МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Департамент образования и науки Чукотского автономного округа
Управление социальной политики Администрации муниципального образования Билибинский муниципальный район
МАОУ «СОШ г.Билибино ЧАО»

РАССМОТРЕНО	**СОГЛАСОВАНО**	**УТВЕРЖДЕНО**
Руководитель МО физико-математического цикла Барышников А. Н. Протокол № 1 от «28» августа 2026 г.	Зам. директора по УР Жайворонок Л. А. от «28» августа 2026 г.	Директор МАОУ «СОШ г. Билибино ЧАО Крылова И. Г. Приказ № 619-од от «28» августа 2026 г.

Рабочая программа внеурочной деятельности «Трудные вопросы физики» для обучающихся 10-11 классов

Документ подписан усиленной
квалифицированной электронной подписью
Крылова Инна Геннадьевна
Директор
МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ "СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА ГОРОДА БИЛИБИНО ЧУКОТСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА"

00991D0C51687B62BA1E90986E4BA49EEC
Срок действия с 13.05.2026 до 06.08.2027
УЦ: Федеральное казначейство

Подписано: 26.11.2026 12:45 (UTC+12)

г. Билибино 2026

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Общая характеристика курса

Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Трудные вопросы физики» разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (ФГОС СОО). Курс направлен на углубление и расширение предметных знаний старшеклассников, выходящих за рамки федеральной рабочей программы по физике среднего общего образования (ФРП СОО) базового уровня. Организация занятий предусматривает использование гибких форм познавательной деятельности обучающихся, отличных от урочной системы.

При разработке Программы учитывались следующие нормативные документы:

• Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2024 г. № 3333-р «Об утверждении комплексного плана мероприятий по повышению качества математического и естественно-научного образования на период до 2030 года»;

• Письмо Министерства просвещения Российской Федерации от 5 июля 2022 г. № ТВ-1290/03 «О направлении методических рекомендаций» по организации внеурочной деятельности в рамках реализации обновленных федеральных государственных образовательных стандартов.

Программа обеспечивает преемственность естественно-научного образования и позволяет компенсировать дефицит учебных часов при изучении физики на базовом уровне в 10–11 классах, выводя старшеклассников на уровень готовности к профильным испытаниям.

Актуальность курса

В условиях реализации стратегической задачи по обеспечению технологического суверенитета страны ключевым приоритетом старшей школы становится подготовка выпускников к осознанному выбору инженерных, исследовательских и наукоемких профессий. Физика является фундаментом технических отраслей, поэтому главным количественным и качественным показателем успешности физического образования выступает стабильный рост числа выпускников, выбирающих физику для прохождения государственной итоговой аттестации (ЕГЭ) и участия в статусных олимпиадах.

Освоение данной Программы в 10–11 классах актуально по следующим причинам:

• Инструментальная готовность к экзаменам: Курс ориентирован на разбор методов решения сложных расчетных, качественных и нестандартных

задач высокого уровня сложности (включая вторую часть КИМ ЕГЭ и олимпиадные задания).

• Развитие исследовательской автономии: Старшеклассники приобретают продвинутые навыки планирования, проведения и математической интерпретации результатов физического эксперимента с использованием современных цифровых лабораторий и методов оценки погрешностей (как прямых, так и косвенных).

• Проектно-конструкторская деятельность: Включение индивидуальных и групповых исследовательских проектов позволяет учащимся применять теоретический аппарат математического анализа и векторной алгебры для моделирования реальных физических процессов и решения прикладных кейсов.

Курс ориентирован на учащихся 10–11 классов, мотивированных на высокий балл ЕГЭ, планирующих участие в олимпиадах школьников и связывающих свое профессиональное будущее с технологическим и физико-математическим профилями в высших учебных заведениях.

Цель и задачи курса

Реализация внеурочной деятельности на уровне среднего общего образования является неотъемлемой частью образовательного процесса, обеспечивая построение гибких индивидуальных образовательных траекторий. Курс позволяет удовлетворить повышенные образовательные потребности и развить академические способности старшеклассников, включая одаренных детей и мотивированных учащихся, ориентированных на получение инженерно-технических и фундаментальных научных специальностей.

Цель курса — обеспечение индивидуальных потребностей учащихся 10–11 классов в углубленном изучении физики и формировании высокого уровня готовности к профильным испытаниям в условиях, когда учебный план образовательной организации предусматривает изучение учебного предмета «Физика» только на базовом уровне.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

• Образовательные (предметные):

• Расширить и углубить понятийный аппарат и теоретическую базу школьного курса физики за счет привлечения продвинутых математических методов (векторной алгебры, тригонометрии, начал дифференциального и интегрального исчисления);

• Сформировать у старшеклассников устойчивые навыки решения качественных, графических и расчетных задач повышенного и высокого уровней сложности, соответствующих спецификациям КИМ ЕГЭ и заданиям олимпиад школьников;

• Обучить методологии проведения комплексного физического эксперимента, правилам работы с цифровыми лабораториями, методам статистической обработки данных и расчета погрешностей (прямых и косвенных) при проверке физических законов.

• Развивающие (метапредметные):

• Развить навыки самостоятельной познавательной, исследовательской и проектной деятельности, критического и системного мышления;

• Сформировать умения осуществлять направленный поиск, критический анализ, структурирование и интеграцию научно-технической информации из различных источников;

• Развить коммуникативные компетенции и навыки командной работы в процессе проведения группового практикума, публичной защиты проектов, участия в научных дискуссиях и оппонировании.

• Воспитательные (личностные):

• Сформировать осознанную мотивацию к продолжению образования по профильным инженерно-техническим, IT и естественно-научным направлениям в высших учебных заведениях;

• Воспитать уважение к ценностям научного познания, понимание роли физической науки как стратегического фундамента технологического суверенитета и социально-экономического развития Российской Федерации;

• Развить культуру инженерного труда, ответственность за экологические последствия применения современных технологий и бережное отношение к окружающей среде.

Место курса в образовательном процессе

Реализация содержания Программы предлагается в формах и видах деятельности, отличных от урочных. Следует отметить, что на уровне среднего общего образования данный курс выстраивается не только на расширении физического содержания базового уровня, но и на существенном повышении уровня сложности предлагаемых для решения задач, а также на привлечении углубленного математического аппарата (элементов векторной алгебры, тригонометрии и начал математического анализа).

Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Трудные вопросы физики» предназначена для реализации в 10–11 классах. Формы деятельности обучающихся предусматривают высокий уровень активности и самостоятельности, сочетают индивидуальную и групповую формы работы, отличаются от урочных более широким использованием школьного физического практикума, исследовательской и проектной деятельности, решением нестандартных и олимпиадных задач. Структурирование тематического планирования в Программе соответствует порядку изучения разделов и тем физики базового уровня в старшей школе, тем самым обеспечивается преемственность урочной и внеурочной деятельности и возможность формирования индивидуальных образовательных траекторий старшеклассников.

Реализация Программы предполагает сочетание различных видов деятельности обучающихся. Для групповой работы предусмотрены: дискуссии; работа над исследовательскими проектами (выбор темы проекта, планирование работ, распределение ролей, взаимооценка при выполнении групповых проектов); монтаж и юстировка сложных экспериментальных установок; проведение физических измерений под руководством учителя; коллективное обсуждение и моделирование сложных физических явлений и процессов; обоснование теоретических моделей при решении расчетных задач высокого уровня сложности. В индивидуальной работе программой предусмотрены: математическая обработка и интерпретация результатов физических измерений, расчет абсолютных и относительных погрешностей; построение развернутого устного или письменного обоснования при решении качественных задач; запись системы уравнений и выполнение многошаговых математических расчетов при решении расчетных задач; целенаправленный поиск, интерпретация, преобразование и применение информации естественно-научного и технического содержания.

Такие виды деятельности помогают развивать у обучающихся, с одной стороны, навыки восприятия новой информации при различных способах ее подачи, а с другой — академическую активность, самостоятельность и творческое начало. Реализация Программы способствует не только расширению знаний и умений обучающихся в области физики (что ориентирует на выбор технологического, инженерного или научно-исследовательского профиля в высших учебных заведениях), но и достижению метапредметных результатов в соответствии с требованиями ФГОС СОО.

Программа курса рассчитана на 102 часа в течение двух лет обучения в 10–11 классах при проведении занятий один раз в неделю по 1 академическому часу каждое (или в объеме 68 часов за один учебный год по усмотрению образовательной организации).

В зависимости от конкретных условий реализации основной образовательной программы и количества обучающихся допускается формирование учебных групп из обучающихся разных классов в пределах одной параллели или разновозрастных групп (10–11 классы). Программа может реализовываться образовательной организацией самостоятельно либо на основе сетевого взаимодействия с другими организациями, осуществляющими образовательную деятельность.

При реализации Программы задача учителя состоит в том, чтобы создать для обучающихся необходимые условия для приобретения и развития умений, связанных с проведением самостоятельных исследований и физического практикума. Для решения этой задачи необходимо наличие в кабинете физики стандартного лабораторного оборудования, цифровых лабораторий, комплектующих и расходных материалов, требующихся для проведения эксперимента. Перечень предлагаемых работ сформирован на основе имеющейся типовой материально-технической базы кабинетов физики средних общеобразовательных школ.

Вторая задача учителя по реализации Программы связана с возможностью поиска, обработки и представления информации научного содержания при организации групповой проектной и исследовательской деятельности. Для успешной реализации сценариев проектов рекомендуется использовать персональные компьютеры с установленными офисными программами и доступом к сети Интернет (как минимум один компьютер для каждой рабочей группы).

По усмотрению учителя некоторые занятия могут быть исключены, заменены или перераспределены в зависимости от уровня готовности группы и актуальной спецификации контрольно-измерительных материалов профильных экзаменов. Для повышения интереса к практическому изучению профессий, связанных с физикой, рекомендуется внести в Программу профориентационный компонент: виртуальные и очные экскурсии на отечественные высокотехнологичные предприятия, в региональные вузы и научно-исследовательские центры технической направленности.

Особенности соответствующей возрастной категории обучающихся

Программа разработана с учетом рекомендаций Федеральной рабочей программы воспитания и учитывает психолого-педагогические особенности старшего школьного возраста (10–11 классы). В этот период ведущей деятельностью становится учебно-профессиональная, направленная на профессиональное самоопределение, формирование устойчивого мировоззрения и готовности к жизненному выбору. Курс спроектирован таким образом, чтобы отвечать возросшему уровню абстрактного и критического мышления старшеклассников, их потребности в академической самостоятельности и стремлению к самореализации через исследовательскую и проектную деятельность.

Программа способствует достижению результатов освоения основной образовательной программы среднего общего образования по физике в соответствии с ФГОС СОО и интегрирует содержание курса со следующими основными направлениями воспитания:

1. Патриотическое воспитание:

• Формирование ценностного отношения к достижениям отечественной физической науки и именам российских ученых, внесших определяющий вклад в развитие мировой физики, космонавтики, атомной энергетики и квантовых технологий;

• Осознание роли российской науки в обеспечении глобального технологического суверенитета и индустриального развития страны.

2. Гражданское и духовно-нравственное воспитание:

• Готовность к активному и осознанному участию в обсуждении общественно значимых, правовых и этических проблем, связанных с практическим внедрением научных открытий, развитием ядерной энергетики и искусственного интеллекта;

• Развитие правовой культуры при работе с интеллектуальной собственностью и результатами коллективных научных исследований.

3. Ценности научного познания:

• Осознание физики как фундаментального метода познания законов Вселенной, основы современных высоких технологий и важнейшего компонента мировой культуры;

• Формирование целостной естественно-научной картины мира на основе современной системы научных представлений о строении материи и фундаментальных взаимодействиях;

• Развитие устойчивой научной любознательности, потребности в непрерывном самообразовании, навыков ведения исследовательской деятельности и верификации информации.

4. Трудовое воспитание:

• Проявление устойчивого интереса к практическому изучению профессий научно-исследовательского, инженерного, IT и технологического профилей;

• Уважение к труду ученых и инженеров, формирование навыков бережливого производства, эффективной организации индивидуального и коллективного рабочего пространства в ходе лабораторного практикума.

5. Экологическое воспитание:

• Ориентация на применение фундаментальных физических знаний для оптимизации природопользования, минимизации антропогенного воздействия на биосферу и решения глобальных экологических задач;

• Осознание личной ответственности за экологические последствия использования современных технических устройств и энергетических систем в повседневной и будущей профессиональной деятельности.

Изучение курса на уровне среднего общего образования направлено на формирование у обучающихся системы глубоких физических знаний как стержня естественно-научной картины мира, обеспечивающего понимание физических процессов в природе и технике, а также на устойчивую мотивацию к успешному продолжению профильного образования в высшей школе.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «ТРУДНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ»

10 КЛАСС

Раздел 1. Физика как наука и методы научного познания

Физика в системе наук о природе. Научный метод познания, роль эксперимента и теории в физике. Физические величины и их измерение. Международная система единиц (СИ). Погрешности прямых и косвенных измерений. Случайные и систематические погрешности. Способы уменьшения погрешностей измерений. Математическая обработка результатов эксперимента, метод границ и метод наименьших квадратов. Графическое представление данных с учетом интервалов погрешностей.

Проведение эксперимента и практических работ:

- Определение погрешностей прямых измерений линейных размеров, времени и массы.
- Оценка погрешности косвенного измерения площади и объема твердого тела.
- Исследование статистических закономерностей при многократных прямых измерениях.

Раздел 2. Механика

Кинематика. Способы описания механического движения. Векторный способ: радиус-вектор, перемещение, мгновенная скорость и ускорение как производные по времени. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Графическая интерпретация кинематических уравнений. Движение тела, брошенного под углом к горизонту, в поле тяжести Земли. Движение точки по окружности с постоянной по модулю скоростью, центростремительное ускорение.

Динамика. Законы Ньютона и границы их применимости. Принцип относительности Галилея. Силы в механике: сила всемирного тяготения, сила упругости, силы трения (покоя, скольжения, качения). Закон Гука для продольного растяжения и сжатия. Движение связанных тел под действием нескольких сил. Движение искусственных спутников, космические скорости.

Законы сохранения в механике. Импульс материальной точки и системы тел. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Работа силы и мощность. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары.

Статика и гидростатика. Условия равновесия твердого тела. Момент силы. Теорема Вариньона. Давление в жидкостях и газах. Закон Паскаля.

Гидростатическое давление. Закон Архимеда, условия плавания тел. Элементы гидродинамики: уравнение неразрывности струи, закон Бернулли и его практическое применение.

Проведение эксперимента и практических работ:

- Исследование равноускоренного движения тела по наклонной плоскости и определение ускорения.
- Изучение движения тела, брошенного горизонтально или под углом к горизонту.
- Определение коэффициента трения скольжения для различных пар материалов.
- Проверка закона сохранения механической энергии при действии сил упругости и тяжести.
- Проверка условий равновесия твердого тела, имеющего ось вращения.
- Экспериментальное исследование применимости закона Бернулли.

Групповые и индивидуальные проекты:

- Баллистика: расчет траекторий движения тел с учетом сопротивления воздушной среды.
- Физические принципы конструирования современных мостовых переходов и ферм.
- Гидродинамическое объяснение подъемной силы крыла самолета и антикрыла гоночных болидов.

Раздел 3. Молекулярная физика и термодинамика

Молекулярная физика. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ) и их экспериментальное обоснование. Масса и размеры молекул. Количество вещества. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Температура и средняя кинетическая энергия теплового движения частиц. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева — Клапейрона). Изопроцессы в идеальном газе и их графическое представление в различных координатных осях. Смеси газов (закон Дальтона). Распределение Максвелла (качественное описание).

Термодинамика. Внутренняя энергия идеального газа и способы ее изменения. Работа газа при изменении его объема. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс. Тепловые машины. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия (КПД) тепловых двигателей и пути его повышения. Второй закон термодинамики и его статистический смысл.

Взаимные превращения жидкостей и твердых тел. Испарение и конденсация. Насыщенный и ненасыщенный пар, их свойства. Кипение.

Влажность воздуха, точка росы. Фазовые переходы в твердых телах: плавление, кристаллизация, сублимация. Поверхностное натяжение жидкостей. Капиллярные явления и смачивание. Механические свойства твердых тел: упругие и пластические деформации, модуль Юнга.

Проведение эксперимента и практических работ:

- Экспериментальная проверка газовых законов (изотермического, изобарного или изохорного процессов).
- Измерение относительной влажности воздуха различными методами (психрометр, гигрометр).
- Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом отрыва капель или капиллярных трубок.
- Определение модуля упругости (модуля Юнга) резинового шнура или металлической проволоки.

Групповые и индивидуальные проекты:

- Экологические и термодинамические аспекта развития альтернативных тепловых двигателей.
- Применение капиллярных явлений и смачивания в современных нанотехнологиях и строительстве.
- Физика аномальных свойств воды и их влияние на биосферу Земли.

Раздел 4. Электростатика и постоянный электрический ток

Электростатика. Электрический заряд и закон его сохранения. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Потенциал электрического поля и разность потенциалов. Связь напряженности и разности потенциалов. Электроемкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля конденсатора.

Постоянный электрический ток. Условия существования постоянного тока. Сила тока и плотность тока. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводников. Последовательное и параллельное соединения проводников. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС) источника тока. Закон Ома для полной (неразветвленной) цепи. Работа и мощность электрического тока, закон Джоуля — Ленца. Расчет разветвленных электрических цепей с помощью правил Кирхгофа.

Проведение эксперимента и практических работ:

- Исследование зависимости электроемкости плоского конденсатора от его геометрических параметров.
- Изучение смешанного соединения резисторов и проверка правил для токов и напряжений.

- Экспериментальное определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника постоянного тока.
- Исследование зависимости мощности, выделяемой во внешней цепи, от сопротивления нагрузки. КПД источника тока.

Групповые и индивидуальные проекты:

- Конденсаторы высокой емкости (ионисторы): перспективы применения в электротранспорте.
- Физические принципы защиты зданий от атмосферного электричества (молниезащита).
- Анализ современных химических источников тока и проблемы их утилизации.

11 КЛАСС

Раздел 1. Магнитное поле и электромагнитная индукция

Магнитное поле в вакууме и веществе. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Ампера и ее применение в технических устройствах. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в однородных и неоднородных магнитных полях. Ускорители заряженных частиц. Масс-спектрометрия.

Явление электромагнитной индукции. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля катушки с током. Принципы работы генератора переменного тока и трансформатора.

Проведение эксперимента и практических работ:

- Исследование действия магнитного поля на проводник с током и рамку с током.
- Изучение явления электромагнитной индукции и проверка правила Ленца.
- Определение индуктивности катушки в цепи переменного тока.
- Исследование зависимости ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.

Групповые и индивидуальные проекты:

- Физические основы работы тороидальных магнитных ловушек (токамаков).
- Применение сверхпроводимости в современных магнитных поездах (Maglev).
- Электромагнитное оружие и защита электронных компонентов от импульсных полей.

Раздел 2. Электромагнитные колебания и волны

Свободные электромагнитные колебания в идеальном и реальном колебательном контуре. Формула Томсона. Затухающие колебания. Автоколебания. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс в колебательном контуре. Разбор цепей переменного тока. Активное, емкостное и индуктивное сопротивления. Закон Ома для цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока.

Электромагнитное поле как единая сущность. Уравнения Максвелла (качественное описание). Электромагнитные волны, их свойства и скорость распространения в различных средах. Шкала электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и радиолокации.

Проведение эксперимента и практических работ:

- Исследование свободных колебаний в колебательном контуре с помощью цифрового осциллографа.
- Изучение явления резонанса в последовательном электрическом контуре.
- Определение зависимости полного сопротивления цепи переменного тока от частоты автоколебаний.
- Исследование свойств электромагнитных волн (отражение, преломление, поляризация) на примере сантиметрового диапазона.

Групповые и индивидуальные проекты:

- Развитие беспроводных технологий передачи данных: от радио Попова до сетей 5G/6G.
- Принципы работы систем спутниковой навигации (ГЛОНАСС/GPS).
- Влияние электромагнитного смога на живые организмы и методы экранирования.

Раздел 3. Оптика и основы специальной теории относительности (СТО)

Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Построение изображений в плоских зеркалах и тонких линзах. Формула тонкой линзы. Оптические системы и приборы (микроскоп, телескоп, фотоаппарат). Недостатки оптических систем (абберации).

Волновая оптика. Скорость света и методы ее измерения. Дисперсия света. Интерференция света, условия максимумов и минимумов. Дифракция света. Дифракционная решетка. Поляризация света. Линейная и круговая поляризация.

Элементы СТО. Постулаты Эйнштейна. Принцип относительности в релятивистской физике. Релятивистский закон сложения скоростей. Замедление времени и сокращение линейных размеров движущихся объектов. Эквивалентность массы и энергии.

Проведение эксперимента и практических работ:

- Определение показателя преломления стекла методом плоскопараллельной пластины.
- Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающей и рассеивающей линз.
- Наблюдение интерференционных колец Ньютона и интерференции в тонких пленках.
- Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки.

Групповые и индивидуальные проекты:

- Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) и их роль в глобальной информационной инфраструктуре.
- Применение лазеров в прецизионной медицине и промышленности.
- Парадоксы специальной теории относительности и их экспериментальная верификация.

Раздел 4. Квантовая, атомная и ядерная физика

Тепловое излучение. Квантовая гипотеза Планка. Фотоны, их энергия, импульс и масса. Явление фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Вольтамперная характеристика фотоэлемента. Применение фотоэффекта в технике. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля.

Модели строения атома. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Квантовые постулаты Бора. Линейчатые спектры. Спектральный анализ и его применение. Принцип работы оптических квантовых генераторов (лазеров).

Строение атомного ядра. Протонно-нейтронная модель. Энергия связи нуклонов в ядре. Дефект массы. Ядерные силы. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Цепная ядерная реакция. Устройство и принцип работы ядерного реактора. Термоядерный синтез. Дозиметрия и радиационная безопасность. Элементарные частицы и их классификация.

Проведение эксперимента и практических работ:

- Исследование закономерностей внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка.

- Изучение линейчатых спектров излучения газов с помощью спектроскопа.
- Моделирование процесса радиоактивного распада с применением статистических методов.
- Анализ треков заряженных частиц по готовым фотографиям.

Групповые и индивидуальные проекты:

- Развитие отечественной атомной энергетики: от Первой в мире АЭС до реакторов на быстрых нейтронах.
- Перспективы управляемого термоядерного синтеза (проект ITER).
- Квантовые компьютеры и технологии шифрования будущего.

ПЛАНИРУЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Реализация программы курса внеурочной деятельности «Трудные вопросы физики» направлена на обеспечение достижения обучающимися личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов.

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Личностные результаты освоения программы курса внеурочной деятельности «Трудные вопросы физики» на уровне среднего общего образования отражают готовность и способность обучающихся 10–11 классов к саморазвитию, личностному самоопределению и формированию ценностно-смысловых ориентаций. В соответствии с ФГОС СОО личностные результаты достигаются по следующим ключевым направлениям воспитания:

1. **Патриотическое воспитание:**
   - Сформированность гражданской идентичности, гордости за отечественную физическую науку и ценностного отношения к историческому и современному вкладу российских ученых, инженеров и конструкторов в мировой научно-технологический прогресс;
   - Осознание стратегической роли фундаментальной и прикладной физики в обеспечении государственной безопасности и технологического суверенитета Российской Федерации.
2. **Гражданское и духовно-нравственное воспитание:**
   - Готовность к осознанному выполнению гражданских обязанностей, принятию правовых и этических аспектов современной науки;
   - Способность занимать активную и аргументированную гражданскую позицию при обсуждении общественно значимых вопросов, связанных с развитием атомной энергетики, внедрением экологически чистых технологий и использованием результатов научных исследований в реальном секторе экономики;
   - Развитие духовно-нравственной культуры, академической честности и уважения к интеллектуальной собственности при выполнении проектных и исследовательских работ.
3. **Ценности научного познания:**
   - Сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки, глубокое осознание ценности научного познания как главного инструмента объективного осмысления законов природы и основы построения единой естественно-научной картины мира;
   - Развитие устойчивой научной любознательности, исследовательской активности, навыков критического мышления и верификации естественно-научной информации, способности отличать научные факты от псевдонаучных теорий;

- Осознанная ориентация на непрерывное самообразование, стремление к расширению границ своих знаний в области физико-математических дисциплин.

4. **Формирование культуры здоровья и эмоционального благополучия:**
   - Осознание ценности безопасного образа жизни в высокотехнологичном мире, строгое соблюдение правил техники безопасности в быту и в ходе сложного физического практикума при работе с электрооборудованием, лазерными источниками, нагревательными приборами и сосудами под давлением;
   - Развитие навыков эмоционального интеллекта, психологической устойчивости и саморегуляции при преодолении трудностей, возникающих в процессе решения нестандартных и олимпиадных задач повышенной сложности, а также в ситуациях академического соперничества и конкурсных испытаний.
5. **Трудовое воспитание:**
   - Уважение к труду работников науки, инженерии и промышленного производства, понимание ключевой роли физических знаний в будущей профессиональной деятельности;
   - Активное участие в решении прикладных и практико-ориентированных задач технологической направленности, требующих интеграции физики и высшей математики;
   - Осознанный выбор будущей профессии и траектории профильного обучения в вузах физико-технического, IT и инженерного профилей.
6. **Экологическое воспитание:**
   - Сформированность экологической культуры, понимание фундаментальных физических принципов рационального природопользования и бережного отношения к окружающей среде;
   - Способность прогнозировать и оценивать экологические риски, краткосрочные и долгосрочные последствия антропогенного воздействия и внедрения новых технологий на биосферу Земли.
7. **Адаптация к изменяющимся условиям социальной и природной среды:**
   - Освоение эффективных форм социального взаимодействия, готовность к лидерству или продуктивному сотрудничеству при выполнении коллективных исследовательских проектов и физических практикумов, открытость к восприятию опыта и конструктивной критики коллег;
   - Способность объективно оценивать дефициты собственных предметных знаний и метапредметных компетенций, самостоятельно проектировать и корректировать индивидуальный план своего развития и довузовской подготовки в области физики.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Метапредметные результаты освоения программы курса внеурочной деятельности «Трудные вопросы физики» отражают формирование у обучающихся 10–11 классов универсальных учебных действий (познавательных, коммуникативных, регулятивных), обеспечивающих успешность в учебно-исследовательской, проектной и будущей профессиональной деятельности.

Познавательные универсальные учебные действия

Базовые логические действия:

- Выявлять, характеризовать и систематизировать существенные признаки, закономерности и противоречия в сложных физических явлениях, процессах, экспериментальных данных и теоретических моделях;
- Устанавливать причинно-следственные связи при анализе физических систем, строить многошаговые логические цепи рассуждений, формулировать гипотезы о взаимосвязи физических величин и делать обоснованные выводы с использованием индуктивных и дедуктивных умозаключений;
- Осуществлять целенаправленный выбор оптимального физико-математического метода и идеализированной модели для решения нестандартных качественных и расчетных задач (путем сравнения альтернативных подходов, декомпозиции сложных систем и оценки критериев применимости физических законов);
- Применять логические операции абстрагирования, идеализации и моделирования (материальная точка, идеальный газ, математический маятник) для формализации условий практико-ориентированных задач.

Базовые исследовательские действия:

- Использовать проблемные вопросы и исследовательские гипотезы как ключевой инструмент углубленного познания физической реальности;
- Самостоятельно формулировать исследовательскую задачу, составлять детальный план и алгоритмическую схему физического эксперимента, осуществлять подбор аналогового и цифрового лабораторного оборудования;
- Критически оценивать достоверность, воспроизводимость и применимость результатов, полученных в ходе натурного или виртуального физического эксперимента, проводить верификацию гипотез;
- Самостоятельно формулировать теоретические обобщения, математические закономерности и развернутые выводы на основе интерпретации полученных данных физического практикума;
- Прогнозировать направление развития физических процессов при изменении граничных условий среды или параметров исследуемой системы,

выдвигать аргументированные предположения об их протекании в новых контекстах.

Работа с информацией:

- Осуществлять направленный поиск, критический отбор и систематизацию научно-технической и справочной информации из разнородных источников (включая специализированные базы данных, цифровые образовательные платформы, научно-популярные и рецензируемые издания) с учетом поставленных критериев;
- Анализировать, преобразовывать и интерпретировать информацию естественно-научного содержания, представленную в различных формах (аналитические формулы, графики изопроцессов и кинематических величин, векторные диаграммы, таблицы данных, принципиальные схемы цепей);
- Оценивать надежность и валидность информации, выявлять скрытые ошибки, противоречия и манипулятивные искажения в текстах научно-технической направленности;
- Выбирать оптимальную форму и самостоятельно визуализировать результаты решения задач или проведения исследований с помощью графиков с указанием погрешностей, функциональных схем, ментальных карт, трехмерных моделей и их комбинаций.

Коммуникативные универсальные учебные действия

Общение:

- Четко, логично и аргументированно выражать свою точку зрения в устных выступлениях и письменных текстах (тезисы проектов, отчеты по физическому практикуму), корректно используя научную терминологию и символический язык физики;
- В процессе коллективного разбора сложных задач, защиты исследовательских проектов и дискуссий формулировать конструктивные вопросы по существу темы, высказывать гипотезы, направленные на эффективное решение проблемы, и поддерживать доброжелательную атмосферу взаимодействия;
- Сопоставлять собственные суждения, физические модели и математические выкладки с аргументами других участников диалога, объективно обнаруживать сходства и различия позиций, осуществлять доказательное оппонирование;
- Публично представлять результаты выполненных теоретических исследований, физических практикумов и индивидуальных/групповых проектов, уверенно отвечать на вопросы аудитории.

Совместная деятельность:

- Эффективно взаимодействовать в группах переменного состава при проведении лабораторного практикума и проектной деятельности:

координировать распределение ролей, планировать этапы работы, осуществлять взаимный контроль и объективную оценку вклада каждого участника;

- Принимать коллегиальные решения в условиях дефицита времени или неопределенности данных, конструктивно разрешать возникающие разногласия на основе научного консенсуса и анализа фактов.

Регулятивные универсальные учебные действия

Самоорганизация:

- Выявлять и четко формулировать проблемы в учебных, квазиисследовательских и жизненных ситуациях, требующих применения физико-математического аппарата;
- Самостоятельно выстраивать алгоритм решения комплексных физических задач или проведения долгосрочных исследований с учетом имеющихся временных, материально-технических ресурсов и собственных возможностей; аргументированно защищать выбранный вариант действий;
- Делать осознанный выбор в академической деятельности, брать на себя персональную ответственность за результаты принятых решений и реализацию индивидуальной образовательной траектории.

Самоконтроль и эмоциональный интеллект:

- Давать объективную прогностическую и текущую оценку учебной или исследовательской ситуации, оперативно разрабатывать план ее корректировки в случае изменения условий;
- Предвидеть математические и концептуальные трудности (дефицит математического аппарата, ограничения физических моделей), которые могут возникнуть при решении задач высокого уровня сложности, и гибко адаптировать алгоритмы к меняющимся обстоятельствам;
- Анализировать причины достижения или недостижения запланированных результатов деятельности, давать беспристрастную оценку приобретенному опыту, выявлять позитивные аспекты в любых исходах;
- Вносить своевременные коррективы в расчетные схемы и ход эксперимента на основе вновь открывшихся обстоятельств, обнаруженных вычислительных или методологических ошибок и возникших технических трудностей;
- Оценивать финальный результат совместной или индивидуальной работы на предмет его соответствия поставленной цели, критериям спецификаций (КИМ ЕГЭ, олимпиад) и исходным условиям;
- Развивать эмпатию, понимать мотивы, намерения и логику рассуждений других участников образовательного процесса;

- Признавать свое право на ошибку при поиске нестандартных путей решения физических задач или в научных утверждениях, а также

уважать аналогичное право других, используя ошибки как ресурс для углубления понимания физических законов.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

Предметные результаты освоения программы курса внеурочной деятельности «Трудные вопросы физики» на уровне среднего общего образования отражают сформированность у учащихся системных знаний о физическом мире, владение понятийным и математическим аппаратом физической науки, методологией научного исследования, а также умение применять полученные знания для решения расчетных и качественных задач высокого и олимпиадного уровней сложности.

Предметные результаты освоения Программы к концу обучения в 10 классе:

- **Распознавать и характеризовать** проявления изученных физических явлений и процессов в окружающем мире и технике (равноускоренное и круговое движение, движение связанных тел, свободные и вынужденные колебания, изопроцессы в газах, тепловые циклы, фазовые переходы, поверхностные явления, электростатическое взаимодействие, постоянный электрический ток); выделять их существенные свойства, переводить практические и прикладные задачи в плоскость строгих учебных физических моделей;
- **Описывать свойства тел и физические явления**, используя углубленный теоретический и символический язык физики, трактовать физический смысл величин, их обозначения и единицы (векторы перемещения, скорости и ускорения, угловая скорость и центростремительное ускорение, импульс тела и силы, механическая работа и мощность, кинетическая и потенциальная энергия, момент силы, гидростатическое давление, количество вещества, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц, давление газа, внутренняя энергия, относительная влажность, коэффициент поверхностного натяжения, напряженность и потенциал поля, электроемкость, сила и плотность тока, ЭДС, внутреннее сопротивление);
- **Характеризовать физические законы и принципы**, математически выражать и применять их в комплексных расчетных схемах: законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, законы трения, законы сохранения импульса и механической энергии, закон Паскаля, закон Архимеда, закон Бернулли, основное уравнение МКТ, уравнение Менделеева — Клапейрона, закон Дальтона, первый закон термодинамики, закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для однородного участка и для полной цепи, закон Джоуля — Ленца, правила Кирхгофа; четко дифференцировать словесную формулировку закона и границы его применимости от его математического выражения;

- **Объяснять физические процессы и свойства тел** в рамках практико-ориентированных ситуаций и решать качественные задачи высокого уровня сложности, требующие построения развернутого логического обоснования с опорой на фундаментальные законы и принципы (включая координатные и векторные методы в механике, графические преобразования изопроцессов, анализ разветвленных цепей постоянного тока);
- **Решать комбинированные и многошаговые расчетные задачи** по молекулярной физике, термодинамике, механике и электростатике, соответствующие спецификациям профильных экзаменов и олимпиад; самостоятельно выбирать и обосновывать физическую модель, записывать систему уравнений и выполнять математические расчеты с привлечением аппарата векторной алгебры, тригонометрии и начал математического анализа (производная в кинематике);
- **Проводить самостоятельные экспериментальные исследования и комплексный физический практикум** с использованием аналоговых измерительных приборов и цифровых лабораторий; обосновывать выбор метода измерения и юстировки приборов, фиксировать показания, выполнять серии прямых и косвенных измерений, рассчитывать абсолютные, относительные и среднеквадратичные погрешности результатов, представлять графические зависимости с интервалами погрешностей;
- **Соблюдать правила техники безопасного труда** при работе со сложным лабораторным оборудованием, понимать физические принципы действия и устройство технических приборов (цифровые датчики, осциллографы, источники питания, психрометры, калориметры, мультиметры, конденсаторы).

Предметные результаты освоения Программы к концу обучения в 11 классе:

- **Свободно оперировать понятиями** и символическим языком физики старшей школы при решении исследовательских и профильных расчетных задач (вектор магнитной индукции, магнитный поток, ЭДС индукции, индуктивность, энергия магнитного поля, амплитуда, частота и фаза колебаний, активное и реактивное сопротивления, электромагнитная волна, волновой фронт, показатель преломления, оптическая сила, фотон, работа выхода, красная граница фотоэффекта, линейчатый спектр, дефект массы, энергия связи ядра, период полураспада);
- **Различать, анализировать и описывать физические явления** электродинамики, оптики, теории относительности и квантовой физики на основе теоретических моделей и опытных данных (действие магнитного поля на проводники и заряды, электромагнитная индукция, самоиндукция, резонанс в колебательном контуре, излучение и распространение электромагнитных волн, преломление и отражение света, полное внутреннее

отражение, дисперсия, интерференция, дифракция и поляризация света, релятивистские эффекты, фотоэффект, давление света, радиоактивный распад, ядерные реакции и термоядерный синтез);

- **Характеризовать, интерпретировать и применять фундаментальные законы и постулаты**: закон электромагнитной индукции Фарадея, правило Ленца, закон Ома для цепи переменного тока, законы отражения и преломления света, формулу тонкой линзы, постулаты специальной теории относительности, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, постулаты Бора, закон радиоактивного распада, законы сохранения зарядового и массового чисел в ядерных реакциях;
- **Решать качественные и логические задачи** высокого уровня сложности, требующие глубокого анализа физических процессов в магнитных и электромагнитных полях, волновых свойств света, атомных спектров и ядерных превращений; строить развернутые причинно-следственные связи и графические интерпретации процессов;
- **Решать многокомпонентные расчетные задачи олимпиадного уровня и высокого уровня сложности** (КИМ ЕГЭ), интегрирующие знания из разных разделов физики (например, движение заряженной частицы в скрещенных полях с применением законов механики, квантовые явления с привлечением законов сохранения импульса и энергии, геометрическая оптика с тригонометрическим аппаратом); выбирать адекватную модель и проводить строгие математические расчеты;
- **Проводить серии прямых и косвенных измерений** в рамках продвинутого практикума (определение индуктивности, показателя преломления сред, длины световой волны с помощью дифракционной решетки, постоянной Планка, оптической силы систем линз); обосновывать выбор измерительных инструментов, проводить многофакторный анализ погрешностей и математическое сглаживание экспериментальных графиков;

- **Соблюдать правила безопасного труда**, четко характеризовать физические принципы функционирования сложных приборов, технических систем и установок (осциллографы, трансформаторы, дифракционные решетки, фотоэлементы, лазеры, спектроскопы, ядерные реакторы, дозиметры).

КАЛЕНДАРНО - ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Кол-во часов	Дата		Примечание
				По плану	По факту	
I	Введение. Правила и приемы решения физических задач.		1			
1	Введение. Правила и приемы решения физических задач.	Лекция	1			
II	Механические явления.		5			
2	Кинематика механического движения. Законы динамики. Решение тестовых заданий по теме	Лекция	1			
3	Решение тестовых заданий по теме «Динамика». Силы в природе. Законы сохранения»	Практическое занятие	1			
4	Решение тестовых заданий по теме «Силы в природе». Решение тестовых заданий по теме «Законы	Практическое занятие	1			
5	Статика и гидростатика. Механические колебания и волны. Звук. Решение тестовых заданий по теме «Статика и гидростатика»	Лекция	1			
6	Решение тестовых заданий по теме « Механические колебания и волны. Звук»	Практическое занятие	1			
III	Тепловые явления.		7			
7	Строение вещества	Лекция	1			
8	Решение тестовых заданий по теме «Строение вещества»	Практическое занятие	1			
9	Внутренняя энергия.	Лекция	1			
10	Решение тестовых заданий по теме «Внутренняя энергия»	Практическое занятие	1			
11	Изменение агрегатных состояний вещества.	Лекция	1			
12	Решение тестовых заданий по теме « Изменение агрегатных состояний вещества»	Практическое занятие	1			

13	Решение тестовых заданий по теме «Изменение агрегатных состояний вещества»	Практическое занятие	1			
IV	Электромагнитные явления.		8			
14	Статическое электричество	Лекция	1			
15	Решение тестовых заданий по теме «Статическое электричество»		1			
16	Постоянный электрический ток	Лекция	1			
17	Решение тестовых заданий по теме «Постоянный электрический ток»		1			
18	Магнетизм	Лекция	1			
19	Решение тестовых заданий по теме «Магнетизм»		1			
20	Элементы геометрической оптики	Лекция	1			
21	Решение тестовых заданий по теме «Элементы геометрической оптики»		1			
V	Атомная физика		3			
22	Строение атома и атомного ядра	Лекция	1			
23	Решение тестовых заданий по теме «Элементы геометрической оптики»	Практическое занятие	1			
24	Решение тестовых заданий по теме « Элементы геометрической оптики »	Практическое занятие	1			
VI	Эксперимент		3			
25	Лабораторные работы по теме: «Механика»	Практическое занятие	1			
26	Лабораторные работы по теме: «Электричество»	Практическое занятие	1			
27	Лабораторные работы по теме: «Оптика»	Практическое занятие	1			
VII	Текстовые задания		2			
28	Работа с тестовыми заданиями.	Лекция	1			
29	Работа с тестовыми заданиями.	Практическое занятие	1			
VIII 30	Итоговое тестирование		1			
	ИТОГО		30			