

ПРИНЯТА

Педагогическим советом АНО ОШ ЦПМ

(протокол от 28 августа 2024 г. №99)

УТВЕРЖДЕНА

приказом директора АНО ОШ ЦПМ

от 29 августа 2024 г. №677-ОД24

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебного предмета «Физический семинар (специфика)»**

для обучающихся 10 класса (углубленный уровень, 2 часа)

## 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 «Физический семинар» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы.

Программа по физике определяет обязательное предметное содержание, устанавливает рекомендуемую последовательность изучения тем и разделов учебного предмета с учётом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса, возрастных особенностей обучающихся. Программа по физике даёт представление о целях, содержании, общей стратегии обучения, воспитания и развития обучающихся средствами учебного предмета «Физика» на углублённом уровне.

Изучение курса физики углублённого уровня позволяет реализовать задачи профессиональной ориентации, направлено на создание условий для проявления своих интеллектуальных и творческих способностей каждым обучающимся, которые необходимы для продолжения образования в высших учебных заведениях по различным физико-техническим и инженерным специальностям.

В программе по физике определяются планируемые результаты освоения курса физики на уровне среднего общего образования: личностные, метапредметные, предметные (на углублённом уровне). Научно-методологической основой для разработки требований к личностным, метапредметным и предметным результатам обучающихся, освоивших программу по физике на уровне среднего общего образования на углублённом уровне, является системно-деятельностный подход.

Программа по физике включает:

- планируемые результаты освоения курса физики на углублённом уровне, в том числе предметные результаты по годам обучения;
- содержание учебного предмета «Физический семинар» по годам обучения.

Программа по физике имеет примерный характер и может быть использована учителями физики для составления своих рабочих программ.

Программа по физике не сковывает творческую инициативу учителей и предоставляет возможности для реализации различных методических подходов к преподаванию физики на углублённом уровне при условии сохранения обязательной части содержания курса.

Физика как наука о наиболее общих законах природы, выступая в качестве учебного предмета в школе, вносит существенный вклад в систему знаний об окружающем мире. Школьный курс физики – системообразующий для естественно-научных учебных предметов, поскольку физические законы лежат в основе процессов и явлений, изучаемых химией, биологией, физической географией и астрономией. Использование и активное применение физических знаний определило характер и бурное развитие разнообразных технологий в сфере энергетики, транспорта, освоения космоса, получения новых материалов с заданными свойствами. Изучение физики вносит основной вклад в формирование естественно-научной картины мира обучающегося, в формирование умений применять научный метод познания при выполнении ими учебных исследований.

В основу курса физики средней школы положен ряд идей, которые можно рассматривать как принципы его построения.

**Идея целостности.** В соответствии с ней курс является логически завершённым, он содержит материал из всех разделов физики, включает как вопросы классической, так и современной физики.

**Идея генерализации.** В соответствии с ней материал курса физики объединён вокруг физических теорий. Ведущим в курсе является формирование представлений о структурных уровнях материи, веществе и поле.

**Идея гуманитаризации.** Её реализация предполагает использование гуманитарного потенциала физической науки, осмысление связи развития физики с развитием общества, а также с мировоззренческими, нравственными и экологическими проблемами.

**Идея прикладной направленности.** Курс физики углублённого уровня предполагает знакомство с широким кругом технических и технологических приложений изученных теорий и законов. При этом рассматриваются на уровне общих представлений и современные технические устройства, и технологии.

**Идея экологизации** реализуется посредством введения элементов содержания, посвящённых экологическим проблемам современности, которые связаны с развитием техники и технологий, а также обсуждения проблем рационального природопользования и экологической безопасности.

Освоение содержания программы по физике должно быть построено на принципах системно-деятельностного подхода.

Для физики реализация этих принципов базируется на использовании самостоятельного эксперимента как постоянно действующего фактора учебного процесса, вместе с тем большое внимание уделяется решению расчётных и качественных задач.

Для углублённого уровня – это система самостоятельного ученического эксперимента, включающего фронтальные ученические опыты при изучении нового материала, лабораторные работы и работы практикума. Выбор тематики для этих видов ученических практических работ осуществляется участниками образовательного процесса исходя из особенностей поурочного планирования и оснащения кабинета физики. При этом обеспечивается овладение обучающимися умениями проводить прямые и косвенные измерения, исследования зависимостей физических величин и постановку опытов по проверке предложенных гипотез.

Большое внимание уделяется решению расчётных и качественных задач. При этом для расчётных задач приоритетом являются задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью, позволяющие применять изученные законы и закономерности как из одного раздела курса, так и интегрируя применение знаний из разных разделов. Для качественных задач приоритетом являются задания на объяснение/предсказание протекания физических явлений и процессов в окружающей жизни, требующие выбора физической модели для ситуации практико-ориентированного характера.

**Основными целями изучения физики в общем образовании** являются:

- формирование интереса и стремления обучающихся к научному изучению природы, развитие их интеллектуальных и творческих способностей;
- развитие представлений о научном методе познания и формирование исследовательского отношения к окружающим явлениям;
- формирование научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики;

- формирование умений объяснять явления с использованием физических знаний и научных доказательств;
- формирование представлений о роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий;
- развитие представлений о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанных с физикой, подготовка к дальнейшему обучению в этом направлении.
- Достижение этих целей обеспечивается решением следующих задач в процессе изучения курса физики на уровне среднего общего образования:
  - приобретение системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, включая механику, молекулярную физику, электродинамику, квантовую физику и элементы астрофизики;
  - формирование умений применять теоретические знания для объяснения физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;
  - освоение способов решения различных задач с явно заданной физической моделью, задач, подразумевающих самостоятельное создание физической модели, адекватной условиям задачи, в том числе задач инженерного характера;
  - понимание физических основ и принципов действия технических устройств и технологических процессов, их влияния на окружающую среду;
  - овладение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата;
  - создание условий для развития умений проектно-исследовательской, творческой деятельности;
  - развитие интереса к сферам профессиональной деятельности, связанной с физикой.

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования углублённый уровень изучения учебного предмета «Физика» на уровне среднего общего образования выбирается обучающимися, планиующими продолжение образования по специальностям физико-технического профиля.

## **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 **10 классе** предметные результаты на углубленном уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

понимать роль физики в экономической, технологической, экологической, социальной и этической сферах деятельности человека, роль и место физики в современной научной картине мира, 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 моделей физических тел и процессов (явлений): инерциальная система отсчёта, абсолютно твёрдое тело, материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение, абсолютно упругая деформация, абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения, модели газа, жидкости и твёрдого (кристаллического) тела, идеальный газ, точечный заряд, однородное электрическое поле;

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

анализировать и объяснять механические процессы и явления, используя основные положения и законы механики (относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения, законы Ньютона, принцип относительности Галилея, закон всемирного тяготения, законы сохранения импульса и механической энергии, связь работы силы с изменением механической энергии, условия равновесия твёрдого тела), при этом использовать математическое выражение законов, указывать условия применимости физических законов: преобразований Галилея, второго и третьего законов Ньютона, законов сохранения импульса и механической энергии, закона всемирного тяготения;

анализировать и объяснять тепловые процессы и явления, используя основные положения МКТ и законы молекулярной физики и термодинамики (связь давления идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения и концентрацией его молекул, связь температуры вещества со средней кинетической энергией теплового движения его частиц, связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его температурой, уравнение Менделеева–Клапейрона, первый закон термодинамики, закон сохранения энергии в тепловых процессах), при этом использовать математическое выражение законов, указывать условия применимости уравнения Менделеева–Клапейрона;

анализировать и объяснять электрические явления, используя основные положения и законы электродинамики (закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей, при этом указывая условия применимости закона Кулона, а также практически важные соотношения: законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля–Ленца, правила Кирхгофа, законы Фарадея для электролиза);

описывать физические процессы и явления, используя величины: перемещение, скорость, ускорение, импульс тела и системы тел, сила, момент силы, давление, потенциальная энергия, кинетическая энергия, механическая энергия, работа силы, центростремительное ускорение, сила тяжести, сила упругости, сила трения, мощность, энергия взаимодействия тела с Землёй вблизи её поверхности, энергия упругой деформации пружины, количество теплоты, абсолютная температура тела, работа в термодинамике, внутренняя энергия идеального одноатомного газа, работа идеального газа, относительная влажность воздуха, КПД идеального теплового двигателя; электрическое поле, напряжённость электрического поля, напряжённость поля точечного заряда или заряженного шара в вакууме и в диэлектрике, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, электродвижущая сила, сила тока, напряжение, мощность тока, электрическая ёмкость плоского конденсатора, сопротивление участка цепи с последовательным и параллельным соединением резисторов, энергия электрического поля конденсатора;



объяснять особенности протекания физических явлений: механическое движение, тепловое движение частиц вещества, тепловое равновесие, броуновское движение, диффузия, испарение, кипение и конденсация, плавление и кристаллизация, направленность теплопередачи, электризация тел, эквипотенциальность поверхности заряженного проводника;

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 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;

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 обосновывать выбор физической модели, отвечающей 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.

## Содержание учебного предмета

### Раздел 1. Геометрическая оптика

#### Тема 1.1. Первоначальные сведения об оптике

Роль геометрической оптики в оптике. Источники света. Закон прямолинейного распространения света. Принцип независимости световых пучков  
Угловой размер объектов. Тень и полутень. Задачи на построение тени и полутени  
Затмения Солнца и Луны. Задачи о фотографиях или видимом глазом изображении

#### Тема 1.2. Закон отражения света

Задачи о построении в плоских зеркалах. Формирование изображения, область видимости изображения  
Задачи о построениях в плоских зеркалах. Расчетные задачи на отражение в плоском зеркале  
Задачи о поступательном и вращательном движениях источников и плоских зеркал. Отражение в системах зеркал. Область видимости изображений

#### Тема 1.3. Закон преломления света

Скорость света в среде. Преломление лучей на одной/нескольких параллельных границах раздела сред. Преломление в плоскопараллельной пластине  
Дисперсия показателя преломления. Преломление в призме с малым и большим преломляющими углами. Преломление и отражение в призмах  
Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного отражения. Оптоволокно  
Преломление на сферической поверхности. Параксиальное приближение

#### Тема 1.4. Формула линзы

Тонкие линзы в среде. Варианты формул тонкой линзы  
Тонкая линза. Построение изображений в тонкой линзе. Задачи на прямое и обратное построения в линзах. Области видимости в линзе  
Оптическая сила линзы. Угловые и линейные размеры изображения объектов. Увеличение изображения (продольное и поперечное)

#### Тема 1.5. Оптические системы

Комбинированные оптические системы.  
Глаз как оптическая система. Близорукость и дальновзоркость. Очки  
Качественные характеристики изображения. Аберрации  
Оптические приборы: микроскоп, телескоп-рефлектор, телескоп-рефрактор, фотоаппарат  
Разрешающая способность с точки зрения геометрической оптики

### Раздел 2. Молекулярная физика. Тепловые явления

#### Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории

Основные положения МКТ. Понятие диффузии. Массы и размер молекул. Количество вещества. Число Авогадро. Идеальный газ.

Основное уравнение МКТ. Средняя кинетическая энергия. Температура - мера средней кинетической энергии. Распределение кинетической энергии по степеням свободы  
Распределение молекул по скоростям. Средняя и среднеквадратичная скорости молекул.  
Средняя длина свободного пробега молекул идеального газа. Среднее число молекул идеального газа, сталкивающихся со стенкой сосуда  
Потенциальная энергия взаимодействия молекул (без формул). Представление о неидеальном газе (без формул)  
Задачи-оценки в МКТ. Число ударов о стенку сосуда. Эффузия

## **Тема 2.2. Уравнение состояния идеального газа**

Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы и их применение  
Изопроцессы. Стандартные задачи на газовые законы. Графические задачи на изопроцессы  
Необычные оси (плотность, концентрация)  
Уравнение состояния в терминах бесконечно малых приращений  
Гидростатика в задачах МКТ  
Воздушный шар. Нестандартные задачи на газовые законы

## **Раздел 3. Основы термодинамики**

### **Тема 3.1. Внутренняя энергия газов**

Степени свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Количество теплоты. Вычисление работы газа (в том числе по графику процесса в координатах  $p$ - $V$ )

### **Тема 3.2. Первое начало термодинамики**

Первое начало термодинамики в дифференциальной форме  
Первое начало термодинамики: в изопроцессах, в циклических процессах, в произвольно заданных процессах

### **Тема 3.3 Теплоёмкость**

Теплоёмкость газа идеального газа. Формула Майера  
Адиабатный процесс  
Уравнение Пуассона. Политропический процесс  
Зависимость теплоёмкости от температуры и объема. Прямая с «отрицательным» наклоном.  
"Мгновенная" теплоёмкость (теплоёмкость в точке диаграммы состояния)

### **Тема 3.4. Второе начало термодинамики**

Второе начало термодинамики (теоретическая справка)  
Цикл Карно (прямой и обратный). КПД цикла Карно  
Термодинамическое понятие энтропии.  $TS$ -диаграммы  
Холодильные машины. Тепловые насосы  
Неравновесные процессы. Неквазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы

## **Раздел 4. Фазовые переходы**

### **Тема 4.1. Взаимные превращения жидкостей и газов. Твёрдые тела**

Парообразование и конденсация. Кипение. Удельная теплота кипения  
Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные пары, их свойства. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры. Качественная зависимость температуры кипения от давления  
Динамическое равновесие между фазами (теоретическая справка)  
Влажный воздух. Точка росы  
Пограничное кипение. Сложные, нестандартные задачи с парами, не требующие энергетических соображений

#### **Тема 4.1. Первое начало термодинамики в фазовых переходах**

Циклы с паром, КПД таких циклов  
Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его использование. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация и десублимация  
Модели атмосферы: изотермическая атмосфера, адиабатическая атмосфера. Зависимость температуры от высоты в атмосфере. Распределение молекул по энергиям - распределение Больцмана. Барометрическая формула  
Потенциал Леннарда-Джонса. Межмолекулярное взаимодействие. Модуль Юнга. Коэффициент теплового расширения. Теплота плавления с молекулярной точки зрения

#### **Тема 4.3. Неидеальный газ**

Газ Ван-дер-Ваальса. Изотерма газа Ван-дер-Ваальса  
Правило Максвелла фазового перехода газа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия неидеального газа

#### **Тема 4.4. Поверхностное натяжение (теоретическая справка)**

Простейшие задачи с поверхностным натяжением - пленка с двумя сторонами, пузырь, искривленная поверхность. Лапласов перепад давления. Капиллярные эффекты. Смачивание и несмачивание. Расчет краевого угла  
Формы искривленных свободных поверхностей жидкости, мениски.  
Равновесие и устойчивость в задачах поверхностного натяжения. Сложные нестандартные задачи поверхностного натяжения

#### **Тема 4.5. Явления переноса**

Нестандартные задачи на явления переноса (диффузия, вязкость, теплопроводность)

### **Раздел 5. Электростатика**

#### **Тема 5.1. Основы электростатики**

Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Устойчивость равновесия электростатических систем

#### **Тема 5.2. Электрическое поле**

Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда  
Принцип суперпозиции полей

Линейная плотность заряда. Расчет напряженности поля прямолинейного равномерно заряженных: отрезка, дуги окружности, кольца. Расчетные задачи с постоянной/переменной линейной плотностью заряда. Взаимодействие прямолинейных равномерно заряженных участков

Поверхностная плотность заряда. Телесный угол. Напряженность поля диска, бесконечной и бесконечной плоскости

Давление электрического поля с точки зрения силы, действующей на заряженную поверхность  
Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса в интегральной форме. Напряженность поля бесконечной равномерно заряженной плоскости, шара, сферы, нити

Поле внутри полостей в равномерно заряженных телах. Сила по нормали к равномерно заряженной поверхности через поток

Использование теоремы Гаусса для нахождения распределения зарядов. Теорема Гаусса для поверхностей, границы которых содержат линии напряженности. Радиальная компонента поля из теоремы Гаусса. Теорема Ирншоу

### **Тема 5.3. Потенциальность электростатического поля**

Потенциал по определению. Принцип суперпозиции потенциала. Потенциальная энергия взаимодействия зарядов. Связь между потенциалом и напряженностью. Эквипотенциальные поверхности и линии напряженности. Использование потенциала для расчета напряженности полей

Движение зарядов в электрическом поле

Закон сохранения энергии в задачах электростатики

Размерность и подобие в задачах электростатики

Метод виртуальных перемещений в задачах электростатики

### **Тема 5.4. Электрический диполь**

Электрический диполь. Поле диполя и потенциал диполя. Движение диполя в электрическом поле

### **Тема 5.5. Проводники в электростатическом поле**

Условия равновесия и распределение зарядов в проводнике в равновесном состоянии. Эквипотенциальность проводника в электростатическом поле. Методы расчёта распределения зарядов на поверхности проводника в электростатическом поле. Граничные условия. Проводящие сферы, заряженные пластины. Заземление.

Распределение заряда по незаряженному проводящему шару в однородном электрическом поле. Теорема о единственности

Метод электрических изображений (плоскость, сфера)

### **Тема 5.6. Диэлектрики**

Виды диэлектриков. Поле в диэлектрике. Свободные и связанные заряды. Диэлектрическая проницаемость. Граничные условия в диэлектрике

### **Тема 5.7. Емкость. Конденсатор**

Емкость уединённого проводника и системы проводников. Плоский конденсатор, другие модели конденсаторов. Соединение конденсаторов

Диэлектрическая пластина внутри плоского конденсатора

### **Тема 5.8. Энергия электростатического поля**

Объёмная плотность энергии. Энергия конденсатора. Давление электрического поля  
 Перезарядка конденсаторов. Работа внешних сил по раздвижению/сближению пластин.  
 Теплота, выделяющаяся в проводнике  
 Сложные комбинированные задачи с движением заряженных частиц в электрическом поле

## Раздел 6. Постоянный ток

### Тема 6.1. Законы постоянного тока

Правила Кирхгофа для цепей с конденсаторами. RC-цепи  
 Переходные процессы в RC-цепях. Закон сохранения и изменения энергии в RC-цепях.  
 Мгновенная мощность на разных элементах в RC-цепях  
 Диоды в цепях с конденсаторами

### Тема 6.2. Локальный закон Ома

Метод наложения поверхностных и объёмных токов в 2D/3D цепях  
 Метод токовых изображений

### Тема 6.3. Электрический ток в различных средах

Электронная проводимость металлов. Зависимость сопротивления проводника от температуры. Сверхпроводимость.  
 Электрический ток в газах. Самостоятельный/несамостоятельный газовый разряд;  
 Электрический ток в вакууме. Вакуумные элементы и их ВАХ  
 Электрический ток в жидкостях. Электролиз.  
 Электрический ток в полупроводниках.  
 Электрический ток в вакууме

## Тематическое планирование учебного предмета

№	Раздел / тема	Количество ак. ч.
<b>Раздел 1. Геометрическая оптика (14ч)</b>		
1	Первоначальные сведения об оптике. Закон прямолинейного распространения света	2
2	Закон отражения света	2
3	Закон преломления света. Полное внутреннее отражение	2
4	Формула линзы. Построение изображений в тонкой линзе	2
5	Формула линзы. Оптическая сила линзы	4
6	Оптические системы. Глаз как оптическая система	1
7	Оптические приборы	1
<b>Раздел 2. Молекулярная физика. Тепловые явления (4 ч)</b>		
8	Основы молекулярно-кинетической теории. Основные положения МКТ. Основное уравнение МКТ	2
9	Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы и их применение	2
<b>Раздел 3. Основы термодинамики (8ч)</b>		
10	Внутренняя энергия газов. Количество теплоты. Работа газа	2
11	Первое начало термодинамики	2

12	Теплоёмкость. Политропический процесс	2
13	Второе начало термодинамики	2
	<b>Раздел 4. Фазовые переходы (10ч)</b>	
14	Взаимные превращения жидкостей и газов. Твёрдые тела	2
15	Первое начало термодинамики в фазовых переходах	2
16	Неидеальный газ. Газ Ван-дер-Ваальса.	2
17	Поверхностное натяжение	2
18	Явления переноса	2
	<b>Раздел 5. Электростатика (24ч)</b>	
19	Основы электростатики. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона	2
20	Электрическое поле. Напряженность электрического поля	2
21	Расчет электрических полей. Принцип суперпозиции полей	2
22	Расчет электрических полей. Теорема Гаусса	2
23	Потенциальность электростатического поля. Потенциал. Потенциальная энергия взаимодействия зарядов. Связь между потенциалом и напряженностью	2
24	Движение зарядов в электрическом поле	2
25	Закон сохранения энергии в задачах электростатики. Метод виртуальных перемещений	2
26	Электрический диполь	2
27	Проводники в электростатическом поле. Методы расчёта распределения зарядов на поверхности проводника в электростатическом поле.	2
28	Диэлектрики. Поле в диэлектрике	2
29	Емкость. Конденсатор	2
30	Энергия электростатического поля. Энергия конденсатора	2
	<b>Раздел 6. Постоянный ток (8ч)</b>	
31	Законы постоянного тока. RC-цепи	2
32-34	Переходные процессы в RC-цепях.	4
35	Электрический ток в различных средах.	2
	<b>Итого</b>	<b>68</b>