

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Министерство образования Свердловской области

Управление образованием Асбестовского муниципального округа

МБОУ "СОШ № 1 им. М. Горького" АМО СО

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по УВР

И.В.Перевалова
«29» 08. 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО

Директор

А.Ю.Таратынов
Приказ №55-ОД от «29» 08. 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Факультативного курса физики

«Основы физического эксперимента»

для обучающихся 10 – 11 классов

г. Асбест 2025

Пояснительная записка

Рабочая программа факультативного курса «Основы физического эксперимента» разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования.

Реализация программы может содействовать достижению обучающимися планируемых результатов освоения ФОП СОО, развитию личности обучающихся, формированию и удовлетворению их социально значимых интересов и потребностей, самореализации обучающихся через участие во внеурочной деятельности.

Программа факультативного курса «Основы физического эксперимента» предназначена для реализации в 10–11 классах и направлена на достижение соответствующих результатов, сформулированных в федеральной рабочей программе по учебному предмету «Физика».

В результате обеспечивается овладение обучающимися умениями проводить прямые и косвенные измерения, исследовать взаимные зависимости двух физических величин и осуществлять постановку опытов по проверке предложенных гипотез. Все это способствует достижению одной из основных целей изучения физики на уровне среднего общего образования – овладению обучающимися методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата.

Актуальность реализации данной программы определяется тем, что ее освоение позволяет обучающимся на практике ознакомиться с различными физическими явлениями, экспериментально изучить различные физические закономерности, углубить свои теоретические знания, развивать имеющиеся и приобрести новые практические умения и навыки в области планирования, подготовки, проведения, анализа и интерпретации физического эксперимента.

Программа дает обучающимся возможность приобрести практический опыт работы с лабораторным оборудованием, овладеть конкретными приемами исследовательской деятельности начинающего физика-экспериментатора, сформировать навыки оценки погрешностей результатов измерения физических величин. Реализация программы создает условия для формирования у обучающихся нестандартного креативного мышления, содействует развитию индивидуальности суждений, формированию культуры обоснования

собственного мнения и свободы его выражения.

Программа преследует не только образовательные, но и воспитательные цели, поскольку соответствует идее экологизации и идее прикладной направленности, которые, в числе других идей, положены в основу курса физики, изучаемого на ступени СОО.

Варианты реализации программы и формы проведения занятий

Реализация программы предполагает сочетание различных форм групповой работы (слушание лекций, дискуссия, монтаж экспериментальных установок, проведение физических измерений под руководством преподавателя) и индивидуальной работы (выполнение самостоятельных работ, обработка и интерпретация результатов физических измерений). Использование таких форм работы помогает развивать у обучающихся, с одной стороны, навыки восприятия новой информации при различных формах ее подачи, а с другой стороны – активность, самостоятельность и творческое начало. В целом реализация данной программы должна положительно сказываться как на актуализации знаний, умений и навыков обучающихся, так и на социальном формировании личности обучающихся.

Программа курса рассчитана на 34 часа, в рамках которых предусмотрены такие формы работ, как лекции, самостоятельные работы и лабораторные работы. В ходе самостоятельных работ обучающиеся под контролем преподавателя закрепляют новые знания, отрабатывают определенные умения и навыки. Лабораторные работы подразумевают самостоятельное решение обучающимися экспериментальных физических задач.

Программа рассчитана на реализацию в течение двух лет обучения в 10–11 классах при проведении занятий один раз в 2 недели объемом 1 час каждое. По усмотрению учителя порядок следования занятий может быть изменен, а некоторые могут быть исключены.

Взаимосвязь с федеральной рабочей программой воспитания

Программа разработана с учетом рекомендаций федеральной рабочей программы воспитания. В частности, она учитывает психолого-педагогические особенности соответствующей возрастной категории обучающихся.

Программа соответствует таким целям воспитания обучающихся, как развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации.

Программа содействует решению следующих задач воспитания обучающихся: усвоение знаний, норм, духовно-нравственных ценностей, традиций, которые выработало российское общество; формирование и развитие личностных отношений к этим нормам, ценностям; приобретение соответствующего этим нормам, ценностям, традициям социокультурного опыта поведения, общения, межличностных и социальных отношений, применения полученных знаний; достижение личностных результатов освоения общеобразовательной программы по физике в соответствии с ФГОС СОО.

Программа соответствует следующим основным направлениям воспитания.

1) Трудовое воспитание – воспитание уважения к труду, трудящимся, результатам труда (своего и других людей), ориентация на трудовую деятельность, получение профессии, личностное самовыражение в продуктивном, нравственно достойном труде в российском обществе, достижение выдающихся результатов в профессиональной деятельности. Целевыми ориентирами являются: формирование осознанной готовности к получению профессионального образования, непрерывному образованию в течение жизни как условию успешной профессиональной и общественной деятельности; понимание специфики самообразования и профессиональной самоподготовки в информационном высокотехнологическом обществе, готовности учиться и трудиться в современном обществе; ориентированность на осознанный выбор сферы профессиональной трудовой деятельности в российском обществе с учетом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, общества.

2) Экологическое воспитание – формирование экологической культуры, ответственного, бережного отношения к природе, окружающей среде на основе российских традиционных духовных ценностей, навыков охраны, защиты, восстановления природы, окружающей среды. Целевым ориентиром является осознание необходимости применения знания естественных и социальных наук для разумного, бережливого природопользования в быту, общественном пространстве.

3) Ценности научного познания – воспитание стремления к познанию себя и других людей, природы и общества, к получению знаний, качественного

образования с учетом личностных интересов и общественных потребностей. Целевыми ориентирами являются: формирование деятельно выраженного познавательного интереса в области физики с учетом своих интересов, способностей, достижений; получение представлений о современной научной картине мира, о достижениях науки и техники, о значении науки в жизни российского общества, обеспечении его безопасности; приобретение навыков критического мышления, определения достоверной научной информации и критики антинаучных представлений; развитие и применение навыков наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественно-научной области познания, исследовательской деятельности.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

10 КЛАСС

Тема 1. Погрешности в эксперименте

Лекция «Погрешности прямых измерений». Обсуждается природа возникновения погрешностей, методы их минимизации и оценки.

Лекция «Погрешности косвенных измерений». Обсуждаются методы и приемы оценки погрешностей косвенных измерений.

Тема 2. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений

Самостоятельная работа «Оценка погрешностей косвенных измерений по результатам прямых измерений».

Тема 3. Усреднение измерений. Случайная погрешность. Кинематические измерения

Лекция «Случайные погрешности».

Практическая работа № 1

Задание. Определите с максимальной точностью среднюю скорость движения зернышка пшена в бутылке с водой.

Практическая работа № 2

Задание. Соберите установку для запуска шарика в полет с некоторой высоты с фиксированной горизонтальной начальной скоростью. Исследуйте зависимость вертикальной и горизонтальной координат шарика при полете. Определите скорость шарика в начале полета.

Тема 4. Простейшие геометрические измерения

Практическая работа №3

Задание. Определите с максимальной точностью толщину проволоки и внешний диаметр иглы, площадь нарисованной на листе бумаги фигуры, объем бруска. Оцените погрешности.

Тема 5. Графики экспериментальных зависимостей. Графическая обработка данных

Лекция «Оформление графиков экспериментальных зависимостей. Графическая обработка данных».

Обсуждаются основные правила оформления графиков зависимостей физических величин друг от друга.

Самостоятельная работа «Построение графиков в соответствии с изученными правилами с использованием готовых таблиц с данными».

Тема 6. Изучение упругого гистерезиса

Практическая работа №4

Задание. Закрепите с помощью зажима линейку на столе. Проденьте дужку зажима в кольцо банковской резинки. Зацепите крючком динамометра кольцо резинки. Измерьте зависимость длины резинки от растягивающей силы при нагрузке (растяжении) и разгрузке. Проведите измерения с шагом в 0,5 Н, при каждом измерении делайте задержку в 30 с. Постройте график измеренной зависимости, опишите ее характер. Сделайте предположения о причинах наблюдаемой зависимости. Рассчитайте, в каких пределах лежит коэффициент жесткости резинового кольца. Используя полученные данные, рассчитайте, какую энергию поглотила резинка за время проведения измерений.

Тема 7. Нахождение массы линейки и шприца с помощью уравнивания рычага

Практическая работа №5

Задание. Определите с максимальной точностью массу шприца и массу линейки.

Тема 8. Измерение коэффициента энергетических потерь при отскоке шарика от поверхности

Практическая работа № 6

Задание. Проведите исследование зависимости высоты отскока шарика после соударения с поверхностью стола от высоты сброса. Проведите опыт для двух типов шариков. Определите характер зависимости.

Тема 9. Определение теплоемкости твердого тела

Практическая работа № 7

Задание. Определите с максимальной точностью теплоемкость грузика.

Тема 10. Эффективный коэффициент жесткости системы. Определение модуля Юнга проволоки с помощью рычага. Определение предела упругой деформации

Практическая работа № 8

Задание. Определите с максимальной точностью модуль Юнга проволоки.

Тема 11. Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва

Практическая работа № 9

Задание. Придумайте способ измерения силы, которую требуется приложить к проволочной рамке для того, чтобы оторвать ее от поверхности воды. Проведите эксперимент и оцените коэффициент поверхностного натяжения воды.

Тема 12. Определение точки росы.

Практическая работа № 9

Задание. Оцените влажность воздуха в комнате.

Тема 13. Изучение процесса разрядки конденсатора

Практическая работа № 10

Задание. Изучите зависимость напряжения на конденсаторе от времени при его разрядке. Определите емкость конденсатора.

Тема 14. Определение удельного сопротивления материала проволоки

Практическая работа № 11

Задание. Определите удельное сопротивление проволоки.

11 КЛАСС

Тема 1. Оценка величины горизонтальной составляющей магнитной индукции магнитного поля Земли

Практическая работа № 1

Задание. Оцените модуль горизонтальной составляющей вектора магнитной индукции магнитного поля Земли.

Тема 2. Изучение работы электродвигателя и динамо-машины (часть 1)

Лекция «Электродвигатель и электрогенератор». Обсуждается история изобретения электродвигателя и совершенствования его конструкции. Описывается внутреннее устройство электродвигателя и электрогенератора.

Тема 3. Изучение работы электродвигателя и динамо-машины (часть 2)

Практическая работа № 2

Задание. Проведите серию экспериментов и измерьте зависимость силы тока, вырабатываемой генератором, от величины момента силы, приложенного к его валу.

Практическая работа № 3

Задание. Проведите серию экспериментов и измерьте зависимость величины напряжения, поданного на электродвигатель, от частоты его вращения и механической нагрузки его вала.

Тема 4. Изучение зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны

Практическая работа № 4

Задание. Определите характер зависимости периода колебаний линейки, положенной на цилиндрическую поверхность, от радиуса кривизны этой поверхности.

Тема 5. Изучение зависимости амплитуды колебаний пружинного маятника от времени

Практическая работа № 5

Задание. Измерьте зависимость амплитуды затухающих колебаний пружинного маятника от времени. Проверьте гипотезу об экспоненциальном характере полученной зависимости.

Тема 6. Звук. Осциллограмма звука. Спектр звука

Лекция «Введение в экспериментальную акустику». Вводятся основные понятия акустики. Обсуждается механика распространения акустических колебаний. Вводится понятие тона и обертона. Обсуждаются методы исследования звуковых сигналов.

Практическая работа № 6

Задание. Проведите серию экспериментов по записи осциллограмм и спектров гласных звуков одной частоты. Опишите основные отличия в осциллограммах для разных гласных звуков.

Тема 7. Стоячие механические волны

Лекция «Стоячие механические волны». Обсуждается механика стоячих волн в одномерной среде. Рассматриваются примеры различных граничных условий.

Практическая работа № 7

Задание. Подуйте в пробирку так, чтобы она начала звучать. Проведите измерение зависимости частоты основного тона и первого обертона воздушного столба в пробирке от высоты этого столба. Для изменения длины воздушного столба заполняйте пробирку водой. Определите скорость звука в воздухе.

Тема 8. Измерение показателя преломления стекла

Практическая работа № 8

Задание. Определите показатель преломления стеклянной пластины.

Тема 9. Полное внутреннее отражение

Лекция «Применение эффекта полного внутреннего отражения в измерениях». Обсуждается эффект полного внутреннего отражения. Описываются приемы по использованию этого эффекта при проведении оптических измерений.

Практическая работа № 9

Задание. Определите показатель преломления материала призмы.

Тема 10. Проверка формулы тонкой линзы с помощью метода параллакса, примененного для определения положения изображения

Практическая работа № 10

Задание. Определите с максимальной точностью фокусное расстояние собирающей линзы.

Тема 11. Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы

Практическая работа № 11

Задание. Определите с максимальной точностью фокусное расстояние рассеивающей линзы.

Тема 12. Определение длины волны лазерного излучения с помощью схемы Юнга

Практическая работа № 12

Задание. Придумайте экспериментальную установку, позволяющую наблюдать интерференционную картину от светового излучения лазера. Определите длину волны излучения лазерной указки.

Тема 13. Изучение спектра света различных источников с помощью дифракционной решетки

Практическая работа № 13

Задание. Придумайте, соберите и опишите экспериментальную установку, позволяющую получить оптический спектр излучения света различных источников. Проведите исследование спектров предложенных вам источников света.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В сфере гражданского воспитания:

готовность вести совместную деятельность в интересах гражданского общества, участвовать в самоуправлении в образовательной организации;

умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением.

В сфере патриотического воспитания:

сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма; ценностное отношение к государственным символам, достижениям российских ученых в области физики и техники.

В сфере духовно-нравственного воспитания:

сформированность нравственного сознания, этического поведения; способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в деятельности ученого;

осознание личного вклада в построение устойчивого будущего.

В сфере эстетического воспитания:

эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного творчества, присущего физической науке.

В сфере трудового воспитания:

интерес к различным сферам профессиональной деятельности, в том числе связанным с физикой и техникой, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;

готовность и способность к образованию и самообразованию в области физики на протяжении всей жизни.

В сфере экологического воспитания:

сформированность экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем;

планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества;

расширение опыта деятельности экологической направленности на основе имеющихся знаний по физике.

В сфере ценности научного познания:

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки;

осознание ценности научной деятельности, готовность в процессе изучения физики осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Познавательные универсальные учебные действия:

Базовые логические действия:

самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;

определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;

выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых физических явлениях;

разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;

вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;

координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

развивать креативное мышление при решении жизненных проблем.

Базовые исследовательские действия:

владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами физической науки;

владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области физики, способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения задач физического содержания, применению различных методов познания;

владеть видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных проектов в области физики;

выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;

анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;

ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности, в том числе при изучении физики;

давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретенный опыт;

уметь переносить знания по физике в практическую область жизнедеятельности;

уметь интегрировать знания из разных предметных областей;

выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения;

ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения.

Работа с информацией:

владеть навыками получения информации физического содержания из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;

оценивать достоверность информации;

использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;

создавать тексты физического содержания в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

осуществлять общение во внеурочной деятельности;

распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;

развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств;

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;

выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;

принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;

оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;

предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;

осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

Регулятивные универсальные учебные действия:

Самоорганизация:

самостоятельно осуществлять познавательную деятельность в области физики, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;

самостоятельно составлять план решения расчетных и качественных задач, план выполнения практической работы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;

давать оценку новым ситуациям;

расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений; делать осознанный выбор, аргументировать его, брать на себя ответственность за решение;

оценивать приобретенный опыт;

способствовать формированию и проявлению эрудиции в области физики, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

Самоконтроль, эмоциональный интеллект:

давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований;

использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;

уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;

принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;

принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

признавать свое право и право других на ошибки.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

К концу *10 класса* обучающийся научится:

понимать значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории – механики, молекулярной физики и термодинамики, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира;

различать условия применимости изученных моделей физических тел и процессов (явлений);

различать условия (границы, области) применимости изученных физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;

анализировать и объяснять механические, тепловые, электрические процессы и явления, используя основные положения и законы механики, молекулярно-кинетической теории, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики;

анализировать и объяснять физические явления, используя основные положения и физические законы;

описывать физические процессы и явления, используя необходимые величины;

объяснять особенности протекания изучаемых физических явлений;

проводить исследование зависимости одной физической величины от другой с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учетом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;

проводить косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;

проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;

соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках практикума и учебно-исследовательской деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;

решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия обосновывать выбор физической модели, отвечающей требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов;

решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;

использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов;

анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию и оценивать ее достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;

проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ;

работать в группе с исполнением различных социальных ролей;

проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

К концу **11 класса** обучающийся научится:

понимать роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека, роль и место физики в современной научной картине мира, значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе;

различать условия применимости изученных моделей физических тел и процессов (явлений);

различать условия (границы, области) применимости изученных физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;

анализировать и объяснять электромагнитные, квантовые процессы и явления, используя основные положения и законы электродинамики и квантовой физики;

описывать изученные физические процессы и явления;

объяснять особенности протекания изученных физических явлений;

проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учетом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;

проводить косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;

проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;

соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках практикума и учебно-исследовательской деятельности

с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;

решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью;

решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;

использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов;

анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию и оценивать ее достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;

проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ;

работать в группе с исполнением различных социальных ролей; проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КУРСА

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов	Программное содержание	Характеристика деятельности обучающихся
Раздел 1. Механика				
1.	<p><i>Погрешности в эксперименте</i></p> <p>Погрешности прямых и косвенных измерений (лекция)</p>	<i>1 ч.</i>	<p>Эксперимент и теория в процессе познания природы. Наблюдение и эксперимент в физике.</p> <p>Способы измерения физических величин (аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчиковые системы).</p> <p>Погрешности измерений физических величин (абсолютная и относительная).</p> <p>Гипотеза. Физический закон, границы его применимости</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> наблюдение, эксперимент, гипотеза, теория, физическая величина, физический закон, измерительный прибор, измерение, результат измерения, цена деления шкалы прибора, погрешность измерения.</p> <p><i>Приводить примеры</i> наблюдения, эксперимента, гипотезы, теории, физических величин, физических законов, измерительных приборов.</p> <p><i>Определять</i> цену деления шкалы прибора, абсолютную погрешность прямого измерения.</p> <p><i>Знать</i> формулы для оценки</p>

				относительной погрешности косвенного измерения, правила округления абсолютных погрешностей, выражение относительных погрешностей в процентах
2.	Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений (самостоятельная работа)	1 ч.	Определение погрешностей прямых измерений по заданным результатам измерений. Приемы оценки погрешностей косвенных измерений	<i>Оперировать понятиями:</i> абсолютная погрешность измерения, относительная погрешность измерения. <i>Приводить примеры</i> прямых и косвенных измерений. <i>Определять</i> погрешности прямых измерений. <i>Использовать</i> метод границ для оценки абсолютной погрешности прямого измерения, правила округления абсолютных погрешностей, формулы для оценки относительной погрешности косвенного измерения. <i>Уметь</i> округлять абсолютные

				<p>погрешности, выражать относительные погрешности в процентах.</p> <p><i>Решать</i> задачи на оценку относительных погрешностей</p>
3.	<p><i>Усреднение измерений. Случайная погрешность.</i></p> <p>Случайные погрешности (лекция)</p>	<p>3 ч.</p> <p>1 ч.</p>	<p>Приборные погрешности, случайные и систематические погрешности</p>	<p><i>Оперировать</i> понятиями: приборная погрешность, случайная погрешность, систематическая погрешность, среднее значение.</p> <p><i>Приводить примеры</i> приборной, случайной и систематической погрешности.</p> <p><i>Определять</i> экспериментально набор значений физической величины при проведении нескольких независимых измерений.</p> <p><i>Использовать</i> формулы для среднего арифметического нескольких чисел, для оценки абсолютной погрешности значения физической величины, оцененного как среднее арифметическое набора ее значений.</p>

				<p><i>Оценивать</i> значение измеряемой физической величины как среднее арифметическое набора ее значений, полученных при проведении нескольких независимых измерений, абсолютную и относительную погрешность значения этой физической величины.</p> <p><i>Устанавливать взаимосвязи</i> между оценкой значения физической величины, определяемой по результатам нескольких независимых измерений, и средним арифметическим нескольких чисел</p>
3.1	<p><i>Практическая работа № 1</i></p> <p>«Определение с максимальной точностью средней скорости движения зернышка пшена в бутылке с водой»</p>	1 ч.	<p>Перемещение, скорость и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> скорость, ускорение, свободное падение, дальность полета, абсолютная погрешность измерения, относительная погрешность измерения.</p> <p><i>Приводить примеры</i> свободного падения тел при различных</p>

3.2	<p><i>Практическая работа № 2</i> «Сборка установки для запуска шарика в полет с некоторой высоты с фиксированной горизонтальной начальной скоростью»</p>	1 ч.	<p>координат, скорости и ускорения материальной точки от времени</p>	<p>значениях начальной скорости, при разных углах между начальной скоростью и горизонтом. <i>Использовать</i> рулетку, кинематические формулы, описывающие движение тела, брошенного под углом к горизонту. <i>Формулировать</i> гипотезу о характере зависимости дальности полета тела, брошенного горизонтально, от его начальной скорости. <i>Исследовать</i> зависимость дальности полета тела, брошенного горизонтально, от его начальной скорости и <i>интерпретировать</i> полученные результаты. <i>Решать</i> задачу на определение по экспериментальным данным начальной скорости тела, брошенного горизонтально. <i>Определять</i> абсолютную и относительную погрешность</p>
-----	---	------	--	---

				начальной скорости тела, брошенного горизонтально
4.	<p><i>Простейшие геометрические измерения</i></p> <p><i>Практическая работа №3</i> «Определение с максимальной точностью толщину проволоки и внешний диаметр иглы»</p>	<i>1 ч.</i>	Методы и приемы проведения прямых и косвенных измерений геометрических величин (длина, угол, площадь, объем)	<p><i>Оперировать понятиями:</i> абсолютная погрешность измерения, относительная погрешность измерения.</p> <p><i>Знать</i> методы и приемы проведения прямых измерений геометрических величин.</p> <p><i>Применять</i> формулы для определения абсолютных и оценки относительных погрешностей.</p> <p><i>Решать</i> задачу на определение площади фигуры и объема тела по экспериментально измеренным значениям длин.</p> <p><i>Определять</i> значения относительных погрешностей в процентах</p>
5.	<i>Графики экспериментальных зависимостей.</i>	<i>2 ч.</i>	Графическое представление зависимостей физических величин друг от друга. Линейная	<i>Оперировать понятиями:</i> график зависимости одной физической величины от другой, линейная

	<i>Графическая обработка данных.</i>		зависимость. Угловой коэффициент и свободное слагаемое линейной зависимости	зависимость, угловой коэффициент и свободное слагаемое линейной зависимости, аппроксимация, интерполяция, экстраполяция.
5.1	Оформление графиков экспериментальных зависимостей. Графическая обработка данных. (лекция)	1 ч.		<i>Знать</i> правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. <i>Строить</i> графики линейных зависимостей физических величин друг от друга.
5.2	«Построение графиков в соответствии с изученными правилами с использованием готовых таблиц с данными». (самостоятельная работа)	1 ч.		<i>Применять</i> правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. <i>Приводить примеры</i> аппроксимации, интерполяции, экстраполяции. <i>Уметь</i> проводить процедуры аппроксимации, интерполяции, экстраполяции. <i>Определять</i> значения углового коэффициента и свободного слагаемого линейной зависимости, оценивать их абсолютные

				<p>погрешности.</p> <p><i>Устанавливать взаимосвязи между математическим понятием «линейная функция» и линейной зависимостью физических величин друг от друга.</i></p> <p><i>Исследовать и интерпретировать графики линейных зависимостей физических величин друг от друга.</i></p> <p><i>Решать задачи на построение линейных графиков зависимостей физических величин друг от друга по заданным наборам экспериментальных данных, определять по построенному графику угловой коэффициент и свободное слагаемое, оценивать их абсолютные и относительные погрешности</i></p>
6.	<i>Изучение упругого гистерезиса</i>	<i>1 ч.</i>	<p>Сила. Измерение силы динамометром. Упругие и частично упругие деформации. Сила упругости. Закон Гука.</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> сила, деформация, упругий гистерезис.</p> <p><i>Уметь формулировать закон Гука, собирать экспериментальную</i></p>

	<p><i>Практическая работа №4</i></p> <p>«Измерение зависимости длины резинки от растягивающей силы при нагрузке (растяжении) и разгрузке»</p>		<p>Отклонения от закона Гука. Гистерезис. Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы</p>	<p>установку.</p> <p><i>Формулировать</i> гипотезу о характере зависимости длины объекта от величины приложенной к нему силы.</p> <p><i>Строить</i> нелинейный график зависимости физических величин друг от друга.</p> <p><i>Применять</i> правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.</p> <p><i>Исследовать и интерпретировать</i> нелинейную зависимость длины объекта от величины приложенной к нему силы.</p> <p><i>Определять</i> угол наклона касательной к графику нелинейной зависимости в данной точке, площадь под графиком, оценивать абсолютные</p>
--	--	--	---	---

				<p>и относительные погрешности этих величин.</p> <p><i>Использовать</i> секундомер и динамометр.</p> <p><i>Устанавливать взаимосвязи</i> между определением физической величины «механическая работа» и геометрическим понятием «площадь под графиком зависимости величины силы от величины деформации»</p> <p><i>Устанавливать взаимосвязи</i> между определением физической величины «механическая работа» и геометрическим понятием «площадь под графиком зависимости величины силы от величины деформации»</p>
--	--	--	--	--

7.	<p><i>Нахождение массы линейки и шприца с помощью уравновешивания рычага</i></p> <p><i>Практическая работа №5</i></p> <p>«Определение с максимальной точностью массы шприца и массы линейки»</p>	1 ч.	<p>Абсолютно твердое тело. Вращательное движение твердого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Сложение сил, приложенных к твердому телу. Центр тяжести тела. Условия равновесия твердого тела. Рычаг</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> момент силы относительно оси вращения, плечо силы, центр тяжести тела, рычаг.</p> <p><i>Уметь</i> формулировать правило моментов, условия равновесия абсолютно твердого тела, складывать силы, приложенные к твердому телу, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить</i> примеры применения рычагов.</p> <p><i>Формулировать</i> гипотезу о характере зависимости координаты точки опоры уравновешенного рычага</p>
----	--	------	---	---

				<p>от величины силы, приложенной к его концу.</p> <p><i>Строить</i> линейный график зависимости физических величин друг от друга.</p> <p><i>Применять</i> правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.</p> <p><i>Исследовать и интерпретировать</i> зависимость координаты точки опоры уравновешенного рычага от величины силы, приложенной к его концу.</p> <p><i>Определять</i> по графику линейной зависимости значения углового коэффициента и свободного слагаемого, оценивать абсолютные и относительные погрешности этих величин.</p> <p><i>Использовать</i> линейку, а также шприц с делениями для измерения объема.</p> <p><i>Решать</i> задачи о равновесии рычага</p>
--	--	--	--	--

8.	<p><i>Измерение коэффициента энергетических потерь при отскоке шарика от поверхности</i></p> <p><i>Практическая работа № 6</i> «Исследование зависимости высоты отскока шарика после соударения с поверхностью стола от высоты сброса»</p>	1 ч.	<p>Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии. Упругие и неупругие столкновения. Внутренняя энергия тела.</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> импульс силы, импульс тела, кинетическая энергия материальной точки, потенциальные и непотенциальные силы, потенциальная энергия (в т.ч. тела в однородном гравитационном поле), упругие и неупругие столкновения.</p> <p><i>Уметь</i> формулировать закон сохранения импульса и теорему об изменении кинетической энергии материальной точки, давать определение потенциальных и непотенциальных сил; формулировать закон сохранения механической энергии.</p> <p><i>Приводить примеры</i> случаев, когда импульс тела сохраняется или не сохраняется, когда механическая энергия системы сохраняется или не сохраняется, упругих и неупругих столкновений.</p>
----	---	------	--	---

			<p><i>Формулировать</i> гипотезу о характере зависимости высоты отскока шарика после соударения с поверхностью горизонтального стола от высоты сброса.</p> <p><i>Строить</i> линейный и нелинейный график зависимости физических величин друг от друга.</p> <p><i>Применять</i> правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.</p> <p><i>Исследовать и интерпретировать</i> зависимость высоты отскока шарика после соударения с поверхностью горизонтального стола от высоты сброса.</p> <p><i>Использовать</i> рулетку.</p> <p><i>Решать</i> задачи об абсолютно упругих и абсолютно неупругих соударениях</p>
Итого по разделу		11 ч.	

Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика

9	<p>Определение теплоемкости твердого тела</p> <p>Практическая работа № 7</p> <p>«Определение с максимальной точностью теплоемкости грузика»</p>	1 ч.	<p>Количество теплоты.</p> <p>Теплоемкость тела.</p> <p>Удельная и молярная теплоемкости вещества. Уравнение теплового баланса.</p> <p>Тепловое равновесие</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> количество теплоты, теплоемкость тела, удельная и молярная теплоемкости вещества, тепловое равновесие.</p> <p><i>Уметь</i> формулировать уравнение теплового баланса, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить примеры</i> тел, обладающих одинаковой теплоемкостью, но различной удельной теплоемкостью.</p> <p><i>Применять</i> уравнение теплового баланса для описания процесса теплообмена твердого тела с водой.</p> <p><i>Исследовать</i> теплообмен между твердым телом и жидкостями <i>и интерпретировать</i> результаты этих опытов.</p> <p><i>Определять</i> теплоемкость твердого тела на основании результатов опытов по изучению теплообмена</p>
---	---	------	--	--

				<p>между твердым телом и жидкостями с разными температурами, оценивать абсолютную и относительную погрешности измеренной величины.</p> <p><i>Использовать</i> термометр.</p> <p><i>Устанавливать взаимосвязи</i> между законом сохранения энергии и уравнением теплового баланса.</p> <p><i>Решать</i> задачи на применение уравнения теплового баланса</p>
10.	<p><i>Эффективный коэффициент жесткости системы.</i></p> <p><i>Определение модуля Юнга проволоки с помощью рычага.</i></p> <p><i>Определение предела упругой деформации.</i></p>	<i>1 ч.</i>	<p>Деформации твердого тела. Растяжение и сжатие. Модуль Юнга. Упругие и неупругие деформации. Предел упругих деформаций. Закон Гука.</p> <p>Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твердого тела. Рычаг</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> упругие и неупругие деформации, предел упругой деформации, модуль Юнга, момент силы относительно оси вращения, плечо силы, рычаг.</p> <p><i>Уметь формулировать закон Гука для деформации растяжения однородного стержня с постоянным поперечным сечением, условие</i></p>

	<p><i>Практическая работа № 8</i></p> <p>«Определение с максимальной точностью модуля Юнга проволоки»</p>			<p>равновесия абсолютно твердого тела, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить примеры</i> упругих и неупругих деформаций, материалов с различными модулями Юнга.</p> <p><i>Применять</i> закон Гука для расчета деформации растяжения проволоки.</p> <p><i>Исследовать</i> зависимость удлинения проволоки от величины растягивающей ее силы <i>и интерпретировать</i> полученные результаты, в том числе для определения предела упругой деформации.</p> <p><i>Определять</i> модуль Юнга проволоки на основании результатов опытов по растяжению проволоки с помощью различных по величине сил, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренного модуля Юнга.</p>
--	--	--	--	--

				<p><i>Использовать</i> неравноплечий рычаг для увеличения силы и перемещения.</p> <p><i>Решать</i> задачи на применение закона Гука для расчета растяжения и сжатия стержней</p>
11.	<p><i>Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва</i></p> <p><i>Практическая работа № 9</i></p> <p>«Измерение силы, которую требуется приложить к проволочной рамке для того, чтобы оторвать ее от поверхности воды»</p>	<i>1 ч.</i>	<p>Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Сила поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа.</p>	<p><i>Оперировать</i> понятиями: поверхностное натяжение, коэффициент поверхностного натяжения, капиллярные явления.</p> <p><i>Уметь</i> записывать формулу для силы поверхностного натяжения, формулу Лапласа для определения давления под искривленной поверхностью жидкости, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить примеры</i> поверхностных явлений и капиллярных явлений.</p> <p><i>Применять</i> метод отрыва рамки от поверхности жидкости для измерения коэффициента поверхностного натяжения жидкости.</p> <p><i>Исследовать</i> зависимость величины</p>

				<p>силы, необходимой для отрыва от поверхности воды проволоочной рамки, от ее периметра</p> <p><i>и интерпретировать</i> результаты проведенных измерений.</p> <p><i>Определять</i> коэффициент поверхностного натяжения жидкости по результатам проведенных измерений, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной величины.</p> <p><i>Использовать</i> рычаг для создания силы заданной величины.</p> <p><i>Решать</i> задачи на применение формулы для силы поверхностного натяжения и формулы Лапласа</p>
12.	<i>Определение точки росы</i>	<i>1 ч.</i>	<p>Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема</p>	<p><i>Оперировать</i> понятиями: насыщенный и ненасыщенный пар, влажность воздуха, абсолютная и относительная влажность.</p> <p><i>Уметь</i> качественно описывать зависимость плотности и давления</p>

	<p><i>Практическая работа № 9</i></p> <p>«Оценка влажности воздуха в комнате»</p>		<p>насыщенного пара. Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность</p>	<p>насыщенного пара от температуры, их независимость от объема насыщенного пара, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить примеры</i> насыщенного и ненасыщенного пара.</p> <p><i>Исследовать</i> процесс выпадения росы при понижении температуры влажного воздуха</p> <p><i>и интерпретировать</i> полученные результаты.</p> <p><i>Определять</i> по полученным экспериментальным данным температуру точку росы, и затем, с помощью таблицы зависимости давления насыщенного пара воды от температуры, относительную влажность воздуха, а также абсолютные и относительные погрешности этих величин.</p> <p><i>Использовать</i> термометр.</p> <p><i>Решать</i> задачи на вычисление</p>
--	--	--	--	--

				абсолютной и относительной влажности.
--	--	--	--	---------------------------------------

Итого по разделу		4 ч.		
Раздел 3. Электродинамика.				
13.	Изучение процесса разрядки конденсатора	1 ч.	<p>Электрический заряд.</p> <p>Электрическое поле.</p> <p>Напряженность и потенциал электрического поля. Разность потенциалов и напряжение.</p> <p>ЭДС источника тока. Измерение напряжения. Вольтметр.</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i></p> <p>электрический заряд, электрическое поле, напряженность и потенциал электрического поля, разность потенциалов и напряжение, ЭДС источника тока, конденсатор, емкость конденсатора,</p>

	<p><i>Практическая работа № 10</i></p> <p>«Изучение зависимости напряжения на конденсаторе от времени при его разрядке. Определите емкость конденсатора»</p>		<p>Конденсатор. Емкость конденсатора. Электрическое сопротивление. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи.</p> <p>Конденсатор в цепи постоянного тока</p>	<p>электрическое сопротивление.</p> <p><i>Уметь</i> формулировать Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи, вычислять заряд конденсатора по его емкости и напряжению, собирать электрическую цепь.</p> <p><i>Приводить примеры</i> поведения конденсатора, включенного в цепь постоянного тока.</p> <p><i>Формулировать</i> гипотезу о характере зависимости силы тока от времени при разрядке конденсатора через резистор.</p> <p><i>Строить</i> график зависимости силы тока от времени при разрядке конденсатора через резистор.</p> <p><i>Применять</i> правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.</p> <p><i>Исследовать</i> зависимость силы тока</p>
--	---	--	--	---

				<p>от времени при разрядке конденсатора через резистор и интерпретировать эту зависимость.</p> <p><i>Определять</i> электроемкость конденсатора, выражая ее через угловой коэффициент касательной к графику зависимости силы тока разрядки конденсатора от времени, оценивать абсолютную и относительную погрешность электроемкости.</p> <p><i>Использовать</i> вольтметр и секундомер.</p> <p><i>Устанавливать взаимосвязи.</i></p> <p><i>Решать</i> качественные задачи о конденсаторах, включенных в цепь постоянного тока</p>
14.	<p><i>Определение удельного сопротивления материала</i></p>	<p><i>1 ч.</i></p>	<p>Сила тока. Напряжение. Закон Ома для участка цепи.</p> <p>Электрическое сопротивление.</p>	<p><i>Оперировать</i> понятиями: сила тока, напряжение, электрическое сопротивление,</p>

	<i>проволоки</i>			
	<p><i>Практическая работа № 11</i></p> <p>«Определение удельного сопротивления проволоки»</p>		<p>Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения. Удельное сопротивление вещества</p>	<p>удельное сопротивление вещества.</p> <p><i>Уметь</i> формулировать закон Ома для участка цепи, записывать формулу для зависимости сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения, собирать электрическую цепь.</p> <p><i>Приводить примеры</i> веществ с различным удельным сопротивлением.</p> <p><i>Применять</i> метод измерения малых электрических сопротивлений.</p> <p><i>Исследовать</i> зависимость напряжения между концами отрезка проволоки от длины этого отрезка <i>и интерпретировать</i> результаты проведенных измерений, вычислять электрическое сопротивление отрезка проволоки по измеренным значениям</p>

				<p>силы тока и напряжения.</p> <p><i>Определять</i> удельное сопротивление материала проволоки по известным длине, диаметру и сопротивлению, оценивать абсолютную и относительную погрешность удельного сопротивления.</p> <p><i>Использовать</i> мультиметр в режимах вольтметра и амперметра, линейку, микрометр.</p> <p><i>Решать</i> задачи на закон Ома для участка цепи и на зависимость сопротивления отрезка проволоки от его характеристик.</p>
--	--	--	--	--

<i>Итого по разделу</i>	2 ч.		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ	17 ч.		

11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов	Программное содержание	Характеристика деятельности обучающихся
Раздел 1. Электродинамика				
1.	<p><i>Оценка величины горизонтальной составляющей магнитной индукции магнитного поля Земли</i></p> <p><i>Практическая работа № 1</i> «Оценка модуля горизонтальной составляющей вектора магнитной индукции магнитного поля Земли»</p>	1 ч.	<p>Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции. Магнитное поле катушки с током</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции. <i>Уметь</i> формулировать принцип суперпозиции магнитных полей, изображать линии индукции магнитного поля катушки с током, собирать экспериментальную установку. <i>Приводить примеры</i> природных объектов и технических устройств, являющихся источниками постоянного магнитного поля. <i>Применять</i> принцип суперпозиции магнитных полей. <i>Исследовать</i> пространственную ориентацию вектора индукции</p>

				<p>магнитного поля, создаваемого на оси соленоида при суперпозиции магнитного поля Земли и магнитного поля соленоида, в зависимости от силы тока в витках соленоида <i>и интерпретировать</i> полученные результаты.</p> <p><i>Определять</i> по результатам проведенного эксперимента модуль горизонтальной составляющей вектора магнитной индукции магнитного поля Земли, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.</p> <p><i>Использовать</i> компас, соленоид, лабораторный блок питания, транспортир.</p> <p><i>Решать</i> задачи на применение принципа суперпозиции магнитных полей.</p>
--	--	--	--	--

2.	<p><i>Изучение работы электродвигателя и динамо-машины (часть 1)</i></p> <p>Электродвигатель и электрогенератор (лекция)</p>	1 ч.	<p>Постоянный ток, сила Ампера (ее направление и модуль), электродвигатель постоянного тока, динамо-машина (генератор постоянного тока)</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> сила Ампера, электродвигатель, динамо-машина.</p> <p><i>Уметь</i> определять модуль и направление силы Ампера.</p> <p><i>Знать</i> историю изобретения электродвигателя и совершенствования его конструкции, устройство</p>
----	---	------	---	--

				<p>и принцип действия электродвигателя постоянного тока и динамо-машины.</p> <p><i>Приводить примеры</i> применения электродвигателя постоянного тока и динамо-машины.</p> <p><i>Определять</i> направление вращения якоря электродвигателя при заданном направлении протекания электрического тока в обмотках станины.</p> <p><i>Решать</i> задачи о электродвигателе постоянного тока и динамо-машине</p>
--	--	--	--	---

3.	<p><i>Изучение работы электродвигателя и динамо-машины (часть 2)</i></p> <p><i>Практическая работа № 2</i></p> <p>«Измерение зависимости силы тока, вырабатываемой генератором, от величины момента силы, приложенного к его валу»</p>	2 ч.	Постоянный ток, сила Ампера (ее направление и модуль), электродвигатель постоянного тока, динамо-машина (генератор постоянного тока)	<p><i>Оперировать понятиями:</i> сила Ампера, электродвигатель, динамо-машина.</p> <p><i>Уметь</i> определять модуль и направление силы Ампера, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить примеры</i> применения электродвигателя постоянного тока</p>
----	---	------	--	--

<p>Практическая работа № 3</p> <p>«Измерение зависимости величины напряжения, поданного на электродвигатель, от частоты его вращения и механической нагрузки его вала»</p>	1 ч.	<p>и динамо-машины.</p> <p><i>Применять</i> теоретические сведения об электродвигателе постоянного тока и о динамо-машине для объяснения проводимого эксперимента.</p> <p><i>Исследовать</i> две зависимости:</p> <p>1) силы тока, вырабатываемой генератором, от величины момента силы, приложенного к его валу;</p> <p>2) величины напряжения, поданного на электродвигатель, от частоты его вращения и механической нагрузки его вала</p> <p><i>и интерпретировать</i> полученные результаты.</p> <p><i>Использовать</i> электромотор, лабораторный источник питания, реостат, мультиметр.</p>
<p>Итого по разделу</p>	4 ч.	

Раздел 2. Колебания и волны.				
4.	<p><i>Изучение зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны</i></p> <p><i>Практическая работа № 4</i></p> <p>«Определите характер зависимости периода колебаний линейки, положенной на цилиндрическую поверхность, от радиуса кривизны этой поверхности»</p>	1 ч.	<p>Гармонические колебания. Их кинематическое, динамическое и энергетическое описание. Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> гармонические колебания, период и частота колебаний.</p> <p><i>Уметь</i> записывать и интерпретировать уравнение гармонических колебаний, применять закон сохранения энергии для колебательных процессов, собирать экспериментальную установку, объяснять роль малости амплитуды колебаний.</p> <p><i>Приводить примеры</i> колебательных процессов.</p> <p><i>Формулировать</i> гипотезу о характере зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны.</p> <p><i>Исследовать</i> зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны</p>

				<p><i>и интерпретировать</i> полученную зависимость.</p> <p><i>Строить</i> график зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны и линеаризовывать эту зависимость (с учетом абсолютных погрешностей измеряемых физических величин).</p> <p><i>Применять</i> правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.</p> <p><i>Использовать</i> линейку, секундомер.</p> <p><i>Устанавливать взаимосвязи</i> между кинематическим, динамическим и энергетическим описанием гармонических колебаний.</p> <p><i>Решать</i> задачи на гармонические колебания</p>
5.	<i>Изучение зависимости амплитуды колебаний</i>	<i>1 ч.</i>	Гармонические колебания. Амплитуда, период и частота	<p><i>Оперировать</i> понятиями: гармонические колебания,</p>

	<p><i>пружинного маятника от времени</i></p> <p><i>Практическая работа № 5</i> «Измерьте зависимость амплитуды затухающих колебаний пружинного маятника от времени»</p>		<p>колебаний. Понятие о затухающих колебаниях.</p>	<p>амплитуда, период и частота колебаний, затухание колебаний. <i>Уметь</i> объяснять затухающие колебательные процессы с позиций закона изменения механической энергии, собирать экспериментальную установку. <i>Приводить примеры</i> затухающих колебательных процессов. <i>Формулировать</i> гипотезу о характере зависимости амплитуды колебаний пружинного маятника от времени при наличии затухания. <i>Строить</i> график зависимости амплитуды затухающих колебаний маятника времени и линеаризовывать эту зависимость (с учетом абсолютных погрешностей измеряемых физических величин). <i>Применять</i> правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.</p>
--	--	--	---	--

				<p><i>Исследовать</i> зависимость амплитуды затухающих колебаний маятника от времени <i>и интерпретировать</i> эту зависимость.</p> <p><i>Использовать</i> линейку и секундомер</p>
--	--	--	--	---

6.	<i>Звук. Осциллограмма звука. Спектр звука.</i>	<i>2 ч.</i>	Механические волны, условия их распространения. Поперечные и продольные волны. Период, частота, скорость распространения и длина волны. Отражение, преломление, интерференция и дифракция волн. Звук как механическая волна. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Обертоны. Тембр звука	<p><i>Оперировать понятиями:</i> механическая волна, период, частота, скорость распространения и длина волны, отражение, преломление, интерференция и дифракция волны, звук, скорость, громкость, высота тона, обертон и тембр звука.</p> <p><i>Уметь</i> объяснять различие между поперечными и продольными волнами.</p>
6.1	Введение в экспериментальную акустику (лекция)	1 ч.		

				<p><i>Знать</i> формулы, связывающие скорость, период, частоту и длину волны, простейшие методы исследования звуковых сигналов.</p> <p><i>Приводить примеры</i> звуков разной громкости, высоты тона и тембра, явлений отражения, преломления, интерференции и дифракции волны.</p> <p><i>Определять</i> на слух звуки высоких и низких частот, тональные звуки и шумы.</p> <p><i>Решать</i> задачи о звуковых волнах</p>
6.2	<p><i>Практическая работа № 6</i></p> <p>«Проведение серии экспериментов по записи осциллограмм и спектров гласных звуков одной частоты»</p>	1 ч.	<p>Период, частота, скорость распространения и длина волны. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Обертоны. Тембр звука. Спектр звука</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> высота тона, обертоны, тембр звука, спектр звука, осциллограмма.</p> <p><i>Уметь</i> объяснять, какая информация содержится в осциллограмме, а какая в спектре, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить примеры</i> природных процессов и технических устройств, которые генерируют тональные</p>

				<p>звуки и шумы, их осциллограмм и спектров.</p> <p><i>Применять</i> для получения осциллограмм и спектров звуков персональный компьютер с микрофоном или смартфон с предустановленным программным обеспечением.</p> <p><i>Формулировать</i> гипотезу о характере осциллограмм и спектров различных звуков.</p> <p><i>Исследовать</i> осциллограммы и спектры различных гласных звуков близких частот <i>и интерпретировать</i> эти осциллограммы и спектры.</p> <p><i>Определять</i> по осциллограммам и спектрам амплитуды звуковых волн, частоты их тонов и обертонов, оценивать абсолютные и относительные погрешности измеренных физических величин.</p>
--	--	--	--	---

				<p><i>Устанавливать взаимосвязи между громкостью звука и видом осциллограммы; между высотой тона (тембром звука) и видом спектра</i></p>
7.	<i>Стоячие механические волны</i>	<i>2 ч.</i>	<p>Стоячая механическая волна как сумма двух волн, бегущих в противоположных направлениях. Поперечные и продольные стоячие волны. Период, частота, скорость распространения и длина стоячей волны. Узлы и пучности. Влияние границ одномерной среды на формирование стоячих волн. Резонаторы с открытыми и закрытыми концами. Условия образования стоячих звуковых волн в различных резонаторах. Основной тон и обертоны стоячей звуковой волны</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> стоячая волна, узел и пучность стоячей волны, основной тон и обертон стоячей звуковой волны.</p> <p><i>Уметь</i> объяснять условия образования стоячих звуковых волн в различных резонаторах, принцип действия камертона.</p> <p><i>Знать</i> виды граничных условий, формулу, связывающую частоты основных тонов и обертонов с длиной резонатора и скоростью звука.</p> <p><i>Приводить примеры</i> звуковых резонаторов.</p> <p><i>Решать</i> простейшие задачи о стоячих звуковых волнах</p>
7.1	Стоячие механические волны (лекция)	1 ч.		

7.2	<p>Практическая работа № 7 «Измерение зависимости частоты основного тона и первого обертона воздушного столба в пробирке от высоты этого столба»</p>	1 ч.	<p>Основной тон и обертоны стоячей звуковой волны</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> основной тон и обертоны стоячей волны, тембр звука, спектр звука.</p> <p><i>Уметь</i> объяснять, какая информация содержится спектре звуковой волны, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить примеры</i> линейных звуковых резонаторов.</p> <p><i>Применять</i> для получения звуков самодельный акустический резонатор (пробирку, частично заполненную водой), а для получения спектров звуков – персональный компьютер с микрофоном или смартфон с предустановленным программным обеспечением.</p> <p><i>Формулировать</i> гипотезу о характере зависимостей частоты основного тона и первого обертона звуковой волны от длины резонатора.</p> <p><i>Строить</i> линеаризованные графики</p>
-----	--	------	---	---

				<p>зависимостей частоты основного тона и первого обертона звуковой волны от высоты воздушного столба в пробирке (с учетом абсолютных погрешностей измеряемых физических величин).</p> <p><i>Применять</i> правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.</p> <p><i>Исследовать</i> графики зависимостей частоты основного тона и первого обертона звуковой волны от высоты воздушного столба в пробирке <i>и интерпретировать</i> эти графики.</p> <p><i>Определять</i> скорость звука в воздухе по графикам зависимостей частоты основного тона и первого обертона звуковой волны от высоты воздушного столба в пробирке, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины</p>
--	--	--	--	--

8.	<p><i>Измерение показателя преломления стекла</i></p> <p><i>Практическая работа № 8</i></p> <p>«Определение показателя преломления стеклянной пластины»</p>	1 ч.	<p>Луч света. Отражение света. Законы отражения света. Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> луч света, отражение света, преломление света, абсолютный и относительный показатель преломления.</p> <p><i>Уметь формулировать законы отражения света, законы преломления света, собирать экспериментальную установку.</i></p> <p><i>Приводить примеры</i> оптических явлений, в которых наблюдаются явления отражения и преломления света.</p> <p><i>Применять</i> законы преломления света.</p> <p><i>Строить</i> ход лучей при преломлении света на поверхности.</p> <p><i>Исследовать</i> изменение направления луча света, падающего на боковую поверхность плоскопараллельной пластины, в зависимости от угла падения</p>
----	---	------	---	---

				<p><i>и интерпретировать</i> полученные результаты.</p> <p><i>Определять</i> показатель преломления материала плоскопараллельной пластины, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.</p> <p><i>Использовать</i> лазерную указку, линейку.</p> <p><i>Решать</i> задачи на преломление света</p>
--	--	--	--	---

9.	<i>Полное внутреннее отражение</i>	2 ч.	Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения	<i>Оперировать понятиями:</i> полное внутреннее отражение, предельный угол полного внутреннего отражения.
9.1	Применение эффекта полного внутреннего отражения в измерениях (лекция)	1 ч.		<i>Уметь</i> формулировать условие возникновения полного внутреннего отражения. <i>Знать</i> формулу, связывающую угол полного внутреннего отражения с абсолютными показателями преломления сред. <i>Приводить примеры</i> природных явлений и технических устройств, в которых наблюдается (применяется) явление полного внутреннего отражения. <i>Решать</i> задачи на полное внутреннее отражение

9.2	<p>Практическая работа № 9</p> <p>«Определение показателя преломления материала призмы»</p>	1 ч.	<p>Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> преломление света, абсолютный и относительный показатель преломления, преломляющий угол призмы, полное внутреннее отражение, предельный угол полного внутреннего отражения.</p> <p><i>Уметь</i> рассчитывать угол полного внутреннего отражения, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить примеры</i> оптических приборов, в которых применяются преломляющие призмы и используется явление полного внутреннего отражения.</p> <p><i>Строить</i> ход луча в треугольной призме с учетом возможного полного внутреннего отражения луча.</p> <p><i>Применять</i> законы преломления света.</p> <p><i>Исследовать</i> условия, при которых можно наблюдать полное внутреннее</p>
-----	--	------	---	---

				<p>отражение луча, идущего в треугольной призме</p> <p><i>и интерпретировать</i> полученные результаты.</p> <p><i>Определять</i> показатель преломления материала призмы по измеренным параметрам, при которых начинает наблюдаться полное внутреннее отражение луча в призме, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.</p> <p><i>Использовать</i> призму, лазерную указку, линейку.</p> <p><i>Решать</i> задачи о полном внутреннем отражении лучей в призмах</p>
10.	<p><i>Проверка формулы тонкой линзы с помощью метода параллакса, примененного для определения</i></p>	<p><i>1 ч.</i></p>	<p>Собирающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от ее геометрии</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> линза, тонкая линза, собирающая линза, главная и побочная оптическая ось, фокус, фокусное расстояние, фокальная плоскость, оптическая сила, поперечное увеличение,</p>

	<p><i>положения изображения</i></p> <p><i>Практическая работа № 10</i></p> <p>«Определение с максимальной точностью фокусного расстояния собирающей линзы»</p>		<p>и относительного показателя преломления. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой. Параллакс</p>	<p>параллакс.</p> <p><i>Уметь</i> объяснять сущность параллакса, записывать формулу, выражающую зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от ее геометрии и относительного показателя преломления, а также формулу тонкой линзы, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить примеры</i> параллакса, оптических приборов, в которых применяются собирающие линзы.</p> <p><i>Применять</i> формулу тонкой линзы.</p> <p><i>Строить</i> ход различных лучей в тонкой собирающей линзе.</p> <p><i>Исследовать</i> возможность применения эффекта параллакса для определения положения изображения источника света с малой светимостью, полученного с помощью собирающей линзы</p>
--	--	--	--	--

				<p><i>и интерпретировать</i> полученные результаты.</p> <p><i>Определять</i> фокусное расстояние собирающей линзы на основании результатов экспериментов по наблюдению параллакса изображения точечного источника света, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.</p> <p><i>Использовать</i> собирающую линзу, оптическую скамью.</p> <p><i>Решать</i> задачи на тонкие собирающие линзы</p>
11.	<i>Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы</i>	<i>1 ч.</i>	<p>Рассеивающие линзы.</p> <p>Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Формула тонкой линзы.</p> <p>Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к ее главной оптической оси.</p>	<p><i>Оперировать понятиями:</i> линза, тонкая линза, рассеивающая линза, мнимый источник света, мнимое изображение.</p> <p><i>Уметь</i> записывать формулу тонкой линзы для случая рассеивающей линзы, собирать экспериментальную установку, получать действительное</p>

	<p><i>Практическая работа № 11</i></p> <p>«Определение с максимальной точностью фокусное расстояние рассеивающей линзы»</p>		<p>Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах</p>	<p>изображение в рассеивающей линзе путем создания с помощью собирающей линзы мнимого источника для рассеивающей линзы.</p> <p><i>Приводить примеры</i> оптических приборов, в которых применяются рассеивающие линзы и системы линз.</p> <p><i>Применять</i> формулу тонкой линзы случая рассеивающей линзы.</p> <p><i>Строить</i> ход различных лучей в тонкой рассеивающей линзе, изображение точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах.</p> <p><i>Исследовать</i> ход лучей через рассеивающую линзу, а также в системе, состоящей из собирающей и рассеивающей линз при их различном взаимном расположении <i>и интерпретировать</i> полученные результаты.</p> <p><i>Определять</i> фокусное расстояние</p>
--	--	--	---	---

				<p>рассеивающей линзы на основании результатов экспериментов по:</p> <p>1) наблюдению действительного изображения, даваемого рассеивающей линзой;</p> <p>2) наблюдению расходящегося светового пучка, образованного рассеивающей линзой; оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.</p> <p><i>Использовать</i> собирающую и рассеивающую линзу, оптическую скамью.</p> <p><i>Решать</i> задачи на тонкие рассеивающие линзы</p>
12.	<i>Определение длины волны лазерного излучения с помощью схемы Юнга</i>	<i>1 ч.</i>	<p>Интерференция света.</p> <p>Когерентные источники.</p> <p>Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников.</p>	<p><i>Оперировать</i> понятиями: интерференция, интерференционная картина, когерентные источники, интерференционная схема, схема Юнга.</p> <p><i>Уметь</i> записывать условия</p>

	<p><i>Практическая работа № 12</i></p> <p>«Определение длины волны излучения лазерной указки»</p>		<p>Примеры классических интерференционных схем</p>	<p>наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников, собирать экспериментальную установку.</p> <p><i>Приводить примеры</i> природных явлений и технических устройств, в которых наблюдается (применяется) явление интерференции.</p> <p><i>Применять</i> условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине.</p> <p><i>Строить</i> ход «лучей» и показывать на ней разность хода в интерференционной схеме Юнга.</p> <p><i>Формулировать</i> гипотезу о виде интерференционной картины при различных геометрических параметрах схемы Юнга.</p> <p><i>Исследовать</i> интерференционную картину при наблюдении</p>
--	--	--	--	--

				<p>интерференции с помощью схемы Юнга и интерпретировать полученные результаты.</p> <p><i>Определять</i> длину волны света по результатам наблюдения интерференционной картины с помощью схемы Юнга, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.</p> <p><i>Использовать</i> лазерную указку, рулетку, а также фольгу, булавки и нитку для реализации схемы Юнга.</p> <p><i>Решать</i> задачи на двухволновую интерференцию</p>
Итого по разделу		12 ч.		
Раздел 3. Квантовая физика.				
13.	Изучение спектра света различных источников с помощью дифракционной решетки	1 ч.	<p>Дифракция света.</p> <p>Дифракционная решетка.</p> <p>Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решетку.</p>	<p><i>Оперировать</i> понятиями: дифракция, дифракционная решетка, фотон, уровень энергии атома, излучение и поглощение фотона, спектр излучения, спектроскоп.</p> <p><i>Уметь</i> записывать условия</p>

	<p><i>Практическая работа № 13</i> «Получение оптического спектра излучения света различных источников»</p>		<p>Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды спектров. Спектроскоп</p>	<p>наблюдения главных дифракционных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решетку, условия излучения и поглощения фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой, собирать экспериментальную установку. <i>Приводить примеры</i> линейчатых, полосатых и сплошных спектров излучения, технических устройств, в которых применяются излучения с различными видами спектров. <i>Применять</i> условия наблюдения главных дифракционных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решетку. <i>Строить</i> ход «лучей» при их нормальном падении на дифракционную решетку и показывать на ней разность хода. <i>Формулировать</i> гипотезу о виде</p>
--	--	--	--	---

				<p>спектров излучения источников света разной природы.</p> <p><i>Исследовать</i> оптические спектры излучения источников света разной природы и <i>интерпретировать</i> полученные результаты.</p> <p><i>Определять</i> длины волн излучения различных источников по результатам наблюдения дифракционной картины, даваемой дифракционной решеткой, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.</p> <p><i>Использовать</i> дифракционную решетку, фонарь с лампой накаливания, светодиодный фонарь, газоразрядную лампу, диафрагму, мерную ленту.</p> <p><i>Решать</i> задачи о падении света различного спектрального состава на дифракционную решетку</p>
--	--	--	--	--

<i>Итого по разделу</i>	<i>1 ч.</i>		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ	17 ч.		

ЛИТЕРАТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 7 июня 2012 г. № 24480).

2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12.08.2022 № 732 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413» (Зарегистрирован Минюстом России 12.09.2022 № 70034).

3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 12.07.2023 № 74228).

4. Кабардин О. Ф., Орлов В. А. Экспериментальные задания по физике. 9–11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.: «Вербум–М», 2001. – 208 с.

5. Слободянюк А. И. Физическая олимпиада: экспериментальный тур. – Минск, Аверсэв, 2011. – 378 с.

6. http://olphys.org/olimpiady/Iepho21/8-5_Pushka.pdf

7. <https://цпм.пф/wp-content/uploads/2022/12/trebovanija-k-postroeniju-grafikov-1.pdf>

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 278015872020984066915621024906056358857500955721

Владелец Таратынов Александр Юрьевич

Действителен с 01.10.2025 по 01.10.2026