

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 26 » сентября 20 24 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Физика  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 324 (9)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 09.03.03 Прикладная информатика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Прикладная информатика (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

# 1. Общие положения

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

- Изучить физические явления и законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; познакомиться с основными физическими величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения; представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; знать назначение и принципы действия важнейших физических приборов;
- приобрести
  - навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;
  - навыки использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных;
  - навыки проведения физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем;
- уяснить логические связи между разделами курса физики, выработать представление о том, что физика является универсальной базой для технических наук, и что те физические явления и процессы, которые пока ограничено применяются в технике, в будущем могут оказаться в центре новаторских достижений инженерной мысли.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен (проектируемые результаты освоения дисциплины):

знать:

- основные физические явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности, области и возможности применения физических эффектов;
- фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики, границы применимости основных физических моделей;
- основные физические величины и константы, их определения и единицы измерения;
- методы физического исследования, в том числе методы моделирования физических процессов;
- методы решения физических задач, важных для технических приложений;
- физические основы измерений, методы измерения физических величин;
- технологии работы с различными видами информации;

уметь:

- выделять физическое содержание в системах и устройствах различной физической природы;
- осуществлять корректное математическое описание физических явлений в технологических процессах;
- строить и анализировать математические модели физических явлений и процессов при решении прикладных задач;
- решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы математического анализа и моделирования;
- применять понятия, физические законы и методы решения задач для выполнения технических расчетов, анализа и решения практических проблем, проведения исследований в профессиональной деятельности;
- применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач, использовать основные приемы оценки погрешности и обработки данных эксперимента;

владеть:

- методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах;
- навыками практического применения законов физики, в том числе при проектировании изделий и процессов;
- методами теоретического исследования физических явлений и процессов, построения математических и физических моделей реальных систем, решения физических задач;
- навыками использования основных физических приборов;
- методами экспериментального физического исследования (планирование, постановка и

обработка данных эксперимента, в том числе с использованием пакетов стандартного программного обеспечения);  
- навыками применения знаний в области физики для изучения других дисциплин.

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Физические явления и процессы в природе и техногенных системах;
- физические законы, описывающие эти явления и процессы;
- приборы для исследования физических систем;
- методы исследования физических систем;
- методы формализованного описания физических систем, в том числе средствами математического и компьютерного моделирования.

## 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)  | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения  | Средства оценки        |
|-------------|-------------------|--|---|------------------------|
| ОПК-1       | ИД-1опк-1         | <p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости, возможности использования в практических приложениях;</li> <li>– основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;</li> <li>– основные методы физического исследования, в том числе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;</li> <li>– назначение и принцип действия важнейших физических приборов и объектов профессиональной деятельности, средств измерений и контроля;</li> <li>– методы решения физических задач, соответствующих элементам профессиональной деятельности</li> </ul> | Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.   | Тест                   |
| ОПК-1       | ИД-2опк-1         | <p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– указывать, какие законы описывают данное явление или эффект, выделять физическое содержание в прикладных задачах, проводить поиск и систематизацию соответствующей информации;</li> <li>– истолковывать смысл физических величин и понятий;</li> <li>– записывать уравнения для физических величин в системе СИ;</li> <li>– использовать основные</li> </ul>  | Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. | Индивидуальное задание |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)   | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                    | Средства оценки            |
|-------------|-------------------|---|---|----------------------------|
|             |                   | <p>понятия, законы и модели физики, оперировать ими для решения прикладных задач;</p> <p>– применять методы физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств</p>   |   |                            |
| ОПК-1       | ИД-3опк-1         | <p>владеет:</p> <p>– навыками использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях, методами решения типовых задач;</p> <p>– навыками применения основных методов физико-математического анализа и математической формализации для решения прикладных задач и поиска необходимой информации;</p> <p>– навыками проведения научно-технического эксперимента, обработки, анализа и интерпретирования его результатов;</p> <p>– навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и интерпретирования его результатов, в том числе с использованием прикладных программных средств</p> | Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. | Защита лабораторной работы |
| ОПК-3       | ИД-1опк-3         | <p>знает:</p> <p>– методы физического</p>   | Знает принципы, методы и средства решения   | Тест                       |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)  | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения  | Средства оценки            |
|-------------|-------------------|--|---|----------------------------|
|             |                   | исследования, в том числе методы моделирования физических процессов;<br>– методы решения физических задач, важных для технических приложений;<br>– физические основы измерений, методы измерения физических величин;<br>– основные приемы и технологии работы с различными видами информации   | стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; основы бухгалтерского и управленческого учета.  |                            |
| ОПК-3       | ИД-2опк-3         | умеет:<br>– анализировать и объяснять природные явления и техногенные эффекты с позиций фундаментальных физических представлений;<br>– выделять физическое содержание в прикладных задачах, проводить поиск и систематизацию соответствующей информации;<br>– применять методы физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств | Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; умеет применять современные информационно-коммуникационные технологии для бухгалтерского и управленческого учета. | Индивидуальное задание     |
| ОПК-3       | ИД-3опк-3         | владеет:<br>– навыками применения основных методов физико-математического анализа и математической формализации для решения прикладных задач и поиска необходимой информации;<br>– навыками проведения   | Владеет навыками подготовки обзоров, аннотаций, рефератов, отчетов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности; резервного копирования и  | Защита лабораторной работы |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)  | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|-----------------|
|             |                   | <p>научно-технического эксперимента, обработки, анализа и интерпретирования его результатов;</p> <p>– навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и интерпретирования его результатов, в том числе с использованием прикладных программных средств;</p> <p>– навыками поиска, отбора, систематизации, анализа и обобщения научно-технической информации, ее интерпретации и представления в виде текстов, таблиц, графиков, диаграмм;</p> <p>– навыками самообучения и развития в общекультурной и профессиональной сферах</p> | архивирования документации.  |                 |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |     |
|--|-------------|------------------------------------|-----|
|  |             | Номер семестра                     |     |
|  |             | 2                                  | 3   |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 120         | 60                                 | 60  |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:   |             |                                    |     |
| - лекции (Л)   | 48          | 24                                 | 24  |
| - лабораторные работы (ЛР)   | 36          | 18                                 | 18  |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 32          | 16                                 | 16  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)  | 4           | 2                                  | 2   |
| - контрольная работа   |             |                                    |     |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)  | 168         | 84                                 | 84  |
| 2. Промежуточная аттестация  |             |                                    |     |
| Экзамен  | 36          | 36                                 |     |
| Дифференцированный зачет   | 9           |                                    | 9   |
| Зачет  |             |                                    |     |
| Курсовой проект (КП)   |             |                                    |     |
| Курсовая работа (КР)   |             |                                    |     |
| Общая трудоемкость дисциплины  | 324         | 180                                | 144 |

### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ |  |
| 2-й семестр  |   |    |    |  |



| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Кинематика и динамика   | 6   | 4  | 4  | 21   |
| Кинематика. Основные кинематические характеристики движения: путь, перемещение, скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением. Динамика поступательного движения. Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Масса, импульс, сила. Уравнение движения материальной точки. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса. Закон всемирного тяготения. Силы трения. Динамика вращательного движения. Момент импульса материальной точки и механической системы. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса механической системы. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела с закрепленной осью вращения. Момент импульса тела. Момент инерции. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Энергия. Работа силы и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил. Релятивистская механика. Принцип относительности и преобразования Галилея. Неинвариантность электромагнитных явлений относительно преобразований Галилея. Постулаты специальной теории относительности (СТО) Эйнштейна. Относительность одновременности. Парадоксы релятивистской кинематики: сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета. |   |    |    |  |
| Колебания и волны   | 6   | 4  | 4  | 21   |
| Колебания. Амплитуда, частота и фаза колебания. Сложение колебаний: биения, фигуры Лиссажу. Динамика колебаний. Идеальный гармонический осциллятор. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями. Вынужденные колебания. Резонанс. Волны. Волновое движение. Плоская гармоническая волны. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны.  |   |    |    |  |
| Молекулярно-кинетическая теория. Термодинамика. Элементы механики сплошных сред.  | 6   | 4  | 4  | 21   |
| Феноменологическая термодинамика.   |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| Термодинамическое равновесие и температура. Нулевое начало термодинамики. Эмпирическая температурная шкала. Обратимые и необратимые процессы. Молекулярно-кинетическая теория. Давление газа с точки зрения МКТ. Теплоемкость и число степеней свободы молекул газа. Распределение Максвелла для модуля и проекций скорости молекул идеального газа. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула. Элементы физической кинетики. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Броуновское движение. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия. Элементы механики сплошных сред. Общие свойства жидкостей и газов. Идеально упругое тело. Упругие напряжения и деформации. Закон Гука. Модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона. |   |    |    |  |
| Электростатика. Постоянный ток  | 6   | 6  | 4  | 21   |
| Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Теорема Гаусса в интегральной форме. Проводники в электрическом поле. Равновесие зарядов в проводнике. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Диэлектрики в электрическом поле. Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации. Вектор электрического смещения электрической индукции. Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическое поле в однородном диэлектрике. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа.   |   |    |    |  |
| ИТОГО по 2-му семестру  | 24  | 18 | 16 | 84   |
| 3-й семестр   |   |    |    |  |
| Магнетизм. Электромагнитная индукция.   | 6   | 6  | 4  | 21   |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| <p>Электромагнитные колебания</p> <p>Магнитоэлектростатика. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока. Магнитное поле в веществе. Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Классификация магнетиков. Гистерезис в ферромагнетиках. Электромагнитная индукция. Феноменология электромагнитной индукции. Правило Ленца. Уравнение электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Энергия магнитного поля. Электромагнитные колебания. Гармонические колебания в контуре. Энергетические процессы в контуре. Волновое сопротивление. Затухающие колебания в контуре. Реактивные (емкостное и индуктивное) сопротивления. Характеристики затухания. Вынужденные колебания в последовательном контуре. Резонанс. Резонансные кривые для заряда, напряжения и тока. Уравнения Максвелла. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений.</p> |   |    |    |  |
| Волновая оптика  | 6   | 6  | 4  | 21   |
| <p>Электромагнитные волны. Плоские и сферические электромагнитные волны. Поляризация волн. Интерференция. Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Поляризация. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Линейное двулучепреломление. Поглощение и дисперсия волн. Феноменология поглощения и дисперсии света.</p>   |   |    |    |  |
| Квантовая оптика   | 6   | 6  | 4  | 21   |
| <p>Квантовые свойства электромагнитного излучения. Излучение нагретых тел. Спектральные характеристики теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Абсолютно черное тело. Формула Релея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света. Давление света. эффект Комптона.</p>  |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
|  | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| <p>Физика атомов и ядер. Физическая картина мира<br/>           Планетарная модель атома. Модель атома Томсона.<br/>           Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц.<br/>           Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Квантовая механика. Гипотеза де Бройля.<br/>           Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Квантово-механическое описание атомов. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода.<br/>           Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов. Оптические квантовые генераторы. Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света.<br/>           Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение. Основы физики атомного ядра. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов.<br/>           Радиоактивность. Виды и законы радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Детектирование ядерных излучений. Понятие о дозиметрии и защите. Элементарные частицы.<br/>           Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки.<br/>           Электрослабое взаимодействие. Физическая картина мира. Особенности классической, неклассической и постнеклассической физики. Методология современных научно-исследовательских программ в области физики. Основные достижения и проблемы субъядерной физики. Попытки объединения фундаментальных взаимодействий и создания «теории всего». Современные космологические представления. Изменения в технике и технологиях как следствие научных достижений в области физики. Физическая картина мира как философская категория. Парадигма Ньютона и эволюционная парадигма.</p> | 6   | 0  | 4  | 21   |
| ИТОГО по 3-му семестру   | 24  | 18 | 16 | 84   |
| ИТОГО по дисциплине  | 48  | 36 | 32 | 168  |

## Тематика примерных практических занятий

| <b>№ п.п.</b> | <b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>                      |
|---------------|--|
| 1             | Кинематика поступательного и вращательного движений.                               |
| 2             | Динамика поступательного движения. Законы Ньютона                                  |
| 3             | Динамика вращательного движения. Момент силы. Момент инерции. Момент импульса.     |
| 4             | Работа. Мощность. Энергия.   |
| 5             | Колебания и волны. Маятники.   |
| 6             | Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика.                                   |
| 7             | Электростатика. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса.                |
| 8             | Постоянный ток. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.                       |
| 9             | Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Сила лоренца.    |
| 10            | Магнитное поле в веществе. Напряжённость магнитного поля. Магнитная проницаемость. |
| 11            | Электромагнитные колебания. Энергия магнитного поля.                               |
| 12            | Электромагнитные волны. Геометрическая оптика. Интерференция.                      |
| 13            | Дифракция. Поляризация.  |
| 14            | Тепловое излучение. Фотоэффект. Эффект Комптона. Давление света.                   |
| 15            | Квантовомеханическое описание атома. Потенциальная яма. Туннельный эффект.         |
| 16            | Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции.                                     |

## Тематика примерных лабораторных работ

| <b>№ п.п.</b> | <b>Наименование темы лабораторной работы</b>   |
|---------------|--|
| 1             | Определение объёма твёрдого тела   |
| 2             | Определение коэффициента динамической вязкости методом Стокса                          |
| 3             | Определение главного момента инерции динамическим методом на примере маятника Обербека |
| 4             | Определение главного момента инерции тела произвольной формы. Колебательный метод      |
| 5             | Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника                 |
| 6             | Определение характеристик свободных колебаний  |
| 7             | Исследование электростатических полей  |
| 8             | Определение ЭДС источника тока   |
| 9             | Градуировка термопары  |

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы  |
|--------|--|
| 10     | Определение индукции магнитного поля в зазоре магнитоэлектрической системы прибора           |
| 11     | Изучение явления гистерезиса с помощью электронного осциллографа                             |
| 12     | Бипризма Френеля   |
| 13     | Определение показателя преломления твёрдых тел с помощью микроскопа                          |
| 14     | Определение длины волны света с помощью дифракционной решетки                                |
| 15     | Определение степени поляризации лазерного луча. Исследование закона Малюса и закона Брюстера |
| 16     | Исследование фотоэлементов   |
| 17     | Определение постоянной Стефана-Больцмана с помощью пирометра с исчезающей нитью              |
| 18     | Определение постоянной Планка  |

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п   | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)  | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---|--|---|
| <b>1. Основная литература</b>   |  |   |
| 1   | Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики : учебное пособие для втузов. 9-е изд., стер. Москва : Академия, 2014. 720 с. 58,5 усл. печ. л.   | 12  |
| 2   | Краткий курс общей физики : учебное пособие / Барков Ю. А., Вотинин Г. Н., Зверев О. М., Перминов А. В. Пермь : ПНИПУ, 2015. 406 с. 32,9 усл. печ. л.  | 106                                       |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |  |   |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |  |   |
| 1   | Курс общей физики. Механика. Молекулярная физика. 16-е изд., стер. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. 432 с. 22.68 усл. печ. л.   | 16  |
| 2   | Курс общей физики. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 10-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2008. 496 с.   | 42  |
| 3   | Курс физики. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Санкт-Петербург : Лань, 2007. 302 с.  | 20  |
| <b>2.2. Периодические издания</b>   |  |   |
| 1   | В мире науки : научно-информационный журнал. Москва : В мире науки, 1983-1993, 2003 - .  |   |
| 2   | Успехи физических наук : журнал. Москва : РАН : Физ. ин-т, 1918 - .  |   |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |  |   |
|   | Не используется  |   |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |  |   |
| 1   | Никулин И. Л., Файзрахманова И. С. Механика, молекулярная физика и термодинамика. Научно-исследовательская работа: структура, содержание, методика выполнения : учебно-методическое пособие. Пермь : ПНИПУ, 2019. 103 с. 6,75 усл. печ. л. | 5   |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |  |   |

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Зверев О. М., Перминов А. В. Сборник задач по физике : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2017. 470 с. 29,5 усл. печ. л.  | 88 |
| 2 | Зверев О. М., Перминов А. В., Барков Ю. А. Сборник задач по общей физике : учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Пермь : ПНИПУ, 2019. 517 с. 32,5 усл. печ. л. | 73 |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы   | Наименование разработки   | Ссылка на информационный ресурс   | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|--|---|---|---|
| Дополнительная литература                                  | Акулова Ю. В., Геронимус Н. А., Стариков Е. И. Колебания и волны. Оптика. Атомная физика. Новосибирск : СГУПС, 2023 электронное   | <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-356276">https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-356276</a>                       | сеть Интернет; авторизованный доступ  |
| Дополнительная литература                                  | Вотинов Г. Н. Физика : учебное пособие для вузов / Г. Н. Вотинов, А. В. Перминов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.   | <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130432">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130432</a>                                   | сеть Интернет; авторизованный доступ  |
| Дополнительная литература                                  | Глазова Л. П., Датхужева Р. Х., Криль Д. Б. Физика. Электричество и магнетизм. Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2023 электронное   | <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-339977">https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-339977</a>                       | сеть Интернет; авторизованный доступ  |
| Методические указания для студентов по освоению дисциплины | МЕХАНИКА: метод. указания к лабораторному практикуму / сост. Ф.Л. Барков, В.И. Колесниченко, А.В. Перминов [и др.] – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. ? 55 с..  | <a href="https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70">https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70</a> | сеть Интернет; свободный доступ   |
| Методические указания для студентов по освоению дисциплины | Физика. Оптика: метод. указания к лабораторному практикуму / сост. Д.В. Баяндин, В.Г. Беспрозванных, Г.Н. Вотинов, О.М. Зверев, А.В. Перминов, В.С. Постников. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2021. – 59 с. | <a href="https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70">https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70</a> | сеть Интернет; свободный доступ   |
| Методические указания для студентов по освоению дисциплины | ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ: метод. указания к лабораторному практикуму / сост. Д.В. Баяндин, В.В. Бурдин, Г.Н. Вотинов [и др.] – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. ? 74 с.   | <a href="https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70">https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70</a> | сеть Интернет; свободный доступ   |



| Вид литературы   | Наименование разработки   | Ссылка на информационный ресурс   | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|--|---|---|---|
| Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов | Зверев О. М. Сборник задач по общей физике : учебное пособие / О. М. Зверев, А. В. Перминов, Ю. А. Барков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.         | <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6801">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6801</a>     | сеть Интернет; авторизованный доступ  |
| Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов | Красняков И. В., Уточкин В. Ю., Бачева Н. Ю., Герцен Т. А. Общая физика. Электричество и магнетизм: лабораторный практикум. Пермь: ПНИПУ, 2024. | <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks272057">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks272057</a> | сеть Интернет; авторизованный доступ  |

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО   | Наименование ПО   |
|--|---|
| Операционные системы                                 | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)                               |
| Офисные приложения.                                  | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567                             |
| Офисные приложения.                                  | МойОфис Стандартный. , реестр отечественного ПО, необходима покупка лицензий. |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017                  |

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование  | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|---|---|
| База данных Elsevier "Freedom Collection"   | <a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>   |
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)                                    | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>             |
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | <a href="https://elib.pstu.ru/">https://elib.pstu.ru/</a>           |
| Электронно-библиотечная система Лань  | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>         |
| Электронно-библиотечная система IPRsmart  | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс   | локальная сеть  |

## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лабораторная работа  | лабораторный стенд "Механика"   | 15                |
| Лабораторная работа  | лабораторный стенд "Оптика"   | 15                |
| Лабораторная работа  | лабораторный стенд "Электромагнетизм"   | 15                |
| Лекция               | компьютер, мультимедийный проектор  | 3                 |
| Практическое занятие | компьютер, мультимедийный проектор  | 3                 |

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Физика»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 09.03.03 Прикладная информатика

Пермь 2024

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Предусмотрены аудиторные лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине.

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и в ходе лабораторных и практических занятий, а также на экзамене и дифференцированном зачете. Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена и дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений проводится в форме защиты лабораторных, практических занятий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита лабораторных и практических занятий**

Всего запланировано 10 лабораторных работ и 14 практических занятий. Типовые темы лабораторных работ и практических занятий приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Защита практического занятия проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 8 рубежных контрольных работ (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Механика», вторая КР – по модулю 2 «Колебания и волны», третья КР – по модулю 3 «Статистическая физика и термодинамика», четвертая КР – по модулю 4 «Электростатика и постоянный электрический ток», пятая КР – по модулю 5 «Магнетизм», шестая КР – по модулю 6 «Оптика», седьмая КР – по модулю 7 «Квантовая физика», восьмая КР – по модулю 8 «Ядерная физика. Физическая картина мира».

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена и дифференцированного зачета по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

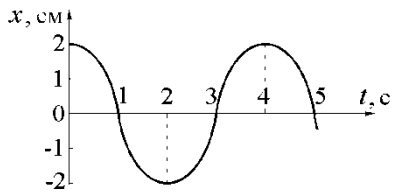
### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

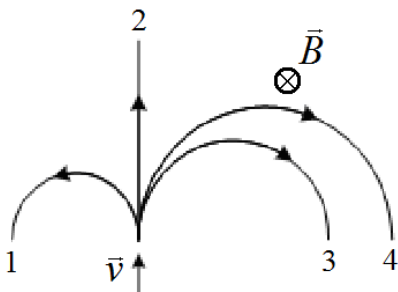
Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена и дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

## ЗАДАНИЯ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

| Правильный ответ   | Содержание вопроса   | Компетенция  |
|--|--|--------------|
| Перемещение, скорость, ускорение   | Какие вектора являются кинематическими характеристиками поступательного движения?  | ОПК-1, ОПК-3 |
| 4  | Координата тела меняется по закону $x = 2 + 3t + 0,5t^2$<br>Чему равна скорость (в м/с) в момент времени 1 с.  | ОПК-1, ОПК-3 |
| действующей на неё силе  | Чему равна быстрота изменения импульса материальной точки? Ответ представить словами.  | ОПК-1, ОПК-3 |
| 4  | Найдите кинетическую энергию тела (в Дж) массы 2 кг, движущегося со скоростью 2 м/с.   | ОПК-1, ОПК-3 |
| работе этой силы   | Чему равно изменение кинетической энергии тела, если оно происходит под действием силы $F$ ?   | ОПК-1, ОПК-3 |
| Работа, энергия, теплота   | Какие физические величины измеряются в Джоулях?  | ОПК-1, ОПК-3 |
| 9  | Мячик массой 0,5 кг падающий с высоты 5 м у земли имел скорость 8 м/с. Чему равен модуль работы силы сопротивления воздуха? ( $g = 10 \text{ м/с}^2$ ).<br>Ответ представить числом в Дж.  | ОПК-1, ОПК-3 |
| 4  | Зависимость координаты колеблющегося тела от времени представлена графиком на рисунке.<br> <p style="text-align: center;">Чему равен период колебаний (в с)?</p> | ОПК-1, ОПК-3 |
| <b>свободных незатухающих</b><br>свободных затухающих<br>вынужденных<br>принудительных                             | Уравнение движения гармонического осциллятора $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 \cdot x = 0$ является дифференциальным уравнением _____ колебаний.   | ОПК-1, ОПК-3 |
| Гармонические колебания  | Как называется процесс, при котором координата материальной точки изменяется по закону синуса или косинуса?  | ОПК-1, ОПК-3 |
| Длина волны  | Как называется расстояние, проходимое волной за 1 колебание?   | ОПК-1, ОПК-3 |
| <b>число Авогадро</b><br>постоянная Больцмана<br>универсальная газовая<br>постоянная<br>молярная масса<br>вещества | Количество молекул в 1 моле вещества численно выражает ...   | ОПК-1, ОПК-3 |
| <b>температура постоянна</b><br>нет теплообмена с<br>окружающей средой<br>давление постоянно                       | Изотермическим называется процесс, при котором ...   | ОПК-1, ОПК-3 |

|  |   |                 |
|--|---|-----------------|
| объем постоянен  |   |                 |
| 2  | В изохорном процессе с постоянной массой газа температура увеличилась в 2 раза. . Во сколько раз увеличилось давление газа?   | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| 6  | В процессе с постоянной массой газа объем увеличился в 2 раза, а давление увеличилось в 3 раза. Во сколько раз увеличилась температура газа?  | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| 100  | При уменьшении объема газа в 2 раза давление увеличилось на 120 кПа, а абсолютная температура возросла на 10%. Каким было первоначальное давление. Ответ представить числом в кПа.  | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| <b>диэлектрическая проницаемость среды</b><br>сила тока<br>напряжение<br>напряжённость электрического поля | В системе СИ безразмерной из перечисленных является физическая величина ...   | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| Напряженность электрического поля  | Какая физическая величина является силовой характеристикой электрического поля в рассматриваемой точке?   | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| 4  | Во сколько раз увеличится сила электрического взаимодействия между двумя точечными зарядами, если расстояние между ними уменьшить в 2 раза?   | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| 12   | Конденсаторы емкостями 20 и 30 мкФ соединены последовательно. Чему равна общая емкость? Ответ представить числом в мкФ.   | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| 2  | К источнику питания с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключена лампочка сопротивлением 4 Ом. Чему равна сила тока в цепи? Ответ представить числом в А.   | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| 2  | Два проводника с сопротивлениями 12 и 18 Ом соединены последовательно. Параллельно им присоединен проводник сопротивлением 20 Ом. На цепь подано напряжение 24 В. Чему равна (в А) сила тока в цепи?  | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| <b>положительный</b><br>равен нулю<br><b>отрицательный</b><br>знак заряда определить<br>нельзя             | На рисунке указаны траектории заряженных частиц, имеющих одинаковую скорость и влетающих в однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости чертежа. При этом у частицы 1 заряд ...<br> | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| 1  | Чему равна сила Ампера (в Н) действующая на проводник длиной 2 м по которому течет ток 10 А, если он находится в магнитном поле 0,1 Тл? Угол между проводником и индукцией магнитного поля  | ОПК-1,<br>ОПК-3 |



|   |   |                 |
|---|---|-----------------|
|   | 30°.  |                 |
| Максимум интерференции                                      | Что будет наблюдаться на экране, если разность фаз двух когерентных волн равна $2\pi$ рад?  | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| Интерференция, дифракция, поляризация                       | Для света характерна корпускулярно-волновая двойственность свойств. Какие явления представляют волновые свойства света.   | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| <b>позитроны</b><br>электроны<br>протоны<br>нейтроны        | Какие частицы НЕ входят в состав атома?   | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| Дефект массы  | Как называется разность между суммой масс свободных нуклонов, составляющих ядро, и массой ядра ( $\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M_{\text{я}}$ )? | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| Энергия связи ядра  | Как называется работа, необходимая для расщепления ядра на составляющие его нуклоны без сообщения им кинетической энергии?                                      | ОПК-1,<br>ОПК-3 |
| сильное,<br>электромагнитное,<br>слабое и<br>гравитационное | Назовите 4 вида фундаментальных взаимодействий.   | ОПК-1,<br>ОПК-3 |