

ПРИНЯТА

Педагогическим советом ОАНО «Школа ЦПМ»  
(протокол от 29 августа 2025 г. №123)

УТВЕРЖДЕНА

приказом директора ОАНО «Школа ЦПМ»  
от 29 августа 2025 г. №207/8-ОД25

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**курса внеурочной деятельности «Трудные вопросы курса физики»**  
для обучающихся 11 класса (углубленный уровень, 2 часа)

Андросов Александр Александрович

sn=Андросов Александр

Александрович, o=ОАНО Школа

ЦПМ, ou=Директор,

email=a.androsov@school-cpm.ru,

c=RU

2025.08.29 09:41:13 +03'00'

## Пояснительная записка

Программа по физике на уровне среднего общего образования разработана на основе положений и требований к результатам освоения основной образовательной программы, представленной в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования, а также с учётом Федеральной программы воспитания и Концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы.

Предлагаемая учебная программа спецкурса предназначена для углубленного изучения физики, главным образом, физических законов и теорий, математических методов описания физических явлений, методов анализа и решения комплексных физических задач.

Предлагаемый подход и рекомендуемые задания принципиально отличаются от традиционных задач курса физики средней школы (но умение решать эти задачи является основой для усвоения материала данного спецкурса).

Главное отличие большинства рассматриваемых задач заключается в их комплексности, необходимости тщательного качественного анализа, как постановки задачи, так и полученных результатов.

Не смотря на многообразие рассматриваемых явлений, содержание курса не выходит за рамки учебных программ по физике и математике. Значительная часть рассматриваемых задач предлагались на физических олимпиадах различного уровня в течение последних 20 лет. Решение этих задач не требует применения методов высшей математики, хотя и предполагает использование нетрадиционных методов: приближенных, графических, иногда численных.

При построении данного курса совмещаются две основных линии обучения: изучение общих методов анализа и решения задач и изучение конкретных тем курса физики. Поэтому в программе курса фигурируют темы общего плана, так и темы по различным разделам курса физики. Следует отметить, что и рассмотрение общих вопросов проводится на примерах конкретных физических задач.

Основная идея данного курса может быть сформулирована следующим образом: **«Не методика решения задач, а методика поиска решения!»**

### Планируемые результаты

#### Личностные результаты

Личностные результаты освоения учебного предмета «Физика» должны отражать готовность и способность обучающихся руководствоваться сформированной внутренней позицией личности, системой ценностных ориентаций, позитивных внутренних убеждений, соответствующих традиционным ценностям российского общества, расширение жизненного опыта и опыта деятельности в процессе реализации основных направлений воспитательной деятельности, в том числе в части:

#### 1) гражданского воспитания:

сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;

принятие традиционных общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;

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;

готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности;

**2) патриотического воспитания:**

сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма; ценностное отношение к государственным символам, достижениям российских учёных в области физики и технике;

**3) 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 учёного;

осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

**4) эстетического воспитания:**

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

**5) 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;

**6) 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;

**7) 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 её всесторонне;

определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения; выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых физических явлениях;

разрабатывать план решения проблемы с учётом 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 её 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 приобретённый 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 учётом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации.

### **Коммуникативные универсальные учебные действия:**

осуществлять общение на уроках физики и во внеурочной деятельности; распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты; развёрнуто 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 учётом общих интересов,

и возможностей каждого члена коллектива;

принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по её достижению: составлять план действий, распределять роли с учётом 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 и астрономии, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;

самостоятельно составлять план решения расчётных и качественных задач, план выполнения практической работы с учётом 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 приобретённый 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 приёмы 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 своё право и право других на ошибки.

В процессе достижения личностных результатов освоения программы по физике для уровня среднего общего образования у обучающихся совершенствуется *эмоциональный интеллект*, предполагающий сформированность:

самосознания, включающего способность понимать своё эмоциональное состояние, видеть направления развития собственной эмоциональной сферы, быть уверенным в себе;

саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за своё поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому;

внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;

эмпатии, включающей способность понимать эмоциональное состояние других, учитывать его при осуществлении общения, способность к сочувствию и сопереживанию;

социальных навыков, включающих способность выстраивать отношения с другими людьми, заботиться, проявлять интерес и разрешать конфликты.

### **Предметные результаты**

К концу обучения в **11 классе** предметные результаты на углубленном уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

понимать роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека, роль и место физики в современной научной картине мира, роль астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории – электродинамики, специальной теории относительности, квантовой физики, 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 моделей физических тел и процессов (явлений): однородное электрическое и однородное магнитное поля, гармонические колебания, математический маятник, идеальный пружинный маятник, гармонические волны, идеальный колебательный контур, тонкая линза, моделей атома, атомного ядра и квантовой модели света;

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

анализировать и объяснять электромагнитные процессы и явления, используя основные положения и законы электродинамики и специальной теории относительности (закон сохранения электрического заряда, сила Ампера, сила Лоренца, закон электромагнитной индукции, правило Ленца, связь ЭДС самоиндукции в элементе электрической цепи со скоростью изменения силы тока, постулаты специальной теории относительности

Эйнштейна);

анализировать и объяснять квантовые процессы и явления, используя положения квантовой физики (уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, первый и второй постулаты Бора, принцип соотношения неопределённостей Гейзенберга, законы сохранения зарядового и массового чисел и энергии в ядерных реакциях, закон радиоактивного распада);

описывать физические процессы и явления, используя величины: напряжённость электрического поля, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, электродвижущая сила, индукция магнитного поля, магнитный поток, сила Ампера, индуктивность, электродвижущая сила самоиндукции, энергия магнитного поля проводника с током, релятивистский импульс, полная энергия, энергия покоя свободной частицы, энергия и импульс фотона, массовое число и заряд ядра, энергия связи ядра;

объяснять особенности протекания физических явлений: электромагнитная индукция, самоиндукция, резонанс, интерференция волн, дифракция, дисперсия, полное внутреннее отражение, фотоэлектрический эффект (фотоэффект), альфа- и бета-распады ядер, гамма-излучение ядер, физические принципы спектрального анализа и работы лазера;

определять направление индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца;

строить изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой, и рассчитывать его характеристики;

применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов, происходящих в звёздах, в звёздных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звёзд и Вселенной;

проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учётом 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;

описывать методы получения научных астрономических знаний;

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

решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом 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, технических устройств и технологических процессов;

приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие

науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;  
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 её 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, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;  
проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

### **Методы контроля усваивания материала**

В течение года обучающийся будет писать контрольную работу по окончании каждого тематического раздела, также на протяжении таких разделов будут проводиться самостоятельные работы для оценки успеваемости.

## Содержание учебного предмета

### Раздел 1. Молекулярная физика. Повторение

#### Тема 1.1. Микроскопический подход к описанию состояния.

Связь между микро- и макропараметрами состояния вещества. Динамическое равновесие. Упругие и неупругие столкновения. Передача энергии и передача импульса. Расчет сил взаимодействия при соударениях. Физическая причина давления газа. Расчет числа ударов, расчет давления. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Температура – мера средней кинетической энергии движения молекул.

#### Тема 1.2 Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.

Модель идеального газа. Возможные поправки к уравнению состояния Менделеева-Клапейрона.

#### Тема 1.3 Процессы в газах.

Равновесные состояния и равновесные процессы. Причины неравновесности. Анализ устойчивости состояний. Общее описание процессов. Уравнения состояния и уравнения процессов.

#### Тема 1.4 Поверхностное натяжение. Капиллярные эффекты.

Физическая природа сил поверхностного натяжения. Формула Лапласа. Поверхностная энергия.

#### Тема 1.5 Внутренняя энергия тел.

Внутренняя энергия тел и ее составляющие. Расчет внутренней энергии простейших модельных систем.

#### Тема 1.6 Количество теплоты. Теплопередача. Теплоемкость. Теплопроводность.

Уравнение теплового баланса. Условия протекания процессов теплопередачи. Эмпирические законы теплопередачи. Коэффициенты теплоотдачи и теплопроводности. Временные характеристики процессов теплопередачи.

#### Тема 1.7 Первый закон термодинамики.

Расчет работы в молекулярных системах. Работа при расширении идеального газа. Зависимость работы от вида процесса. Уравнение первого закона термодинамики и его использования для решения задач. Виды задач, решаемых на основе первого закона термодинамики.

#### Тема 1.8 Циклические процессы. Тепловые машины.

Расчет термодинамических характеристик циклических процессов. КПД тепловых машин. КПД цикла Карно. Метод элементарного цикла Карно для расчета термодинамических параметров.

#### Тема 1.9 Гидростатика и равновесие жидкостей. Движение идеальной жидкости – гидродинамика.

Характеристики состояния жидкости. Условия равновесия. Жидкость в поле внешних сил. Закон Архимеда в поле произвольных сил. Описание движения жидкости. Поле скоростей, линии тока. Поток жидкости. Поток векторного поля. Теоремы о потоке и их применение для решения задач.

### Раздел 2. Электростатика

#### Тема 2.1 Электрическое поле и его описание.

Напряженность электрического поля. Силовые линии. Аналогия с полем скоростей движущейся жидкости.

#### Тема 2.2 Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции.

Расчет полей произвольной системы точечных зарядов. Алгоритм расчета силовых линий.

#### Тема 2.3 Потенциал электростатического поля.

Доказательство потенциальности электростатического поля. Разность потенциалов и потенциал поля. Связь между потенциалом и напряженностью электрического поля.

**Тема 2.4 Проводники в электрическом поле. Метод изображений в электростатике.**

Условие равновесия зарядов на проводниках в электрическом поле. Время установления равновесия. Максвелловское время релаксации. Эквипотенциальность проводников. Изображения зарядов в плоскости и сфере. Расчет сил взаимодействия.

**Тема 2.5 Конденсаторы. Соединения конденсаторов.**

Расчет электроемкости. Поле плоского конденсатора.

**Тема 2.6 Энергия взаимодействия точечных зарядов.**

Расчет энергии взаимодействия пары зарядов. Преобразования энергии взаимодействия в другие формы. Зависимость переходов энергии от вида процессов.

**Тема 2.7 Энергия конденсатора. Энергия электрического поля.**

Методы расчета энергии конденсатора: зарядка и разрядка конденсатора, перенос заряда, механическая работа.

Вывод формулы для плотности энергии электрического поля.

**Тематическое планирование учебного предмета**

<b>Раздел/тема</b>	<b>Количество часов</b>
<b>Раздел 1. Молекулярная физика. Повторение</b>	<b>34</b>
Тема 1.1. Микроскопический подход к описанию состояния	2
Тема 1.2 Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.	4
Тема 1.3 Процессы в газах.	4
Тема 1.4 Поверхностное натяжение. Капиллярные эффекты.	4
Тема 1.5 Внутренняя энергия тел.	4
Тема 1.6 Количество теплоты. Теплопередача. Теплоемкость. Теплопроводность.	2
Тема 1.7 Первый закон термодинамики.	4
Тема 1.8 Циклические процессы. Тепловые машины.	4
Тема 1.9 Гидростатика и равновесие жидкостей. Движение идеальной жидкости – гидродинамика.	4
<b>Контрольная работа по разделу 1</b>	<b>2</b>
<b>Раздел 2. Электростатика</b>	<b>34</b>
Тема 2.1 Электрическое поле и его описание.	6
Тема 2.2 Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции.	4
Тема 2.3 Потенциал электростатического поля.	4
Тема 2.4 Проводники в электрическом поле. Метод изображений в электростатике.	4
Тема 2.5 Конденсаторы. Соединения конденсаторов.	4
Тема 2.6 Энергия взаимодействия точечных зарядов.	4
Тема 2.7 Энергия конденсатора. Энергия электрического поля.	6
<b>Контрольная работа по разделу 2</b>	<b>2</b>
<b>Всего</b>	<b>68</b>