.Д.4

72	Будет ли проявлять волновые свойства футбольный мяч при попадании в ворота шириной 7 м, если масса мяча 400 г., а скорость - 100 км/ч? Ответ обосновать.	ОПК-3.Д.5
73	Каков физический смысл волновой функции?	ОПК-3.Д.4
74	В чем отличие стационарного и нестационарного уравнения Шрёдингера?	ОПК-3.Д.4
75	Сравните длину волны де Бройля для шарика массой mш = 0,2 г и протона массой mp = 1.67*10-27 кг, имеющих одинаковые скорости v.	ОПК-3.Д.5
76	Каким образом энергия «нулевых колебаний» квантового гармонического осциллятора связана с соотношением неопределенностей Гейзенберга?	ОПК-3.Д.5
77	Посчитайте, сколько электронов может находиться в основном состоянии в атоме.	ОПК-3.Д.5
78	Посчитайте, сколько электронов в атоме, у которого целиком заполнена внешняя 2p-оболочка. Атом какого вещества имеет такую электронную конфигурацию?	ОПК-3.Д.5
79	Оцените по порядку величины время жизни квантового состояния, энергия которого характеризуется размыванием порядка $\Delta E \approx 0.1$ эВ.	ОПК-3.Д.5
80	Микрочастица заперта в одномерной потенциальной яме шириной l с бесконечными стенками и находится в состоянии с квантовым числом n = 1. Покажите, как определить координаты точек, в которых вероятность обнаружить микрочастицу максимальна. Найдите их в указанном случае.	ОПК-3.Д.5
81	Каким может быть спин частиц, которые описываются статистикой Ферми-Дирака? Приведите примеры таких частиц.	ОПК-3.Д.4
82	Объясните, чем отличается характер заполнения состояний квантовой системы фермионами и бозонами.	ОПК-3.Д.4
83	Сопоставьте свойства спонтанного и вынужденного излучения.	ОПК-3.Д.5
84	Предложите теоретическое обоснование, как изменится проводимость кремниевого образца, если в него внедрить небольшое количество индиевой примеси? Валентность кремния равна 4, валентность индия – 3.	ОПК-3.Д.5
85	Опишите принцип работы лазера по трехуровневой схеме.	ОПК-3.Д.4
86	Лазер работает по трехуровневой схеме. Энергия основного состояния E1 = -8 эВ, энергия возбужденного состояния E2 = -5 эВ, энергия метастабильного состояния E3= -5.2 эВ. Определите длину волны, на которой происходит рабочее излучение.	ОПК-3.Д.5
87	Чему равна молярная теплоемкость твердого тела, согласно классической теории теплоемкости Дюлонга и Пти?	ОПК-3.Д.4
88	Объясните, как квантовая теория теплоемкости твердого тела Дебая дополняет теорию теплоемкости Эйнштейна.	ОПК-3.Д.5
89	Какая частица называется фононом? Каким квантовым распределением описываются фононы?	ОПК-3.Д.4
90	В каких единицах системы СИ измеряется электрическая емкость и диэлектрическая проницаемость среды?	ОПК-3.Д.4
91	Назовите, какие величины необходимо измерить приборами для расчета энергии системы плоского заряженного конденсатора.	ОПК-3.Д.4
92	Определите, какие измерительные приборы потребуются и рассчитайте их ожидаемые показания для определения работы, совершаемой полем при перемещении заряда 5 мкКл между точками с разностью потенциалов 12 В.	ОПК-3.Д.5

93	Определите заряд плоского слюдяного (ε=7) конденсатора с площадью пластин 50 см² и расстоянием между ними 1 мм, подключенного к источнику постоянного напряжения 100 В.	ОПК-3.Д.5
94	Вычислите напряженность поля равномерно заряженной бесконечной плоскости с поверхностной плотностью заряда 2 нКл/м². Какие измерительные датчики подошли бы для экспериментальной фиксации этого поля?	ОПК-3.Д.5
95	Назовите основные параметры измерительных приборов, необходимых для экспериментальной проверки закона Ома для полной цепи.	ОПК-3.Д.4
96	Рассчитайте, как изменятся показания идеального вольтметра, подключенного к клеммам источника тока, если увеличить внешнее сопротивление цепи.	ОПК-3.Д.5
97	Определите, как выбрать оптимальную электрическую схему и приборы для измерения удельного сопротивления тонкого проводника.	ОПК-3.Д.5
98	Покажите на примере мостовой схемы Уитстона, как применяется метод балансировки моста для определения неизвестного сопротивления.	ОПК-3.Д.5
99	Оцените, как изменится погрешность измерения электрического сопротивления проводника, если применить метод амперметра-вольтметра вместо использования цифрового омметра.	ОПК-3.Д.4
100	Исследуйте зависимость полезной мощности, выделяемой на внешнем сопротивлении, от величины этого сопротивления. Выведите условие, при котором эта мощность достигает максимума.	ОПК-3.Д.4
101	Оцените относительную погрешность вычисления тепловой мощности, выделяемой на резисторе, если сила тока измерена амперметром с точностью 1%, а напряжение вольтметром – с точностью 2%.	ОПК-3.Д.4
102	В каких единицах системы СИ измеряется магнитная индукция, магнитный поток и индуктивность контура?	ОПК-3.Д.4
103	Назовите основные методы и принципы экспериментального наблюдения эффекта Холла в проводниках и полупроводниках.	ОПК-3.Д.4
104	Покажите экспериментальный алгоритм определения направления индукционного тока с помощью правила Ленца (при вдвигании магнита в катушку).	ОПК-3.Д.5
105	Оцените погрешность экспериментального расчета индуктивности реального соленоида конечной длины, если применить к нему формулу для бесконечно длинного соленоида.	ОПК-3.Д.4
106	Исследуйте зависимость, представленную петлей гистерезиса ферромагнетика. Как на основе площади петли оценить работу на перемагничивание образца?	ОПК-3.Д.4
107	Рассчитайте индукцию магнитного поля в центре кругового витка радиусом 5 см, по которому течет ток 10 А. Выделите измерительные задачи для экспериментальной проверки результата.	ОПК-3.Д.5
108	Рассчитайте ЭДС индукции, возникающую в проволочной рамке площадью 100 см², если пронизывающее её магнитное поле убывает со скоростью 0.05 Тл/с.	ОПК-3.Д.5
109	Назовите основные параметры, описывающие гармоническую электромагнитную волну (длина волны, частота, фазовая скорость).	ОПК-3.Д.4
110	Выберите способ и средства измерений для экспериментального подтверждения существования электромагнитных волн (опыт Герца).	ОПК-3.Д.5

111	В каких единицах системы СИ измеряется оптическая разность хода и как вычисляется разрешающая способность дифракционной решетки?	ОПК-3.Д.4
112	Назовите методы экспериментального получения плоскополяризованного света, используемые в лабораторной практике.	ОПК-3.Д.4
113	Назовите оптические средства и системы (поляризаторы, компенсаторы), применяемые для анализа состояния поляризации светового пучка.	ОПК-3.Д.4
114	Определите порядок действий для экспериментального расчета длины волны спектральной линии при помощи гониометра и прозрачной дифракционной решетки.	ОПК-3.Д.5
115	Покажите, как сформулировать задачу для экспериментальной проверки выполнения закона Брюстера при падении света на границу раздела двух диэлектриков.	ОПК-3.Д.5
116	Исследуйте, как скажется на точности косвенного измерения длины световой волны с помощью бипризмы Френеля неточность в измерении расстояния между мнимыми когерентными источниками.	ОПК-3.Д.4
117	Оцените погрешность вычисления радиуса кривизны линзы из установки для наблюдения колец Ньютона, если радиус 5-го темного кольца измерен равным 2.5 мм, а длина волны света 500 нм.	ОПК-3.Д.4
118	Выберите математический аппарат и рассчитайте угол дифракции, соответствующий главному максимуму третьего порядка для монохроматического света (λ = 400 нм), падающего нормально на решетку с периодом 2 мкм.	ОПК-3.Д.5
119	Рассчитайте, на какой угол отклонится луч света при прохождении через стеклянную призму с преломляющим углом 30°, если луч падает на грань призмы перпендикулярно. Показатель преломления стекла принять равным 1.5.	ОПК-3.Д.5
120	Рассчитайте постоянную Верде для диамагнетика, если при длине образца 5 см и магнитной индукции внешнего поля 0.2 Тл плоскость поляризации проходящего света поворачивается на 10°.	ОПК-3.Д.4

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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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
1	Какая будет траектория у частицы, движущейся равномерно с постоянным по величине ускорением. 1) Прямая линия 2) Линия с перегибом 3) Парабола 4) Окружность Ответ: 4	ОПК-3.Д.5
2	Определите, какая из представленных физических величин имеет единицу измерения, совпадающую с единицей измерения силы. 1) Импульс 2) Ускорение 3) Вес 4) Угловая скорость Ответ: 3	ОПК-3.Д.4
3	Что произойдёт после абсолютно неупругого удара частиц массами $m_1 = 4m_2$ и с кинетическими энергиями $T_2 = 6T_1$. Частица с массой m_1 двигалась вправо, а частица с массой m_2 — навстречу частице с массой m_1. 1) Частицы будут двигаться вправо 2) Единая частица будет двигаться влево 3) Частицы будут покоиться 4) Частицы будут двигаться в противоположные стороны Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
4	Проанализируйте, какой ответ является правильным на вопрос: «Чему равна сумма внутренних сил, действующих между телами замкнутой механической системы?» 1) Изменению энергии системы 2) Нулю 3) Изменению импульса системы 4) Ускорению центра масс системы Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
5	Что произойдет с моментом инерции свинцового цилиндра относительно оси, совпадающей с его геометрической осью симметрии, если цилиндр сплющить в диск? 1) Не изменится 2) Увеличится 3) Сохранится 4) Станет равным нулю Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
6	Укажите верную запись уравнения динамики вращательного движения. 1) $M = J \cdot \omega$ 2) $\varepsilon = M/J$ 3) $M = L \cdot \omega^2$ 4) $L = r \cdot p \cdot \sin\alpha$ Ответ: 2	ОПК-3.Д.4

7	Укажите, чему равен момент инерции тонкого обруча массой m и радиуса r. 1) $J = m \cdot r^2/12$ 2) $J = m \cdot r^2/2$ 3) $J = m \cdot r^2/3$ 4) $J = m \cdot r^2$ Ответ: 4	ОПК-3.Д.4
8	Выберите фразу, соответствующую первому закону Ньютона: «Первый закон Ньютона утверждает…» 1) Факт существования абсолютного движения 2) Существование инерциальных систем отсчёта 3) Факт существования неинерциальных систем отсчёта 4) Факт существования принципа относительности Галилея Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
9	Рассчитайте величину модуля максимальной величины ускорения точки, движение которой описывается уравнением $x = 3\cos(2t - \pi)$ см. 1) 12 м/с² 2) 3 м/с² 3) 7 м/с² 4) 9 м/с² Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
10	Выберите формулу, определяющую величину фазовой скорости волны. 1) $\upsilon = \omega \cdot k$ 2) $\upsilon = k \cdot \upsilon$ 3) $\upsilon = k \cdot \lambda$ 4) $\upsilon = \omega / k$ Ответ: 4	ОПК-3.Д.5
11	Рассчитайте, чему равна работа консервативной силы по замкнутой траектории (по точкам 1, 2, 3 и 1). 1) Зависит от убыли потенциальной энергии 2) Пропорциональна приращению кинетической энергии 3) Равна нулю 4) Зависит от скорости движения Ответ: 3	ОПК-3.Д.4
12	Какая из перечисленных физических величин имеет размерность (кг·м)/с²? 1) Момент силы 2) Момент инерции 3) Момент импульса 4) Сила Ответ: 4	ОПК-3.Д.4
13	Когда тангенциальное ускорение равно нулю, а нормальное ускорение постоянно, то такое движение называется … 1) Равномерным криволинейным 2) Равномерным прямолинейным 3) Равноускоренным прямолинейным 4) Равномерным вращением Ответ: 4	ОПК-3.Д.4

14	Выберите правильный ответ. Как изменяется модуль скорости при прямолинейном движении, если зависимость пройденного телом пути от времени задана уравнением: $S = 4 + 15t^2 + t^3$? 1) Убывает 2) Проходит через минимум 3) Возрастает 4) Остаётся постоянным Ответ: 3	ОПК-3.Д.4
15	Как вычисляется момент инерции материальной точки? 1) $J = m \cdot l^2/3$ 2) $J = m \cdot l^2/12$ 3) $J = 2 \cdot m \cdot r^2/5$ 4) $J = m \cdot r^2$ Ответ: 4	ОПК-3.Д.5
16	Как соотносятся моменты инерции диска Jд и цилиндра Jц, которые имеют равные массы и радиусы? 1) Jд = Jц 2) Jд > Jц 3) Jд > 2·Jц 4) Jд > Jц/2 Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
17	Найдите отношение произведенных работ (A_1/A_2), если два диска с равными массами и радиусами R_1 и R_2 ($R_1 = 2R_2$) раскручивают из состояния покоя до одинаковых угловых скоростей. 1) 1 2) 3 3) 4 4) 5 Ответ: 3	ОПК-3.Д.5
18	Какой учёный создал специальную теорию относительности (СТО)? 1) Галилей 2) Эйнштейн 3) Лоренц 4) Бор Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
19	Выберите уравнение, описывающее гармонические колебания. 1) $x = 0{,}1 \cdot \mathrm{tg}(2t^2 + \pi/6)$ 2) $x = 0{,}1 \cdot \cos(2t + \pi/6)$ 3) $x = 5 \cdot \mathrm{ctg}(8t^2 + \pi/2)$ 4) x = 0,05·arctg(2t^0,5) Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
20	Проанализируйте, при каком условии в системе, совершающей вынужденные колебания, будет наблюдаться резонанс (ω_0 — собственная частота, ω — частота вынуждающей силы)? 1) $\omega \gg \omega_0$ 2) $\omega > \omega_0$ 3) $\omega \approx \omega_0$ 4) $\omega \ll \omega_0$ Ответ: 3	ОПК-3.Д.4

21	Выберите, какая физическая величина изменяется под воздействием силы на тело согласно второму закону Ньютона. 1) Молярная масса 2) Скорость 3) Масса 4) Момент инерции Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
22	Выберите, в какой системе тел полный момент импульса остается постоянным. 1) Замкнутой 2) Незамкнутой, где сумма моментов внутренних сил равна нулю 3) Незамкнутой, где сумма моментов внешних сил постоянна 4) Незамкнутой Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
23	Укажите, работа какой из перечисленных сил равна нулю при замкнутой траектории движения тела. 1) Вязкого трения 2) Силы трения качения 3) Тяготения 4) Силы трения скольжения Ответ: 3	ОПК-3.Д.4
24	Чему равна величина ускорения свободного падения g на высоте над поверхностью Земли, равной радиусу Земли? Величину g вблизи поверхности Земли принять равной 9,8 м/с². 1) 3,94 м/с² 2) 9,88 м/с² 3) 2,45 м/с² 4) 19,62 м/с² Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
25	Проанализируйте, как изменится период колебаний математического маятника, если длину его подвеса увеличить в 9 раз, а массу груза — увеличить в 4 раза. 1) Увеличится в 3 раза 2) Увеличится в 4 раза 3) Уменьшится в 2 раза 4) Уменьшится в 4 раза Ответ: 1	ОПК-3.Д.5
26	Оцените электроемкость плоского воздушного конденсатора, если расстояние между его обкладками увеличить в 9 раз, а область между обкладками залить дистиллированной водой (ε = 81). 1) Уменьшится в 4 раза 2) Увеличится в 4 раза 3) Увеличится в 9 раз 4) Увеличится в 12 раз Ответ: 3	ОПК-3.Д.5
27	Назовите вещества, которые при обычных условиях практически не проводят электрический ток. 1) Проводники 2) Полупроводники 3) Платина 4) Диэлектрики Ответ: 4	ОПК-3.Д.5

28	Как направлены силовые линии напряженности электростатического поля, созданного точечным отрицательным зарядом? 1) Закручиваются вокруг заряда 2) К заряду 3) Закручиваются вокруг заряда по часовой стрелке 4) Закручиваются вокруг заряда против часовой стрелки Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
29	Может ли частица иметь заряд, величина которого в 1,5 раза больше элементарного заряда? 1) Может 2) Нет, не может 3) Может, но только если заряд отрицательный 4) Может, но только если заряд положительный Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
30	Чему равен потенциал электрического поля? 1) Потенциальной энергии единичного положительного заряда или отношению потенциальной энергии к заряду 2) Работе сил поля по перемещению единичного положительного заряда из данной точки поля в бесконечность 3) Силе, действующей на заряд, помещенный в данную точку поля 4) Кинетической энергии пробного точечного единичного заряда в данной точке поля Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
31	Напишите формулу закона Ома в дифференциальной форме. 1) $R = U/I$ 2) $R = Q/I^2 \cdot \Delta t$ 3) $j = \sigma \cdot E$ 4) $R = P/I$ Ответ: 3	ОПК-3.Д.5
32	Найдите правильное название для векторной силовой характеристики электростатического поля. 1) Потенциал 2) Напряженность 3) Индукция 4) Заряд Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
33	Оцените, как изменится сила электростатического взаимодействия двух точечных зарядов, если один из них уменьшить в 4 раза, а расстояние между ними уменьшить в 2 раза. 1) Уменьшится в 8 раз 2) Уменьшится в 2 раза 3) Уменьшится в 16 раз 4) Не изменится Ответ: 4	ОПК-3.Д.4
34	Оцените, как зависит электрическая проводимость проводника от приложенной к нему разности потенциалов. 1) Прямо пропорционально 2) Пропорционально степени от разности потенциалов 3) Пропорционально квадрату 4) Не зависит Ответ: 4	ОПК-3.Д.4

<table>
<tr><td>35</td><td>Укажите физическую величину, которая имеет ту же единицу измерения, что и напряжение.
1) Напряженность
2) Проводимость
3) ЭДС
4) Сопротивление
Ответ: 3</td><td>ОПК-3.Д.4</td></tr>
<tr><td>36</td><td>Как называется величина напряженности поля, если намагниченность ферромагнетика обращается в нуль и напряженность поля направлена противоположно полю, вызвавшему намагничивание?
1) Гистерезисом
2) Коэрцитивной силой
3) Поляризацией
4) Магнитодвижущей силой
Ответ: 2</td><td>ОПК-3.Д.4</td></tr>
<tr><td>37</td><td>Оцените, по какой траектории будет двигаться в магнитном поле частица, летящая с постоянной скоростью вдоль линий магнитной индукции?
1) Окружность
2) Прямая
3) Овалоид
4) Эллипс
Ответ: 2</td><td>ОПК-3.Д.4</td></tr>
<tr><td>38</td><td>В каких единицах измеряется напряженность электрического поля?
1) А/м
2) В/м
3) Кл
4) Тл
Ответ: 2</td><td>ОПК-3.Д.5</td></tr>
<tr><td>39</td><td>Установите соответствие между материалом проводника и его электропроводностью:
<table><tr><th>Материал</th><th>Электропроводность (σ, 1/(Ом·см)</th></tr><tr><td>А) Металл</td><td>1) $>10^{-15}$ - 10^{-10}</td></tr><tr><td>Б) Полупроводник</td><td>2) 10^{-10} - 10^{3}</td></tr><tr><td>В) Диэлектрик</td><td>3) 10^{4} - 10^{6}</td></tr></table>Ответ: 1 – В, 2 – Б, 3 – А</td><td>ОПК-3.Д.4</td></tr>
<tr><td>40</td><td>Оцените, как соотносятся углы падения α и отражения φ света?
1) $\alpha >> \varphi$
2) $\alpha > \varphi$
3) $\alpha = \varphi$
4) $\alpha < \varphi$
Ответ: 3</td><td>ОПК-3.Д.5</td></tr>
<tr><td>41</td><td>Проанализируйте, чему равен абсолютный показатель преломления среды с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 16$ и магнитной проницаемостью $\mu = 1$.
1) 1/32
2) 1/4
3) 4
4) 1/16
Ответ: 3</td><td>ОПК-3.Д.4</td></tr>
</table>

42	Укажите явление, которое именуется интерференцией волн? 1) Огибание волнами препятствий 2) Наложение друг на друга волн, идущих от когерентных источников 3) Отклонение волн от первоначального направления распространения при переходе из одной среды в другую 4) Зависимость фазовой скорости от длины волны Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
43	Проанализируйте, каким должен быть угол падения светового луча, чтобы отраженный луч составлял с падающим угол 40°. 1) 25° 2) 55° 3) 20° 4) 45° Ответ: 3	ОПК-3.Д.4
44	Оцените оптическую длину пути L из одной точки в другую, если расстояние между двумя точками прозрачной диэлектрической среды S = 4 м. Показатель преломления среды n = 1,5. 1) 5 м 2) 6 м 3) 7 м 4) 11 м Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
45	Для объяснения какого явления может быть использован принцип Гюйгенса-Френеля? 1) Когерентность 2) Дифракция 3) Поляризация 4) Корпускулярно-волновой дуализм Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
46	Проанализируйте, чему равен период решетки, когда дифракционная решетка содержит 200 штрихов на миллиметр. 1) 100 мкм 2) 500 мкм 3) 200 мкм 4) 5 мкм Ответ: 4	ОПК-3.Д.5
47	Проанализируйте интенсивность света при интерференции одинаковых волн с интенсивностью I от когерентных источников в точке, в которой разность фаз равна $2 \cdot \pi \cdot N$ (N = 0, 1, 2, …)? 1) $4 \cdot I$ 2) $3 \cdot I$ 3) I 4) 0 Ответ: 1	ОПК-3.Д.5

48	Что из перечисленного является особенностью силовых линий магнитного поля? 1) Силовые линии магнитного поля всегда замкнутые 2) Магнитные силовые линии начинаются на магнитных и заканчиваются на электрических зарядах 3) Магнитные силовые линии начинаются и заканчиваются на магнитных зарядах 4) Магнитные силовые линии начинаются и заканчиваются на электрических зарядах Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
49	Сделайте вывод, какой геометрической фигурой можно описать траекторию движения заряженной частицы, двигающейся под некоторым углом ($0° < \alpha < 90°$) к линиям магнитной индукции. 1) Окружность 2) Парабола 3) Гипербола 4) Спираль Ответ: 4	ОПК-3.Д.5
50	Оцените степень поляризации P света, если свет представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным. Интенсивность поляризованного света в луче равна интенсивности естественного света. 1) 25% 2) 35% 3) 50% 4) 75% Ответ: 3	ОПК-3.Д.5
51	Рассчитайте показатель преломления вещества, если скорость света при переходе луча из воздуха в некоторое вещество уменьшилась на 20%. 1) 1,2 2) 1,25 3) 0,2 4) 2,2 Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
52	Рассчитайте угол между оптическими осями поляризатора и анализатора. При прохождении скрещенных поляризатора и анализатора интенсивность света уменьшилась в 4 раза. 1) 60° 2) 45° 3) 30° 4) 90° Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
53	Проанализируйте, как изменится величина магнитной индукции на оси длинного соленоида, если ток в нем увеличить в 4 раза, а плотность намотки витков уменьшить в 2 раза? 1) Увеличится в 2 раза 2) Увеличится в 9 раз 3) Уменьшится в 9 раз 4) Уменьшится в 3 раза Ответ: 1	ОПК-3.Д.5

54	Укажите, какое тело является абсолютно черным телом. 1) Поглощает все падающее на него излучение 2) Отражает все падающее на него излучение 3) Излучает в рентгеновском диапазоне 4) Излучает в видимом диапазоне Ответ: 1	ОПК-3.Д.5
55	У какого из тел отражательная способность близка к нулю? 1) Прозрачного 2) Зеркального 3) Матового 4) Черного Ответ: 4	ОПК-3.Д.5
56	Оцените, во сколько раз увеличилась энергетическая светимость абсолютно черного тела при его нагревании с $T_1 = 1000$ K до $T_2 = 3000$ K. 1) В 72 раза 2) В 81 раз 3) В 88 раз 4) В 64 раза Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
57	Выберите, какая формула наиболее точно описывает спектральную плотность энергетической светимости абсолютно черного тела. 1) Формула Ферми-Дирака 2) Формула Бозе-Эйнштейна 3) Формула Планка 4) Формула Рэлея-Джинса Ответ: 3	ОПК-3.Д.4
58	Какое излучение является равновесным? 1) Альфа-, бета-, гамма-излучения 2) Тепловое излучение 3) Лазерное излучение в видимом и инфракрасном диапазонах 4) Тормозное рентгеновское излучение Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
59	Укажите закон, который определяет положение максимума излучательной способности абсолютно черного тела при заданной абсолютной температуре. 1) Закон Стефана-Больцмана 2) Первый закон Вина 3) Закон Кирхгофа 4) Закон Малюса Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
60	Укажите формулу, определяющую энергию светового кванта. 1) $E = (m \cdot c^2)/2$ 2) $E = h \cdot c$ 3) $E = h \cdot \nu$ 4) $E = h \cdot \nu = h \cdot c/\lambda$ Ответ: 4	ОПК-3.Д.4

61	Проанализируйте, как изменяется сила тока насыщения при фотоэффекте в случае уменьшения светового потока падающего света постоянной длины волны. 1) Уменьшается 2) Сначала уменьшается, затем увеличивается 3) Сначала увеличивается, затем уменьшается 4) Сначала остается постоянной, а затем уменьшается Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
62	Проанализируйте, что произойдет с кинетической энергией фотоэлектронов, если, не меняя частоты падающего света, увеличить его интенсивность в 2 раза. 1) Уменьшится в 2 раза 2) Увеличится в 4 раза 3) Не изменится 4) Увеличится в 2 раза Ответ: 3	ОПК-3.Д.4
63	Оцените величину красной границы фотоэффекта (в герцах) для катода, изготовленного из вольфрама толщиной 2 мм. Катод покрыт слоем оксида бария. Работа выхода электронов с поверхности катода равна 2 эВ. Постоянная Планка — $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Заряд электрона — $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл. 1) $3{,}2 \cdot 10^{15}$ Гц 2) $4{,}8 \cdot 10^{15}$ Гц 3) $4{,}8 \cdot 10^{14}$ Гц 4) $4{,}8 \cdot 10^{13}$ Гц Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
64	Каким образом зависит работа выхода электрона с поверхности катода из кадмия от частоты падающего света? 1) Прямо пропорционально частоте 2) Пропорционально ускоряющему напряжению 3) Пропорционально квадрату частоты 4) Не зависит от частоты Ответ: 4	ОПК-3.Д.5
65	Проанализируйте, будет ли наблюдаться фотоэффект, если пластинку из лантана облучать светом с длиной волны 600 нм? Работа выхода электрона из лантана равна 3,3 эВ. 1) Фотоэффект возможен, если катод нагреть до температуры 347 К 2) Не будет 3) Фотоэффект возможен, если дополнительно приложить к пластинке ускоряющую разность потенциалов величиной не менее 1 В 4) Фотоэффект возможен с вероятностью $p \approx 0{,}5$ Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
66	Сделайте вывод о величине минимального обратного напряжения, при котором полностью прекращается фототок. Условие: энергия фотонов равна 6,5 эВ, а фотокатод изготовлен из лития, работа выхода которого составляет 2,5 эВ. 1) 4 В 2) 9 В 3) 6,5 В 4) 2,5 В Ответ: 1	ОПК-3.Д.5

67	Оцените, во сколько раз давление света, падающего перпендикулярно идеально зеркальной поверхности, больше давления света, падающего перпендикулярно идеально черной поверхности. 1) 2 2) 1 3) 1,5 4) 3 Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
68	Оцените, от каких величин зависит сила светового давления с квантовой точки зрения: А) Числа фотонов в световом пучке; Б) Энергии фотона; В) Коэффициента отражения поверхности. 1) А, В 2) А, Б, В 3) Б, В 4) А, Б Ответ: 2	ОПК-3.Д.5
69	Проанализируйте, в каких областях спектра электромагнитных волн возможно наблюдение эффекта Комптона. 1) Видимый диапазон 2) Радиодиапазон 3) Терагерцовый диапазон 4) Рентгеновский диапазон и гамма-излучение Ответ: 4	ОПК-3.Д.5
70	Каким образом импульс фотона связан с длиной волны? 1) Импульс прямо пропорционален длине волны 2) Импульс прямо пропорционален квадрату длины волны 3) Импульс обратно пропорционален длине волны 4) Импульс прямо пропорционален корню квадратному от длины волны Ответ: 3	ОПК-3.Д.5
71	В какой области спектра электромагнитного излучения импульс фотона имеет минимальное значение? 1) Инфракрасное излучение 2) Терагерцовое излучение 3) Рентгеновское излучение 4) Радиоизлучение Ответ: 4	ОПК-3.Д.5
72	Проанализируйте, какое из приведенных высказываний противоречит квантовой теории света. 1) Интенсивность света не зависит от плотности потока фотонов и их энергии 2) Свет может излучаться и распространяться только отдельными порциями — квантами 3) Каждому из квантовых состояний, в котором находится атомная система, соответствует определенный уровень энергии 4) Для частицы не могут быть одновременно точно измерены координаты и импульс Ответ: 1	ОПК-3.Д.5

73	Укажите, в чем заключается смысл первого постулата Бора. 1) Утверждение о существовании стационарных состояний, в которых атом не излучает и не поглощает энергии 2) Разность энергий двух стационарных состояний равна энергии излучаемого или поглощаемого кванта света 3) В атоме электроны движутся по орбитам, близким к круговым 4) Атом состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
74	Выберите, какое из приведенных ниже высказываний правильно описывает способность атомов к излучению и поглощению энергии: «Атомы могут …». 1) Поглощать и излучать лишь некоторый дискретный набор значений энергии 2) Излучать и поглощать любую порцию энергии 3) Излучать либо дискретный набор значений энергии, либо любую порцию энергии 4) Излучать любую порцию энергии, а поглощать лишь некоторый Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
75	Укажите, к какому диапазону излучения относятся переходы из серии Бальмера в атоме водорода? 1) Тепловое излучение 2) Рентгеновское излучение 3) Гамма-излучение 4) Видимый свет Ответ: 4	ОПК-3.Д.5
76	Проанализируйте, как изменилась энергия атома водорода при излучении им фотона с длиной волны $\lambda = 4{,}86 \cdot 10^{-7}$ м? 1) Увеличилась на 4,86 эВ 2) Уменьшилась на 2,55 эВ 3) Уменьшилась на 4,86 эВ 4) Увеличилась на 9,72 эВ Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
77	Оцените разность энергий основного и возбужденного состояния (в эВ). Дано: электрон в атоме перешел из возбужденного состояния в основное, и при данном переходе произошло излучение фотона с длиной волны 650 нм. 1) 0,4 эВ 2) 1,9 эВ 3) 1,2 эВ 4) 2,2 эВ Ответ: 2	ОПК-3.Д.4

78	Укажите, в чём заключается гипотеза де Бройля. 1) Любые микрочастицы наряду с корпускулярными обладают волновыми свойствами 2) Атом не может содержать более двух электронов, находящихся в одинаковых стационарных состояниях, определяемых набором четырех квантовых чисел 3) Одновременно невозможно с высокой точностью задать координаты и импульс микрочастицы 4) Энергия испускается и поглощается не непрерывно, а отдельными квантами Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
79	Выберите утверждение, наиболее правильно соответствующее гипотезе де Бройля. 1) Микрочастицы могут проявлять волновые свойства 2) Электромагнитные волны имеют свойства частиц 3) У каждой частицы существует античастица 4) Ядро атома состоит из кварков Ответ: 1	ОПК-3.Д.5
80	Рассчитайте длину волны де Бройля для электрона, движущегося со скоростью 3,6 км/с. Масса электрона $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл. 1) 1,6 мкм 2) 2,6 м 3) 201 нм 4) 3,6 мкм Ответ: 3	ОПК-3.Д.5
81	Укажите количество значений, которые может принимать магнитное квантовое число m при данном значении орбитального квантового числа l? 1) 2l + 1 2) 3l + 1 3) l – 1 4) l Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
82	Укажите, что определяет главное квантовое число n? 1) Энергетические уровни электрона в атоме 2) Величину момента импульса электрона в атоме 3) Проекцию орбитального момента импульса электрона на заданное направление 4) Величину момента импульса электрона в заданном направлении Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
83	Укажите, что определяет магнитное квантовое число m? 1) Орбитальный механический момент электрона в атоме 2) Энергию стационарного состояния электрона в атоме 3) Величину момента импульса электрона в заданном направлении 4) Энергетические уровни электрона в атоме Ответ: 3	ОПК-3.Д.5

84	В честь кого назван эффект расщепления уровней энергии атома во внешнем электрическом поле? 1) Эйнштейна и де Хааса 2) Штарка 3) Эттингсгаузена 4) Ааронова-Бома Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
85	Как называют линии в спектре комбинационного рассеяния с частотами, меньшими частоты падающего света? 1) Оранжевыми спутниками 2) Антистоксовыми спутниками 3) Стоксовыми спутниками 4) Антагонистическими спутниками Ответ: 3	ОПК-3.Д.4
86	Поясните физический смысл волновой функции. 1) Волновая функция пропорциональна энергии частицы 2) Произведение волновой функции на комплексно-сопряженное выражение равно плотности вероятности обнаружения частицы 3) Волновая функция обратно пропорциональна длине волны де Бройля 4) Волновая функция представляет собой кинематический закон движения микрочастицы x = x(t) в неявной форме Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
87	Выберите верную формулировку соотношения неопределенностей Гейзенберга. 1) $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$ 2) $\Delta z \cdot \Delta t \geq \hbar$ 3) $\Delta p \cdot \Delta m \geq \hbar$ 4) $\Delta y \cdot \Delta t \geq \hbar$ Ответ: 1	ОПК-3.Д.4
88	Укажите, какие частицы являются фермионами. 1) Электрически заряженные частицы 2) Электрически нейтральные частицы 3) Все частицы с полуцелым спином 4) Электрически заряженные частицы с целым спином Ответ: 3	ОПК-3.Д.4
89	Как называется твердое тело, у которого валентная зона полностью заполнена, зона проводимости — полностью свободна, а ширина запрещенной зоны велика по сравнению с энергией теплового движения? 1) Проводник 2) Диэлектрик 3) Полупроводник 4) Примесный полупроводник Ответ: 2	ОПК-3.Д.4
90	Какую размерность имеет постоянная Планка в системе СИ? 1) Дж·с 2) Дж/с 3) Дж/м 4) Дж/эВ Ответ: 1	ОПК-3.Д.4

91	Оцените, какой смысл имеет соотношение неопределенностей Гейзенберга для энергии частицы и времени пребывания ее в состоянии с данной энергией? 1) Энергия прямо пропорциональна времени 2) Энергия обратно пропорциональна времени 3) Энергия и время могут быть измерены одновременно со сколь угодно высокой точностью 4) Чем больше неопределенность энергии, тем меньше неопределенность времени Ответ: 4	ОПК-3.Д.4
92	Как называется состояние электрона в атоме, соответствующее минимальному возможному значению его энергии? 1) Возбужденное состояние 2) Метастабильное состояние 3) Основное состояние 4) Валентное состояние Ответ: 3	ОПК-3.Д.4
93	В чем заключается туннельный эффект? 1) В волновом характере движения микрочастицы в периодическом потенциале 2) В корпускулярном поведении электромагнитного излучения при прохождении его через узкое отверстие 3) В нахождении частицы сразу в нескольких точках пространства одновременно 4) В прохождении микрочастицы через потенциальный барьер, когда энергия частицы меньше высоты этого барьера Ответ: 4	ОПК-3.Д.4
94	Какие подвижные частицы или квазичастицы являются носителями заряда в полупроводниках? 1) Электроны 2) Протоны 3) Электроны и дырки 4) Ионы Ответ: 3	ОПК-3.Д.4

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 обучающимися 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.

Структура предоставления лекционного материала:

– лекции по разделам согласно табл. 3 и темам, согласно табл. 4.

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 обучающимся 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.

Требования к проведению практических занятий

Методические указания по организации и проведению практических занятий, а также по выполнению домашних заданий содержатся в следующих учебных пособиях, представленных в библиотеке ГУАП в печатном и электронном видах:

1. Коваленко И.И., Котликов Е.Н., Лавровская Н.П., Новикова Ю.А., Прилипко В.К., Рутьков Е.В., Царев Ю.Н. Механика. Колебания и волны. Термодинамика: сборник задач. – СПб.: ГУАП, 2018. – 67 с.

2. Андреев В.М., Коваленко И.И., Котликов Е.Н., Кректунова И.П., Лавровская Н.П., Литвинова Н.Н., Новикова Ю.А., Первушина М.О., Прилипко В.К., Терещенко Г.В., Холодилов А.Н., Царев Ю.Н., Шифрин Б.Ф. Электричество. Магнетизм. Оптика: сборник задач. – СПб.: ГУАП, 2019. – 78 с.

3. Андреев В.М., Коваленко И.И., Копыльцов А.В., Котликов Е.Н., Лавровская Н.П., Первушина М.О., Попов Д.А., Прилипко В.К., Прошкин С.С., Рутьков Е.В., Царев Ю.Н., Шифрин Б.Ф. Квантовая физика: сборник задач. – 2-е изд., доп. – СПб.: ГУАП, 2023. – 60 с.

Методические указания по проведению контрольных работ на практических занятиях содержатся в следующих учебных пособиях, представленных в библиотеке ГУАП:

1. Андреев В.М., Винниченко В.Ю., Горелая А.В., Егоров М.Ю., Иванова В.В., Лавровская Н.П., Попов Д.А., Прошкин С.С. Механика. Колебания и волны. Термодинамика: сборник задач. – СПб.: ГУАП, 2024. – 67 с.

2. Егоров М.Ю., Коваленко И.И., Лавровская Н.П., Новикова Ю.А., Терещенко Г.В., Шифрин Б.Ф., Царев Ю.Н. Электромагнетизм. Волновая оптика: сборник задач для контрольных работ по физике. – СПб.: ГУАП, 2024. – 54 с.

3. Егоров М.Ю., Коваленко И.И., Котликов Е.Н., Лавровская Н.П., Лобанов Б.В., Новикова Ю.А., Прилипко В.К., Рутьков Е.В., Царев Ю.Н. Квантовая оптика и квантовая механика: сборник задач для контрольных работ по физике. – СПб.: ГУАП, 2024. – 30 с.

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 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

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

1. В. М. Андреев, М. Ю. Егоров, И. И. Коваленко, А. В. Копыльцов, Е. Н. Котликов, И. П. Кректунова, Н. П. Лавровская, Ю. А. Новикова, Д. А. Попов, В. К. Прилипко, Г. В. Терещенко, Ю. Н. Царев, Б. Ф. Шифрин // Квантовая физика: лаб. практикум / Под общ. ред. А. В. Копыльцова. – СПб.: ГУАП, 2021. – 90 с.

2. И. И. Коваленко, Н. П. Лавровская, Н. Н. Литви. нова, Г. Л. Плехоткина, Д. Е. Погарев, В. К. Прилипко, Ю. Н. Царев, Б. Ф. Шифрин // Механика. Колебания и волны.

Молекулярная физика: лабораторный практикум / под ред. И. И. Коваленко. – СПб.: ГУАП, 2014 – 132 с.

3. А. В. Копыльцов, Е. Н. Котликов, Н. П. Лавровская, Ю. А. Новикова, В. К. Прилипко, Г. В. Терещенко // Электричество и магнетизм: лаб. практикум / под ред. А. В. Копыльцова. – СПб.: ГУАП, 2021. – 103 с.

4. Котликов, Е. Н. // Волновая оптика: учеб.-метод. пособие / Е. Н. Котликов, Ю. А. Новикова, Г. В. Терещенко / под ред. Котликова Е. Н. – СПб.: ГУАП, 2019. – 118 с.

5. Е. Н. Котликов, И. П. Кректунова, Н. П. Лавровская, Ю.А. Новикова, А. Н. Тропин // ВОЛНОВАЯ ОПТИКА. Лабораторный практикум. – СПб.: ГУАП, 2013. – 68 с.

6. Новикова, Ю. А. // Кинематика и динамика движения маятников: лабораторный практикум / Ю. А. Новикова, Г. В. Терещенко. – СПб.: ГУАП, 2023. – 73 с.

Прохождение лабораторного практикума осуществляется в строгом соответствии с утверждённым календарным планом. На каждую лабораторную работу отводится не менее двух занятий: первое посвящено проведению эксперимента и получению эмпирических данных, второе – защите подготовленного отчета. Оформление отчета осуществляется обучающимся во внеаудиторное время.

До начала работы в лаборатории обучающимся необходимо пройти инструктаж по технике безопасности с обязательной фиксацией данного факта в виде подписи обучающегося в соответствующем журнале.

Допуск к выполнению эксперимента осуществляется преподавателем в ходе устного собеседования, целью которого является проверка готовности обучающегося, включающая знание теоретической базы, понимание целей исследования, принципов работы измерительных установок и методики проведения эксперимента. Полученный допуск отмечается преподавателем в журнале.

Фиксация экспериментальных данных осуществляется исключительно в индивидуальный протокол (на листе формата А4). Ведение коллективных протоколов не допускается. Заполнение протокола осуществляется ручкой (шариковой, капиллярной или гелевой). Использование карандаша допускается исключительно для построения графиков и схем. По завершении эксперимента протокол подлежит обязательной проверке преподавателем с последующим получением его подписи.

Структура и форма отчёта о лабораторной работе

Подготовленный отчёт подлежит очной защите на следующем после проведения эксперимента лабораторном занятии. Каждый отчёт должен в обязательном порядке содержать следующие разделы:

1. Цель работы. Формулируется в строгом соответствии с учебно-методическим пособием.

2. Описание экспериментальной установки. Приводится краткая функциональная или электрическая схема (без детализации внешнего вида приборов).

3. Расчётные формулы. Указываются и нумеруются все математические выражения, используемые для обработки эмпирических данных из протокола измерений. Промежуточные математические выводы не приводятся. Формулы, используемые для вычисления погрешностей, в этом разделе также не указываются.

4. Результаты измерений и вычислений. В данном разделе приводятся все эмпирические данные, собранные в ходе проведения эксперимента, а также расчетные значения, полученные при составлении отчёта. Рекомендуется систематизировать их в виде таблиц с соблюдением правил округления и указанием значащих цифр.

5. Примеры расчетов. Приводится подробная подстановка числовых значений для одного типового расчета по каждой рабочей формуле.

6. Вычисление погрешностей. Указываются формулы для расчета абсолютных, относительных, систематических и случайных погрешностей, а также вывод этих формул. Приводятся результаты и примеры вычисления погрешностей для искомых величин.

7. Графики. Графики выполняются на миллиметровой бумаге или с использованием специализированного программного обеспечения с последующей распечаткой на бумаге формата А4. Каждый график должен быть пронумерован и подписан. Обязательными требованиями являются:

- подписи осей (с указанием единиц измерения);
- наличие координатной сетки;
- нанесение всех экспериментальных точек и аппроксимирующих прямых;
- отображение доверительных интервалов (погрешностей) для одной или нескольких точек.

8. Заключение и выводы. Формулируется итоговый результат работы – записываются все полученные значения с учётом погрешностей. Осуществляется сравнение полученных данных с табличными (справочными) значениями или теоретическими расчетами. При наличии значительных расхождений приводится физическое обоснование их причин. Если расчёты проводились разными методами, необходимо дополнительно сравнить результаты, полученные этими методами. Вывод должен строго соответствовать заявленной цели работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчёт о лабораторной работе предоставляется в письменном виде, обязательно сопровождается протоколом измерений, подписанным преподавателем, а также напечатанным титульным листом. Протокол измерений должен содержать:

- полное наименование и номер лабораторной работы в соответствии с методическим пособием;
- Ф.И.О. обучающегося, номер академической группы;
- Ф.И.О. преподавателя;
- сводную таблицу технических характеристик используемых приборов (наименование, рабочий диапазон, класс точности, цена деления, приборная погрешность);
- зафиксированные результаты прямых измерений;
- дату проведения эксперимента и личные подписи преподавателя и обучающегося. Протокол без подписи преподавателя признается недействительным.

Титульный лист оформляется согласно требованиям, размещённым на официальном сайте ГУАП (https://guap.ru/c/regdocs/docs/uch), и в обязательном порядке должен содержать:

- наименование дисциплины;
- полное название и номер работы в соответствии с учебно-методическим пособием;
- Ф.И.О. преподавателя и обучающегося;
- номер учебной группы;

дату защиты.

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 выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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 практических работ;
- методические указания по выполнению лабораторных работ.

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

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

К основным формам текущего контроля относятся: устный опрос преподавателем на лекционных занятиях, тестирование, защита отчетов по лабораторным работам. Мероприятие текущего контроля признается успешно пройденным при условии сдачи обучающимся на момент проведения текущего контроля не менее 25% лабораторных работ, а также прохождения тестирования в системе LMS ГУАП с оценкой не ниже «удовлетворительно».

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность вследствие пропусков занятий без уважительной причины или неудовлетворительных результатов текущего контроля, обязаны ликвидировать ее в часы назначенных индивидуальных консультаций.

Результаты текущего контроля успеваемости служат основой для допуска к экзамену/дифференцированному зачету по учебной дисциплине во время прохождения промежуточной аттестации.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Условия получения допуска к прохождению промежуточной аттестации указаны в пункте 11.6.2. данной РПД.

11.6.1. Балльно-рейтинговая система и формирование итоговой оценки.

Регламент проведения текущего контроля, промежуточной аттестации и оценивания обучающихся регулируется локальным нормативным актом СМК 3.76 ГУАП, а также Положением о модульно-рейтинговой системе (МДО ГУАП СМК 2.77).

Максимальный рейтинг по дисциплине «Физика» в семестре составляет 100 баллов, из которых:

– максимальная сумма за работу в семестре (текущий контроль) – 70 баллов (распределение баллов по видам учебной деятельности описано в табл. 20);

– максимальный балл на промежуточной аттестации – 30 баллов.

Таблица 20 – Распределение баллов текущего контроля

№	Вид учебной деятельности	Максимальный балл
1	Лабораторные работы	40
2	Практические работы	20
3	Тестирование в системе LMS ГУАП	10
	Итого:	70

11.6.2. Условия допуска к промежуточной аттестации.

Обязательным условием для получения допуска к экзамену/дифференцированному зачёту является успешная сдача не менее 75% лабораторных и практических работ, а также прохождение тестирования в системе LMS ГУАП с оценкой не ниже «удовлетворительно». Лица, не выполнившие данные условия, не допускаются к промежуточной аттестации и считаются имеющими академическую задолженность, которую необходимо устранить в установленные кафедрой сроки.

Для получения итоговой оценки «Хорошо» или «Отлично» обучающийся обязан:

– выполнить и защитить 100% лабораторных и практических работ;

– набрать не менее 5 баллов (из 10) за электронное тестирование в системе LMS ГУАП.

При невыполнении хотя бы одного из данных условий максимальная итоговая оценка, независимо от баллов, полученных на экзамене/дифференцированном зачёте, не может превышать «Удовлетворительно».

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса (оцениваются максимум в 10 баллов каждый) и одну расчётную задачу (оценивается максимум в 10 баллов). Итоговая оценка по дисциплине формируется путём суммирования семестровых и экзаменационных баллов с последующим переводом в академическую шкалу, представленную в таблице 21:

Таблица 21 – Шкала перевода итоговой суммы баллов в оценку

Итоговая сумма баллов	Оценка
85 – 100	«Отлично» (5)
70 – 84	«Хорошо» (4)
55 – 69	«Удовлетворительно» (3)
менее 55	«Неудовлетворительно» (2)

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