

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**  
**дополнительному учебному предмету «Физический семинар (специфика)»**  
**для обучающихся 11 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 «Физический семинар» 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 **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.

## **Содержание учебного предмета**

### **Раздел 1. Постоянный ток**

#### **Тема 1.1. 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 1.2. Переходные процессы в RC-цепях**

Зарядка/разрядка конденсатора. Характерное время установления стационарного состояния в переходном процессе. Мгновенное значение скорости изменения параметров на разных элементах в RC-цепях

Закон сохранения и изменения энергии в RC-цепях

#### **Тема 1.4. Диоды в цепях с конденсаторами**

### **Раздел 2. Магнитное поле**

#### **Тема 2.1. Магнитные силы. Сила Лоренца**

Сила Лоренца. Магнитные масс-спектрометры. Ускоряющая разность потенциалов и попадание в магнитное поле

Прохождение зоны магнитного поля заряженной частицей. Дрейф вдоль границы магнитных полей. Фокусировка в магнитном поле

Движение заряда в параллельных и скрещенных  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$ ,  $\vec{g}$  и  $\vec{B}$  полях

Движение с ограничениями в магнитном поле

Применение ЗСЭ в задачах движения заряженных частиц в полях

Нестандартные задачи движения заряженных в комбинированных однородных полях: задачи с вязким трением, движение в неоднородных скрещенных полях; магнитные линзы

## **Тема 2.2. Магнитные силы. Сила Ампера**

Сила Ампера (прямолинейный проводник, криволинейный проводник). Импульс силы Ампера

Магнитный момент плоского контура с током

Механический момент сил Ампера, действующий на рамку с током в неоднородном магнитном поле. Деформации и механические напряжения в контуре с током

Давление магнитного поля с точки зрения сил Ампера

## **Тема 2.3. Магнитный диполь**

Магнитный диполь - аналогия с электрическим диполем. Сложение магнитных моментов. Магнитный момент неплоских контуров, движущихся зарядов (заряд по окружности, вращение заряженного кольца, диска, шара). Энергия магнитного диполя во внешнем магнитном поле

## **Тема 2.4. Расчет магнитных полей**

Закон Био-Савара-Лапласа; Принцип суперпозиции

Магнитное поле прямолинейного участка с током, дуги с током, плоских контуров с током (в плоскости самого контура)

Телесный угол в магнетизме

Поле соленоида на оси в произвольной точке, на торце, на малом расстоянии от торца. Поле на оси бесконечного соленоида

Магнитное поле кольца на оси

Магнитное поле прямоугольной рамки с током в произвольной точке

Магнитное поле диполя

## **Тема 2.5. Теоремы магнитостатики**

Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля

Расчет магнитного поля при помощи теоремы о циркуляции

Теорема Гаусса для магнитного поля. Расчет магнитного поля при помощи теоремы Гаусса

## **Раздел 3. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея**

### **Тема 3.1. Закон Фарадея. Правило Ленца**

Движение проводящей рамки в неоднородном магнитном поле

Двигатели и генераторы

МГД-генератор, МГД-насос

### **Тема 3.2. ЭДС индукции в движущемся проводнике**

ЭДС индукции в движущемся проводнике с точки зрения силы Лоренца

Эффект Холла

Переключатель в магнитном поле (переключатель, источник ЭДС и резистор; ЭДС индукции во вращающемся проводнике; переключатель и конденсатор)

### **Тема 3.3. ЭДС индукции в неподвижном проводнике. Вихревое электрическое поле**

Вихревое электрическое поле

Теорема о циркуляции вектора  $\vec{E}$ . Изменение магнитного потока через весь контур/часть контура. Токи Фуко

### **Тема 3.4. Самоиндукция**

Самоиндукция. ЭДС самоиндукции

Индуктивность соленоида.

Собственный магнитный поток

Энергия катушки индуктивности

Объёмная плотность энергии магнитного поля. Давление магнитного поля

### **Тема 3.5. LR-цепи**

Правила Кирхгофа для цепей с катушками индуктивности. Ток через катушку индуктивности  
Катушка индуктивности и идеальный источник - простейшие задачи. L цепи с идеальным источником, линейный закон изменения тока. LR-цепи с интегрированием заряда через резистор, подключенного параллельно к катушке

### **Тема 3.6. Переходные процессы в цепях с катушкой индуктивности**

Зависимость силы тока от времени в цепи с одной катушкой индуктивности. LR-цепи, установившийся режим (катушка индуктивности как провод в установившемся режиме)

LR-с внешним магнитным полем

Закон сохранения магнитного потока в контуре из катушек индуктивности

Соединение катушек и физическая возможность/невозможность эквивалентной замены одной катушкой индуктивности

### **Тема 3.7. RLC-цепи**

RLC-цепи установившийся режим

Закон сохранения и изменения энергии в RLC-цепях

RLC- с двумя и более катушками, закон сохранения магнитного потока. RLC- с двумя и более конденсаторами, закон сохранения электрического заряда

Диоды и нелинейные элементы в RLC-цепях

### **Тема 3.8. Расчет индуктивности контуров, взаимная индукция**

### **Тема 3.9. Сверхпроводники**

Закон сохранения магнитного потока в сверхпроводящем контуре

## **Раздел 4. Механика твердого тела**

### **Тема 4.1. Момент импульса материальной точки**

Модель АТТ. Описание движения АТТ(краткая теоретическая справка о поступательных и вращательных степенях свободы, связях внутри АТТ)

Момент импульса и момент силы как причина изменения момента импульса

Момент инерции АТТ

Закон сохранения момента импульса. Закон изменения момента импульса

Основное уравнение динамики вращательного движения

#### **Тема 4.2. Вычисление момента инерции**

Интегрирование для нахождения момента инерции

Теорема Гюйгенса-Штейнера

Расчет момента инерции относительно точки и оси, относительно взаимно перпендикулярных осей

#### **Тема 4.3. Основное уравнение динамики вращательного движения**

Движение без проскальзывания и с проскальзыванием.

Скатывание с наклонных поверхностей

Массивный блок, массивные катки

#### **Тема 4.4. Кинетическая энергия вращательного движения**

Теорема Кёнига

Применение ЗСМИ, ЗСЭ в задачах динамики вращательного движения. Эффективная потенциальная энергия при вращательном движении. Динамика пространственного вращательного движения: гироскопы, прецессия

#### **Тема 4.5. Основы небесной механики**

Энергия гравитационного взаимодействия. Вторая и третья космические скорости

Типы траекторий в гравитационном движении (без вывода.)

Законы Кеплера. Канонические уравнения конических сечений, параметры орбит (афелий, перигелий, эксцентриситет, расположение фокусов)

Полеты спутников по орбитам, отличным от окружностей. Движения гравитационных объектов в разных системах отсчета

#### **Тема 4.6. Гравитационные задачи**

Давление в жидкой планете. Гравитационный потенциал. Эквипотенциальность поверхности жидкости. Отклонение формы поверхности жидких планет от сферической; Приливы и отливы

Теорема Гаусса для гравитации. Постоянство гравитационного поля внутри планеты

Подобие и размерность в гравитационных задачах. Связь гравитация/электростатика

Эффективная потенциальная энергия через момент импульса

Задача двух тел и переход к приведенной массе

### **Раздел 5. Механические колебания**

#### **Тема 5.1. Кинематика гармонических колебаний**

Амплитуда, частота, фаза. Связь между кинематическими величинами в колебательном движении

Уравнение гармонических колебаний. Динамический метод расчета частоты (без разложений в ряд)

Колебательные системы. Колебания со смещенным положением равновесия

Физический маятник

Превращения энергии в колебательных процессах. Энергетический метод расчета частоты.

### **Тема 5.2. Гармоническое движение**

Поиск времен остановки при гармоническом движении. Зависимость колебательного закона от начальных условий

### **Тема 5.3. Сложение колебаний**

Сложение колебаний в одном направлении и в перпендикулярных направлениях. Биения  
Фигуры Лиссажу

### **Тема 5.4. Сухое трение в задачах колебаний**

Сухое трение в задачах колебаний с точки зрения смещения положения равновесия. Потери энергии при сухом трении

Вязкое трение в задачах колебаний. Затухающие колебания. Уравнение затухающих колебаний. Добротность. Декремент затухания

### **Тема 5.5. Вынужденные колебания**

Решение уравнения вынужденных колебаний. Резонанс

Метод векторных диаграмм для описания вынужденных колебаний

## **Раздел 6. ЭМ колебания**

### **Тема 6.1. Колебательный контур**

Описание колебательного контура на основе правил Кирхгофа. LC-контур с источниками постоянной ЭДС. Превращения энергии в колебательном контуре

RLC-колебания. Рассеяние энергии на резисторах

Диод в колебательном контуре. Нелинейные элементы в колебательном контуре

### **Тема 6.2. Переменный ток**

Источник переменной ЭДС. Вынужденные колебания в RLC-цепях. Затухание собственных колебаний при наличии резистора

Переменный электрический ток. Активное и реактивное сопротивление. Индуктивный и емкостной импеданс

Метод векторных диаграмм для установившегося режима колебаний в цепи переменного тока. Параллельное и последовательное соединение. Резонанс токов и напряжений

### **Тема 6.3. Мощность в цепи переменного тока**

Действующие значения синусоидального тока. Мощность в цепи переменного тока

**Тема 6.4.** Трансформатор. Режим холостого хода и режим нагрузки. Передача энергии.

### **Тема 6.5. Комплексные числа и переменный ток**

Тригонометрическая и экспоненциальная форма записи комплексного числа

Импеданс с точки зрения комплексных чисел. Расчет амплитуды и сдвига фаз при помощи метода комплексных амплитуд

Решение задач переменного тока при помощи комплексных чисел

## **Раздел 7. Механические волны**

### **Тема 7.1. Механические волны**

Продольные и поперечные волны. Волновой фронт. Волновая поверхность. Плоские и сферические волны. Принцип Гюйгенса

Дифракция волн в простейшем понимании

Гармоническая волна. Длина волны, частота, скорость распространения. Стоячие и бегущие волны

### **Тема 7.2. Звуковые волны**

Скорость звука. Амплитуда и энергия звуковой волны. Громкость. Логарифмическая шкала громкости. Высота звука, тембр, спектр и осциллограммы звуковых волн

Эффект Доплера

### **Тема 7.3. Уравнение гармонической волны**

Волновой вектор. Уравнение гармонической волны.

Отражение, преломление, интерференция и дифракция волн

Конус Маха

## **Раздел 8. Волновая оптика**

### **Тема 8.1. Электромагнитные волны**

Взаимная ориентация векторов  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$ ,  $\vec{v}$  в электромагнитной волне в однородной изотропной среде. Шкала ЭМ-волн. Принцип Гюйгенса. Отражение и преломление ЭМ-волн. Энергия, интенсивность ЭМ-волны. Вектор Умова - Пойтинга

Принципы радиосвязи и телевидения. Фазо-частотная модуляция.

### **Тема 8.2. Интерференция ЭМ-волн**

Понятие когерентности в простейшем смысле. Сложение когерентных волн. Условие минимума/максимума интерференции. Интерференционная схема Юнга. Ширина интерференционной полосы

Зеркало Ллойда. Бипризма Френеля. Бизеркало Френеля. Билинза Бийе

### **Тема 8.3. Примеры интерференции**

Интерференция в тонких плёнках. Просветление оптики

Интерференция на клине. Кольца Ньютона в проходящем и отраженном свете Интерферометр Майкельсона. Интерференционные измерения (измерения показателя преломления газа и т.п.). Интерференция квазимонохроматического излучения

Многолучевая интерференция. Интерференция белого света. Качественные особенности интерференционных картин

#### Тема 8.4. Дифракция ЭМ волн

Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракционный интеграл Кирхгофа на качественном уровне. Дифракция Френеля. Зоны Френеля. Дифракция на круглом отверстии. Спираль Френеля. Дифракция на диске. Пятно Пуассона

Дифракция Фраунгофера на щели, на круглом отверстии. Дифракционные решетки. Виды дифракционных решеток

Формула главных максимумов дифракционной решетки. Порядок дифракции. Максимальный порядок дифракции. Устройство спектроскопа и спектрометра.

#### Тема 8.5. Поляризация ЭМ волн

Поляризатор, анализатор. Закон Малюса. Интерференция поляризованного света. Естественная поляризация. Поворот плоскости поляризации

### Тематическое планирование учебного предмета

№	Раздел / тема	Количество ак. ч.
<b>Раздел 1. Постоянный ток (4 ч)</b>		
1	Законы постоянного тока для цепей с конденсаторами. RC-цепи	2
2	Переходные процессы в RC-цепях	2
<b>Раздел 2. Магнитное поле (8 ч)</b>		
3	Магнитные силы. Сила Лоренца	2
4	Магнитные силы. Сила Ампера	2
5	Магнитный диполь	2
6	Расчет магнитных полей. Теоремы магнитостатики	2
<b>Раздел 3. Электромагнитная индукция (10 ч)</b>		
7	Закон Фарадея. Правило Ленца	2
8	ЭДС индукции в движущемся проводнике. Эффект Холла	2
9	ЭДС индукции в неподвижном проводнике. Вихревое электрическое поле	2
10	Самоиндукция. Индуктивность	2
11	RLC-цепи	2
<b>Раздел 4. Механика твердого тела (10 ч)</b>		
12	Момент импульса и момент силы	2
13	Момент инерции. Вычисление момента инерции	2
14	Основное уравнение динамики вращательного движения	2
15	Кинетическая энергия вращательного движения	2
16	Основы небесной механики. Космические скорости. Законы Кеплера. Гравитационные задачи	2
<b>Раздел 5. Механические колебания (10 ч)</b>		
17	Кинематика гармонических колебаний	2



18	Гармоническое движение	2
19	Сложение колебаний	2
20	Трение в задачах колебаний. Фазовые диаграммы колебательных систем	2
21	Вынужденные колебания	2
<b>Раздел 6. ЭМ колебания (14 ч)</b>		
22	Колебательный контур	2
23- 24	RLC-колебания	4
25	Диод в колебательном контуре	2
26- 27	Переменный ток. Метод векторных диаграмм	2
28	Мощность в цепи переменного тока. Трансформатор	2
29	Комплексные числа и переменный ток	2
<b>Раздел 6. Механические волны (4 ч)</b>		
30	Характеристики волн. Уравнение гармонической волны	2
31	Звуковые волны. Эффект Доплера	2
<b>Раздел Волновая оптика (6 ч)</b>		
32	Электромагнитные волны	2
33	Интерференция ЭМ-волн. Примеры интерференции	2
34	Дифракция ЭМ волн	1
35	Поляризация ЭМ-волн	1
	<b>Итого</b>	<b>68</b>