

# ФИЗИКА. ИНЖЕНЕРЫ БУДУЩЕГО

## 7–9

КЛАССЫ

УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ

Методическое пособие к учебно-методическому комплексу «Физика. Инженеры будущего»

Под редакцией Ю. А. Панебратцева

Москва  
«Просвещение»  
2024

УДК 373.167.1:53+53(075.3)

ББК 22.3я72

Ф50

Издание выходит в pdf-формате.

Авторы: В. В. Белага, Н. И. Воронцова, И. А. Ломаченков, Ю. А. Панебратцев

**Физика** : инженеры будущего : 7—9 классы : углублённый уровень :  
Ф50 методическое пособие к учебно-методическому комплексу «Физика. Инженеры будущего» / В. В. Белага, Н. И. Воронцова, И. А. Ломаченков, Ю. А. Панебратцев ; под ред. Ю. А. Панебратцева. — Москва : Просвещение, 2024.

ISBN 978-5-09-118297-2.

Методическое пособие написано к УМК «Физика. Инженеры будущего» для 7—9 классов, предназначенному для организации предпрофильной подготовки учащихся. Оно содержит примерную рабочую программу по физике углублённого уровня и методические рекомендации по изучению курса.

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования, утверждённого Приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 287 от 31.05.2021 г., и Федеральной рабочей программой по физике углублённого уровня от 18.05.2023 г.

Программа включает пояснительную записку, содержание курса, планируемые личностные, метапредметные и предметные результаты освоения курса, методические рекомендации и тематическое планирование с определением основных видов деятельности учеников.

УДК 373.167.1:53+53(075.3)

ББК 22.3я721.6

ISBN 978-5-09-118297-2

© АО «Издательство «Просвещение», 2024

© Художественное оформление.

АО «Издательство «Просвещение», 2024

Все права защищены

## СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	4
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» .....	7
ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» НА УГЛУБЛЁННОМ УРОВНЕ .....	8
МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА», ИЗУЧАЕМОГО НА УГЛУБЛЁННОМ УРОВНЕ, В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ .....	10
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» .....	11
7 КЛАСС .....	11
8 КЛАСС .....	15
9 КЛАСС .....	20
ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» НА УРОВНЕ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ) .....	27
ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ .....	27
МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ .....	28
ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ .....	31
7 класс .....	31
8 класс .....	34
9 класс .....	38
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ КУРСА ФИЗИКИ 7—9 КЛАССОВ НА УГЛУБЛЁННОМ УРОВНЕ .....	42
ОБЩИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ .....	42
ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА ФИЗИКИ НА УГЛУБЛЁННОМ УРОВНЕ В 7—9 КЛАССАХ .....	45
7 класс .....	46
8 класс .....	53
9 класс .....	59
ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ .....	68
7 КЛАСС (102 ч) .....	68
8 КЛАСС (102 ч) .....	92
9 КЛАСС (136 ч) .....	115
ЭЛЕКТРОННАЯ ФОРМА УЧЕБНИКА .....	145
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ .....	146

В последнее время в государстве и обществе возросло понимание важности естественно-научной подготовки будущих квалифицированных специалистов для высокотехнологичных производств. В связи с этим в школах активно развиваются проекты инженерных классов для основной и старшей школы. Курс физики является одним из ключевых при подготовке специалистов, планирующих заниматься инженерной деятельностью.

Вместе с тем при открытии инженерных классов существует потребность в учебно-методическом сопровождении обучения и организации предпрофильной подготовки на ступени основного общего образования. Создание учебников углублённого уровня «Физика. Инженеры будущего» для 7—9 классов и пособий к ним решают эту задачу.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Общая концепция учебно-методического комплекса (УМК) «Физика. Инженеры будущего. 7—9», который включает печатные издания и электронные ресурсы, в том числе сайт поддержки УМК, разработана научными сотрудниками Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ), преподавателями Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» и специалистами Госкорпорации «Росатом».

Учебники и пособия написаны коллективом авторов под руководством доктора физико-математических наук, профессора, сотрудника ОИЯИ Юрия Анатольевича Панебратцева.

Основу УМК составляют учебники:

- Физика. Инженеры будущего. 7 класс. Углублённый уровень. Учебник. В 2 частях / В. В. Белага, Н. И. Воронцова, И. А. Ломаченков, Ю. А. Панебратцев ; под ред. Ю. А. Панебратцева. — Москва : Просвещение.
- Физика. Инженеры будущего. 8 класс. Углублённый уровень. Учебник. В 2 частях / В. В. Белага, Н. И. Воронцова, И. А. Ломаченков, Ю. А. Панебратцев ; под ред. Ю. А. Панебратцева. — Москва : Просвещение.
- Физика. Инженеры будущего. 9 класс. Углублённый уровень. Учебник. В 2 частях / В. В. Белага, Н. И. Воронцова, И. А. Ломаченков, Ю. А. Панебратцев ; под ред. Ю. А. Панебратцева. — Москва : Просвещение.

В комплекте с учебниками разработаны учебные пособия:

- Физика. Инженеры будущего. 7 класс. Углублённый уровень. Тетрадь-тренажёр / Д. А. Артеменков, В. В. Белага, Н. И. Воронцова и др. ; под ред. Ю. А. Панебратцева — Москва : Просвещение.
- Физика. Инженеры будущего. 8 класс. Углублённый уровень. Тетрадь-тренажёр / Д. А. Артеменков, В. В. Белага, Н. И. Воронцова и др. ; под ред. Ю. А. Панебратцева — Москва : Просвещение.
- Физика. Инженеры будущего. 9 класс. Углублённый уровень. Тетрадь-тренажёр / Д. А. Артеменков, В. В. Белага, Н. И. Воронцова и др. ; под ред. Ю. А. Панебратцева — Москва : Просвещение.

В учебно-методический комплект также входят:

- задачники;
- электронные формы учебников (ЭФУ);
- электронные формы учебных пособий (ЭФУП).

Учебники и учебные пособия УМК «Физика. Инженеры будущего» для основной школы разработаны на основе положений и требований к результатам освоения на углублённом уровне основной образовательной программы, представленных в Федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования (ФГОС ООО), утверждённом приказом Министерства просвещения № 287 от 31.05.2021 г., а также с учётом Федеральной рабочей программы по физике углублённого уровня от 18.05.2023 г. и Концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации.

УМК предназначен для организации предпрофильной подготовки учащихся по физике на ступени основного общего образования.

Материалы учебников и пособий выстроены в логике деятельностного подхода. Необходимым элементом учебного процесса являются практические задания, исследовательские работы и задачи. Система заданий направлена на формирование важных компетенций, которые позволяют:

- научно объяснять природные и технологические явления;
- понимать физические основы и принципы действия технических устройств и промышленных технологических процессов;
- применять методы естественно-научного исследования и предлагать научные способы решения проблем;
- использовать знания о физических явлениях в повседневной жизни для обеспечения успешного и безопасного обращения с техническими устройствами и бытовыми приборами;

— решать учебно-практические задачи, выявляя в описываемых процессах причинно-следственные связи, рассчитывать значение физических величин и оценивать полученный результат;

— интерпретировать данные и использовать научные доказательства, представленные в различных формах для получения обоснованных выводов.

Помимо предметного содержания, в курсе заложено развитие представлений о сферах профессиональной деятельности, связанных с современным естествознанием и основанных на достижениях науки. Это позволит обучающимся рассматривать естествознание как сферу своей будущей профессиональной деятельности и сделать осознанный выбор физики, математики и ИКТ как профильных предметов при переходе на уровень среднего общего образования.

Физика как наука занимается изучением наиболее общих закономерностей природы, поэтому курсу физики в процессе формирования у учащихся естественно-научной картины мира отводится системообразующая роль. Содержание учебных пособий отвечает таким критериям изложения материала, как научность и доступность. Учебный материал выстроен с опорой на современные достижения физической науки.

Способствующие формированию современного научного мировоззрения знания по физике необходимы при изучении курсов химии, биологии, географии, ОБЖ. Межпредметная интеграция, связь физики с другими естественно-научными предметами достигаются на основе демонстрации методов исследования, принципов научного познания, историчности, системности.

Для формирования основ современного научного мировоззрения, развития интеллектуальных способностей и познавательных интересов школьников в процессе изучения физики основное внимание необходимо уделять не трансляции готовых знаний, а знакомству с методами научного познания окружающего мира, постановке проблем, требующих от учащихся самостоятельной деятельности при их разрешении.

При изучении физики необходимо обращать внимание учащихся на то, что физика является экспериментальной наукой и её законы опираются на факты, установленные при помощи опытов, поэтому необходимо большое внимание уделять описанию и проведению различных экспериментов, подтверждающих изучаемые физические явления и закономерности. В учебных пособиях содержится большое количество лабораторных и исследовательских работ. Проведение подобных экспериментов способствует повышению интереса к изучению физики в школе и созданию дополнительной мотивации для учащихся.

Отличительной особенностью учебников и учебных пособий «Физика. Инженеры будущего» является их ориентация на формирование гармонично развитой личности через создание целостной научной картины мира в сознании ученика. Поэтому как основные ориентиры при построении курса можно выделить следующие:

— формирование убеждённости в том, что все явления окружающего мира могут быть познаны и объяснены; в том, что знания могут быть объективными и верными;

— формирование целостного представления об окружающем мире. Это достигается путём синтеза знаний из разных областей наук, в том числе естественных и гуманитарных. Данные аспекты при изучении физики помогают сформировать целостную творческую личность ученика;

— усиление гуманитаризации образования, обеспечение интеллектуального фона, который будет способствовать процессу самообразования. Эта составляющая реализуется, когда научно-технический стиль мышления становится ценностью или средством ориентировки и способом отношения учащихся к внешнему миру. При успешной реализации этой составляющей физического образования произойдёт переоценка учащимися жизненных ценностей, когда на первый план выступает богатый окружающий мир и средства саморазвития учащихся — увлечение наукой и культурой.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»**

Физика и её законы являются ядром всего естествознания. Знания по физике необходимы при изучении многих предметов и помогут глубже понять процессы, которые изучает география, биология, химия, астрономия. Современная физика — быстро развивающаяся наука, и её достижения оказывают влияние на многие сферы человеческой деятельности. Знание законов физики сегодня необходимо для того, чтобы стать успешным специалистом в самых разных областях: медицине, информационных технологиях, инженерных науках, биологии, химии и экологии.

Современный человек должен владеть основами естественно-научной картины мира, в котором он живёт, а также понимать, как работают те многочисленные технические устройства, которые его окружают. Физика — это предмет, который не только вносит основной вклад в формирование естественно-научной картины мира, но и предоставляет способы получения достоверных знаний о мире с помощью методов научного познания.

Наконец, физика является экспериментальной наукой, и её законы опираются на факты, установленные при помощи опытов. Учащиеся получают представление об увлекательности научного исследования и радости самостоятельного открытия новых знаний.

Познание физических законов формирует у учащихся навыки аналитического мышления, оценки получаемой информации и интерпретации этой информации с научной точки зрения. Всё это помогает учителю сформировать деятельностный подход к процессу обучения. Реализация этого подхода освобождает школьников от зазубривания, неосмысленного запоминания, приводящего к перегрузке памяти, потере интереса к обучению. Это позволяет сформировать умение выделять главные мысли в большом объёме материала, научиться сравнивать, находить закономерности, обобщать, рассуждать. В результате у учащихся формируется определённый набор универсальных учебных действий, которые создают возможность самостоятельного получения новых знаний, умений и компетенций.

Одной из важных задач обучения физике на углублённом уровне является выявление и подготовка талантливых молодых людей для продолжения образования и дальнейшей профессиональной деятельности в области естественных наук, физики, создания новых технологий.

Отличие углублённого уровня изучения физики от базового уровня на этапе основного общего образования состоит в незначительном расширении содержания курса (добавлении некоторых элементов содержания), но в большей степени — в формировании более сложных познавательных действий, связанных с освоением и активным применением физических знаний (исследовательские действия, работа с информацией, решение задач).

Изучение физики на углублённом уровне также должно помочь учащимся осознанно выбрать профиль обучения на этапе среднего общего образования, связанный с физикой или другими естественно-научными предметами.

## **ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» НА УГЛУБЛЁННОМ УРОВНЕ**

Стратегическая цель общего образования — формирование разносторонне развитой личности, способной реализовать творческий потенциал в динамических социально-экономических условиях как в собственных жизненных интересах, так и в интересах общества (приверженность традициям, развитие науки, культуры, техники, укрепление исторической преемственности поколений).

В связи с этим перед физикой как предметной областью при изучении на углублённом уровне ставятся следующие **цели**:

- развитие 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 применять физические знания и научные доказательства для объяснения окружающих явлений;
- формирование представлений о роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий;
- развитие представлений о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанной с физикой, подготовка к дальнейшему обучению в этом направлении;
- формирование готовности к дальнейшему изучению физики на углублённом уровне в рамках соответствующих профилей обучения на уровне среднего общего образования.

Достижение этих целей обеспечивается решением следующих **задач**:

- приобретение знаний о дискретном строении вещества, механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлениях;
- приобретение умений анализировать и объяснять физические явления на основе изученных физических законов и закономерностей;
- освоение методов решения расчётных и качественных задач, требующих создания и использования физических моделей, включая творческие и практико-ориентированные задачи;
- развитие исследовательских умений: наблюдать явления и измерять физические величины, выдвигать гипотезы и предлагать экспериментальные способы их проверки, планировать и проводить опыты, экспериментальные исследования, анализировать полученные данные и делать выводы;
- освоение приёмов работы с информацией физического содержания, включая информацию о современных достижениях физики; интерпретация и критическое оценивание информации;
- знакомство со сферами профессиональной деятельности, связанными с физикой, и современными технологиями, основанными на достижениях физической науки.

## **МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА», ИЗУЧАЕМОГО НА УГЛУБЛЁННОМ УРОВНЕ, В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ**

На ступени основного общего образования для обязательного изучения физики отводится 238 ч за три года обучения, в том числе в 7 и 8 классах по 68 учебных часов в год, или 2 ч в неделю, в 9 классе — 102 учебных часа в год, или 3 ч в неделю.

Рекомендуемое распределение часов на изучение физики на углублённом уровне: по 3 ч в неделю в 7 и 8 классах, 4 ч в неделю в 9 классе. Дополнительное время — 1 ч в неделю в каждом классе — рекомендуется выделить из части учебного плана, реализуемой участниками образовательных отношений.

Таким образом, общий объём времени на изучение физики на углублённом уровне в основной школе — 340 ч.

В программе предусмотрен резерв свободного учебного времени для использования разнообразных форм организации учебного процесса, внедрения современных методов обучения и педагогических технологий, возможности учёта местных условий.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»

## 7 КЛАСС

### Глава 1. Физика и мир, в котором мы живём

Физика — наука о природе. Явления природы (МС<sup>1</sup>). Физические явления: механические, тепловые, электрические, магнитные, световые, звуковые. Физические термины.

Как физика и другие естественные науки изучают природу. Естественно-научный метод познания: наблюдение, постановка научного вопроса, выдвижение гипотез, эксперимент по проверке гипотез, объяснение наблюдаемого явления. Описание физических явлений с помощью моделей.

Физические величины. Единицы физических величин. Размерность. Измерение физических величин. Эталоны. Международная система единиц. Перевод внесистемных единиц в единицы СИ. Физические приборы. Цена деления. Правила безопасного труда при работе с лабораторным оборудованием. Погрешность измерений.

Место человека в окружающем его мире. Измерение расстояний и размеров малых тел. Измерение времени.

**Демонстрации:** механические, тепловые, электрические, магнитные, световые явления; физические приборы и процедура прямых измерений аналоговым и цифровым прибором.

#### **Лабораторные работы и опыты<sup>2</sup>**

1. Определение цены деления шкалы измерительного прибора.
2. Измерение длин предметов и расстояний.
3. Измерение площади и объёма. Метод палетки.
4. Измерение времени.
5. Измерение объёма жидкости и твёрдого тела.
6. Определение размеров малых тел. Метод рядов.
7. Проведение исследования по проверке гипотезы: дальность полёта тела, пущенного горизонтально, тем больше, чем больше высота пуска.

---

<sup>1</sup> МС – элементы содержания, включающие межпредметные связи, которые подробнее раскрыты в тематическом планировании.

<sup>2</sup> Здесь и далее приводится расширенный перечень лабораторных работ и опытов, из которого учитель делает выбор по своему усмотрению и с учётом списка экспериментальных заданий, предлагаемых в рамках ОГЭ по физике.

## Глава 2. Строение вещества

Строение вещества: атомы и молекулы, их размеры и массы. Опыты, доказывающие дискретное строение вещества. Нанотехнологии и их применение.

Движение частиц вещества. Связь скорости движения частиц с температурой. Броуновское движение. Диффузия. Использование диффузии для решения практических задач. Взаимодействие частиц вещества: притяжение и отталкивание.

Агрегатные состояния вещества: строение газов, жидкостей и твёрдых (кристаллических) тел. Взаимосвязь между свойствами веществ в разных агрегатных состояниях и их атомно-молекулярным строением. Особенности агрегатных состояний воды.

**Демонстрации:** наблюдение броуновского движения; наблюдение диффузии; наблюдение явлений, объясняющихся притяжением или отталкиванием частиц вещества.

### Лабораторные работы и опыты

1. Оценка диаметра атома методом рядов (с использованием фотографий).
2. Опыты по наблюдению теплового расширения газов.
3. Оценка скорости диффузии.
4. Опыты по обнаружению действия сил молекулярного притяжения.

## Глава 3. Движение, взаимодействие, масса

Механическое движение. Путь и перемещение. Равномерное и неравномерное движение. Свободное падение как пример неравномерного движения тел. Скорость. Общие понятия об относительности движения. Сложение скоростей для тел, движущихся параллельно.

Средняя скорость при неравномерном движении. Расчёт пути и времени движения. Графики зависимостей величин, описывающих движение. Ускорение. Измерение скорости.

Явление инерции. Закон инерции. Взаимодействие тел как причина изменения скорости движения тел. Масса как мера инертности тела в поступательном движении.

Плотность вещества. Связь плотности с количеством молекул в единице объёма вещества. Смеси и сплавы. Поверхностная и линейная плотность.

**Демонстрации:** наблюдение механического движения тела; измерение скорости прямолинейного движения; наблюдение явления инерции; наблюдение изменения скорости при взаимодействии тел; сравнение масс по взаимодействию тел.

## **Лабораторные работы и опыты**

1. Определение скорости равномерного движения (пузырька воздуха или шарика в жидкости, модели электрического автомобиля и т. п.).
2. Определение средней скорости движения бруска или шарика по наклонной плоскости.
3. Изучение движения тела при его падении с некоторой высоты.
4. Измерение массы тела.
5. Определение плотности твёрдого тела.

## **Глава 4. Силы вокруг нас**

Сила как характеристика взаимодействия тел. Явление тяготения и сила тяжести. Сила тяжести на других планетах (МС). Сила упругости и закон Гука. Измерение силы с помощью динамометра. Вес тела. Невесомость. Сложение сил, направленных по одной прямой. Равнодействующая сил. Сила трения. Трение скольжения и трение покоя, вязкое трение. Трение в природе и технике (МС).

**Демонстрации:** сложение сил, направленных по одной прямой.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Опыты, демонстрирующие зависимость растяжения (деформации) пружины от приложенной силы.
2. Опыты, демонстрирующие зависимость силы трения скольжения от силы давления и характера соприкасающихся поверхностей.
3. Изучение равнодействующих сил, направленных вдоль одной прямой.

## **Глава 5. Давление твёрдых тел, жидкостей и газов**

Давление. Сила давления. Способы уменьшения и увеличения давления. Использование высоких давлений в современных технологиях.

Давление газа. Зависимость давления газа от объёма и температуры. Передача давления твёрдыми телами, жидкостями и газами. Закон Паскаля. Пневматические машины.

Зависимость давления жидкости от глубины погружения. Гидростатический парадокс. Исследование морских и океанских глубин.

Сообщающиеся сосуды. Устройство водопровода. Гидравлические механизмы.

**Демонстрации:** зависимость давления газа от температуры; передача давления жидкостью и газом; сообщающиеся сосуды; гидравлический пресс, сифон.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Определение давления эталона килограмма на опору.
2. Изучение процесса вытекания воды из отверстия в сосуде.

## **Глава 6. Атмосфера и атмосферное давление**

Атмосфера Земли и атмосферное давление. Причины существования воздушной оболочки Земли. Опыт Торричелли. Измерение атмосферного давления. Зависимость атмосферного давления от высоты над уровнем моря. Приборы для измерения атмосферного давления.

**Демонстрации:** проявление действия атмосферного давления.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Изготовление «баночного» барометра.

## **Глава 7. Закон Архимеда. Плавание тел**

Действие жидкости и газа на погружённое в них тело. Выталкивающая (архимедова) сила. Закон Архимеда. Условие возникновения выталкивающей (архимедовой) силы, подтекание. Плавание тел. Плавание судов. Воздухоплавание.

**Демонстрации:** зависимость выталкивающей силы от объёма погружённой части тела и плотности жидкости; равенство выталкивающей силы весу вытесненной жидкости; условие плавания тел: плавание или погружение тел в зависимости от соотношения плотностей тела и жидкости.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Исследование зависимости веса тела в воде от объёма погружённой в жидкость части тела.
2. Определение выталкивающей силы, действующей на тело, погружённое в жидкость.
3. Проверка независимости выталкивающей силы, действующей на тело в жидкости, от массы тела.
4. Опыты, демонстрирующие зависимость выталкивающей силы, действующей на тело в жидкости, от объёма погружённой в жидкость части тела и от плотности жидкости.
5. Конструирование ареометра или конструирование лодки и определение её грузоподъёмности.
6. Гидростатический метод определения плотности тела.

## **Глава 8. Работа, мощность, энергия**

Механическая работа для сил, направленных вдоль линии перемещения.

Мощность.

Механическая энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Превращение одного вида механической энергии в другой. Закон сохранения и превращения энергии в механике. Источники энергии. Невозможность создания вечного двигателя.

**Демонстрации:** сохранение механической энергии при свободном падении.

#### **Лабораторные работы и опыты**

1. Измерение механической работы и мощности.
2. Изучение закона сохранения механической энергии.

### **Глава 9. Простые механизмы. «Золотое правило» механики**

Простые механизмы: рычаг, ворот, блок, полиспаст, наклонная плоскость, ножничный механизм. Момент силы. Равновесие рычага. Правило моментов. Центр тяжести и равновесие тел. Применение правила равновесия рычага к блоку. «Золотое правило» механики. КПД простых механизмов. Простые механизмы в быту, технике, живых организмах.

**Демонстрации:** примеры простых механизмов.

#### **Лабораторные работы и опыты**

1. Исследование условий равновесия рычага.
2. Измерение КПД наклонной плоскости.
3. Определение положения центра тяжести плоской фигуры.
4. Изучение правила рычага для подвижного и неподвижного блоков.
5. Определение КПД подвижного и неподвижного блока.
6. Определение работы силы упругости при подъёме грузов при помощи подвижного блока.

## **8 КЛАСС**

### **Глава 1. Строение и свойства вещества. Тепловые явления**

Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества. Масса и размеры атомов и молекул. Опыты, подтверждающие основные положения молекулярно-кинетической теории.

Модели твёрдого, жидкого и газообразного состояний вещества. Объяснение свойств газов, жидкостей и твёрдых тел на основе положений молекулярно-кинетической теории. Тепловое расширение и сжатие. Зависимость давления газа от объёма, температуры. Кристаллические и аморфные тела. Графен — новый материал для новых технологий. Технологии получения искусственных алмазов.

Смачивание, капиллярные явления, поверхностное натяжение.

Температура. Связь температуры со средней кинетической энергией теплового движения частиц. Температурные шкалы.

Внутренняя энергия. Способы изменения внутренней энергии: теплопередача и совершение работы. Необратимость тепловых процессов. Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Виды теплопередачи в природе и технике (МС).

Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества. Теплообмен и тепловое равновесие. Уравнение теплового баланса. Закон Ньютона—Рихмана.

**Демонстрации:** наблюдение броуновского движения; наблюдение диффузии; наблюдение теплового расширения тел; изменение давления газа при изменении объёма и нагревании или охлаждении; наблюдение явлений поверхностного натяжения, смачивания и капиллярных явлений; правила измерения температуры; охлаждение при совершении работы; нагревание при совершении работы внешними силами; виды теплопередачи; сравнение теплоёмкостей различных веществ.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Опыты по обнаружению действия сил молекулярного притяжения.
2. Опыты по выращиванию кристаллов поваренной соли или сахара.
3. Измерение температуры при помощи жидкостного термометра и датчика температуры.
4. Опыты по наблюдению теплового расширения газов, жидкостей и твёрдых тел.
5. Определение давления воздуха в баллоне шприца.
6. Исследование зависимости давления воздуха от его объёма и температуры.
7. Изучение подъёма воды по капиллярам.
8. Проверка гипотезы линейной зависимости длины столбика жидкости в термометрической трубке от температуры.
9. Наблюдение изменения внутренней энергии тела в результате теплопередачи и работы внешних сил.
10. Исследование явления теплообмена при смешивании холодной и горячей воды.
11. Определение количества теплоты, полученного водой при теплообмене с нагретым металлическим цилиндром.
12. Определение мощности тепловых потерь (закон Ньютона—Рихмана).
13. Определение удельной теплоёмкости вещества.

## **Глава 2. Изменения агрегатного состояния вещества**

Плавление и отвердевание кристаллических веществ. Удельная теплота плавления. Переход аморфных тел из твёрдого состояния в жидкое.

Парообразование и конденсация. Испарение (МС). Насыщенный и ненасыщенный пар. Кипение. Зависимость температуры кипения от атмосферного давления. Удельная теплота парообразования. Влажность воздуха.

**Демонстрации:** наблюдение кипения; наблюдение постоянства температуры при плавлении (кристаллических тел).

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Исследование процесса испарения.
2. Определение удельной теплоты плавления льда.
3. Исследование плавления кристаллических и аморфных тел.
4. Определение относительной влажности воздуха.

## **Глава 3. Тепловые двигатели**

Энергия топлива. Удельная теплота сгорания.

Принципы работы тепловых двигателей. КПД теплового двигателя. Использование пара для транспортных средств. Паровая турбина. Двигатель внутреннего сгорания. Реактивный двигатель. Холодильные машины.

Тепловые двигатели и защита окружающей среды (МС). Тепловые потери в теплосетях. Альтернативные источники энергии.

Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах (МС).

**Демонстрации:** модели тепловых двигателей.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Измерение КПД тепловой машины.

## **Глава 4. Электрический заряд. Электрическое поле**

Электризация тел. Два рода электрических зарядов. Взаимодействие заряженных тел. Электроскоп. Проводники, диэлектрики и полупроводники.

Носители электрических зарядов. Элементарный электрический заряд. Строение атома. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.

Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей (на качественном уровне).

Электрические явления в природе и технике.

**Демонстрации:** электризация тел; два рода электрических зарядов и взаимодействие заряженных тел; устройство и действие электроскопа; проводники и диэлектрики; электростатическая индукция; закон сохранения электрических зарядов; моделирование силовых линий электрического поля.

## **Лабораторные работы и опыты**

1. Опыты по наблюдению электризации тел при их контакте и на основе явления электростатической индукции.
2. Исследование действия электрического поля на проводники и диэлектрики.

## **Глава 5. Электрический ток**

Электрический ток. Условия существования электрического тока. Источники постоянного тока. Электрический ток в металлах, жидкостях и газах. Действия электрического тока (тепловое, химическое, магнитное).

Электрическая цепь. Сила тока. Электрическое напряжение. Амперметр и вольтметр в цепи постоянного тока. Сопротивление проводника. Закон Ома для участка цепи.

**Демонстрации:** источники постоянного тока; электрический ток в жидкости; газовый разряд; действия электрического тока; измерение силы тока амперметром; измерение электрического напряжения вольтметром.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Сборка и проверка работы электрической цепи постоянного тока.
2. Исследование зависимости силы тока, протекающего через резистор, от напряжения на резисторе и сопротивления резистора.
3. Измерение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра.

## **Глава 6. Характеристики электрических цепей**

Удельное сопротивление вещества. Последовательное и параллельное соединение проводников. Нелинейные элементы. Расчёт простых электрических цепей.

Работа электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. Мощность электрического тока.

ЭДС в цепи постоянного тока. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа.

Электрические нагревательные приборы. Короткое замыкание. Предохранители. Электрические цепи и потребители электрической энергии в быту.

**Демонстрации:** реостат и магазин сопротивлений, правила подключения амперметра и вольтметра при измерениях силы тока и напряжения.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Опыты, демонстрирующие зависимость электрического

сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.

2. Определение удельного сопротивления проводника.
3. Проверка правила сложения напряжений при последовательном соединении двух резисторов.
4. Проверка правила для силы тока при параллельном соединении резисторов.
5. Изучение сложных электрических цепей.
6. Определение работы электрического тока, протекающего через резистор.
7. Определение мощности электрического тока, выделяемой на резисторе.
8. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.
9. Проверка правил Кирхгофа.
10. Проверка выполнения закона Ома для полной цепи.
11. Изучение вольтамперных характеристик нелинейных элементов (лампы накаливания или полупроводникового диода).
12. Определение КПД нагревателя.

## **Глава 7. Магнитное поле**

Опыт Эрстеда. Магнитное поле электрического тока. Магнитное поле катушки с током. Применение электромагнитов в технике.

Постоянные магниты. Взаимодействие постоянных магнитов. Магнитное поле постоянных магнитов. Магнитное поле Земли и его значение для жизни на Земле.

Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера и определение её направления. Опыт Ампера. Электродвигатель постоянного тока. Использование электродвигателей в технических устройствах и на транспорте.

Индукция магнитного поля. Модуль индукции магнитного поля. Применение магнитных полей в технике.

**Демонстрации:** опыт Эрстеда; магнитное поле тока; электромагнит; взаимодействие постоянных магнитов; моделирование невозможности разделения полюсов магнита; моделирование магнитных полей постоянных магнитов; действие магнитного поля на проводник с током; электродвигатель постоянного тока.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Исследование действия электрического тока на магнитную стрелку.
2. Опыты, демонстрирующие зависимость силы взаимодействия

катушки с током и магнита от силы тока и направления тока в катушке.

3. Исследование магнитного взаимодействия постоянных магнитов.
4. Изучение магнитного поля постоянных магнитов при их объединении и разделении.
5. Изучение действия магнитного поля на проводник с током.
6. Конструирование и изучение работы электродвигателя.
7. Измерение КПД электродвигательной установки.

## **Глава 8. Электромагнитные явления**

Магнитный поток. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Электродвигатель.

Способы получения электрической энергии. Электростанции на возобновляемых источниках энергии. Экологические проблемы энергетики (МС). Топливные элементы и электромобили.

**Демонстрации:** опыты Фарадея; электродвигатель постоянного тока.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Опыты по исследованию явления электромагнитной индукции: исследование изменений значения и направления индукционного тока.
2. Изучение падения магнита внутри металлической трубки.

## **9 КЛАСС**

### **Глава 1. Основы кинематики**

Механическое движение. Материальная точка. Система отсчёта. Способы описания механического движения: табличный, графический, аналитический.

Перемещение. Векторные величины, операции с векторами, проекции вектора. Перемещение на плоскости.

Относительность механического движения. Равномерное прямолинейное движение. Неравномерное прямолинейное движение. Средняя и мгновенная скорость тела при неравномерном движении.

Ускорение. Равноускоренное прямолинейное движение. Ускорение свободного падения. Опыты Галилея.

Графическая интерпретация ускорения, скорости, пройденного пути и перемещения для прямолинейного движения.

Движение тела, брошенного горизонтально. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Радиус-вектор материальной точки.

Движение по окружности. Линейная скорость, угловая скорость, период и частота обращения при равномерном движении по окружности. Скорость и ускорение при движении по окружности.

**Демонстрации:** наблюдение механического движения тела относительно разных тел отсчёта; сравнение путей и траекторий движения одного и того же тела относительно разных тел отсчёта; измерение скорости и ускорения прямолинейного движения; исследование признаков равноускоренного движения; наблюдение движения тела по окружности; наблюдение механических явлений, происходящих в системе отсчёта, связанной с тележкой, при её равномерном и ускоренном движении относительно кабинета физики.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Конструирование дорожки для разгона и дальнейшего равномерного движения шарика или тележки.
2. Определение средней скорости движения бруска или шарика по наклонной плоскости.
3. Определение ускорения тела при равноускоренном движении по наклонной плоскости.
4. Исследование зависимости пути от времени при равноускоренном движении без начальной скорости.
5. Проверка гипотезы: если при равноускоренном движении без начальной скорости пути, проходимые за последовательные промежутки времени, относятся как ряд нечётных чисел, то соответствующие промежутки времени одинаковы.
6. Исследование движения тела, брошенного под углом к горизонту.

## **Глава 2. Основы динамики**

Закон инерции. Первый закон Ньютона. Вектор силы. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.

Сила тяжести и закон всемирного тяготения. Движение тел вокруг гравитационного центра (в том числе планет вокруг Солнца) (МС). Первая космическая скорость. Гравитация и Вселенная.

Сила упругости. Закон Гука. Параллельное и последовательное соединение пружин. Вес тела. Невесомость и перегрузки.

Сила трения: сила трения скольжения, сила трения покоя, другие виды трения. Коэффициент трения.

Движение тел под действием нескольких сил. Равнодействующая сила. Принцип суперпозиции сил.

**Демонстрации:** свободного падения, колебания маятника в инерциальных системах как подтверждение принципа относительности; зависимость ускорения тела от массы тела и действующей на него силы; наблюдение равенства сил при взаимодействии тел; изменение веса тела при ускоренном движении.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Определение жёсткости пружины.
2. Исследование зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени деформации пружины.
3. Исследование зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления.
4. Определение коэффициента трения скольжения.

### **Глава 3. Основы статики**

Равновесие материальной точки. Абсолютно твёрдое тело. Равновесие твёрдого тела с закреплённой осью вращения. Момент силы. Центр тяжести.

**Демонстрации:** наблюдение равновесия тел.

#### **Лабораторные работы и опыты**

1. Оценка коэффициента трения скольжения грифеля карандаша о бумагу.

### **Глава 4. Механика жидкостей и газов**

Давление жидкости и газа. Закон Паскаля. Гидростатический парадокс. Сообщающиеся сосуды.

Движение жидкостей и газов.

Закон Бернулли и подъёмная сила крыла. Современные летательные аппараты, суда на подводных крыльях, антикрыло на скоростных автомобилях.

### **Глава 5. Законы сохранения энергии и импульса в механике**

Импульс тела. Изменение импульса. Импульс силы. Законы изменения и сохранения импульса. Упругое и неупругое взаимодействие. Реактивное движение (МС).

Механическая работа и мощность. Работа сил тяжести, упругости, трения. Связь энергии и работы. Потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью земли. Потенциальная энергия сжатой пружины. Кинетическая энергия. Теорема о кинетической энергии. Закон изменения и сохранения механической энергии.

**Демонстрации:** передача импульса при взаимодействии тел; преобразования энергии при взаимодействии тел; сохранение импульса при абсолютно неупругом взаимодействии; сохранение импульса при упругом взаимодействии; наблюдение реактивного движения; сохранение механической энергии при свободном падении; сохранение механической энергии при движении тела под действием пружины.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Опытная проверка закона сохранения импульса.
2. Определение работы силы трения при равномерном движении тела по горизонтальной поверхности.
3. Определение работы силы упругости при подъёме груза с использованием неподвижного и подвижного блоков.
4. Изучение закона сохранения энергии.

### **Глава 6. Механические колебания и волны**

Колебательное движение. Основные характеристики колебаний: период, частота, амплитуда. Математический и пружинный маятники.

Гармонические колебания. Сохранение и превращение энергии при колебательном движении. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

Механические волны. Продольные и поперечные волны. Длина волны и скорость её распространения. Механические волны в твёрдом теле, сейсмические волны (МС). Свойства механических волн: интерференция и дифракция.

**Демонстрации:** наблюдение колебаний тел под действием силы тяжести и силы упругости; наблюдение колебаний груза на нити и на пружине; наблюдение вынужденных колебаний и резонанса; распространение продольных и поперечных волн (на модели); наблюдение интерференции и дифракции волн на поверхности воды.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Определение частоты и периода колебаний математического маятника.
2. Определение частоты и периода колебаний пружинного маятника.
3. Исследование зависимости периода колебаний груза на нити от длины нити.
4. Исследование зависимости периода колебаний пружинного маятника от массы груза.
5. Проверка независимости периода колебаний груза, подвешенного к нити, от массы груза.
6. Опыты, демонстрирующие зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жёсткости пружины.
7. Измерение ускорения свободного падения при помощи нитяного маятника.
8. Построение графика гармонических колебаний.
9. Проверка закона сохранения энергии при помощи маятника.

## Глава 7. Звук

Звук. Распространение звука. Скорость звука. Отражение звука. Громкость звука и высота тона. Резонанс в акустике. Инфразвук и ультразвук. Использование ультразвука в современных технологиях (МС).

**Демонстрации:** наблюдение зависимости высоты звука от частоты; акустический резонанс.

### Лабораторные работы и опыты

1. Изучение колебаний камертона с помощью осциллографа.
2. Наблюдение явления звукового резонанса.

## Глава 8. Электромагнитные колебания и волны

Переменный электрический ток. Генератор переменного тока. Передача электрической энергии. Трансформатор. Электромагнитное поле. Конденсаторы. Электромагнитные колебания. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн. Использование электромагнитных волн для сотовой связи. Радиолокация. Космическая связь.

**Демонстрации:** свойства электромагнитных волн.

### Лабораторные работы и опыты

1. Изучение свойств электромагнитных волн с помощью мобильного телефона.
2. Наблюдение явления электрического резонанса.

## Глава 9. Геометрическая оптика

Лучевая модель света и геометрическая оптика. Источники света. Прямолинейное распространение света. Затмения Солнца и Луны. Отражение света. Закон отражения света. Плоское зеркало. Построение изображений, сформированных зеркалом.

Преломление света. Закон преломления света. Полное отражение света. Использование полного отражения в оптических световодах, оптоволоконная связь.

Линза. Ход лучей в линзе. Формула тонкой линзы. Построение изображений, сформированных тонкой линзой.

Глаз как оптическая система. Близорукость и дальновидность. Оптическая система микроскопа, телескопа и фотоаппарата (МС).

**Демонстрации:** прямолинейное распространение света; отражение света; получение изображений в плоском зеркале; преломление света; оптический световод; ход лучей в собирающей линзе; ход лучей в рас-

сеивающей линзе; получение изображений с помощью линз; модель глаза; принцип действия фотоаппарата, микроскопа и телескопа.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Исследование зависимости угла отражения светового луча от угла падения.
2. Изучение свойств изображения в плоском зеркале.
3. Исследование зависимости угла преломления от угла падения светового луча на границе «воздух—стекло».
4. Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы.
5. Получение изображений с помощью собирающей линзы.

## **Глава 10. Электромагнитная природа света**

Скорость света. Разложение белого света в спектр. Опыты Ньютона. Сложение спектральных цветов. Дисперсия света.

Волновые свойства света: интерференция и дифракция. Поляризация света. Электромагнитная природа света.

**Демонстрации:** разложение белого света в спектр; получение белого света при сложении света разных цветов; интерференция и дифракция света.

### **Лабораторные работы и опыты**

1. Опыты по разложению белого света в спектр.
2. Опыты по восприятию цвета предметов при их наблюдении через цветные фильтры.
3. Проведение опытов по наблюдению интерференции и дифракции света.
4. Изучение поляризованного света.

## **Глава 11. Квантовые явления**

Открытие электрона. Рентгеновское излучение. Испускание и поглощение света атомом. Линейчатые спектры. Кванты.

Опыты Резерфорда и планетарная модель атома. Модель атома Бора.

Радиоактивность. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Строение атомного ядра. Нуклонная модель атомного ядра. Изотопы. Радиоактивные превращения. Период полураспада атомных ядер. Действие радиоактивных излучений на живые организмы (МС). Защита от радиоактивного излучения.

Ядерные силы. Ядерные реакции. Законы сохранения зарядового и массового чисел. Энергия связи атомных ядер. Связь массы и энергии. Реакции синтеза и деления ядер. Источники энергии Солнца и звёзд (МС).

Ядерная энергетика. Экологические проблемы ядерной энергетика.

**Демонстрации:** спектры излучения и поглощения; спектры различных газов; спектр водорода; наблюдение треков в камере Вильсона; работа счётчика ионизирующих излучений; регистрация излучения природных минералов и продуктов.

#### **Лабораторные работы и опыты**

1. Наблюдение сплошных и линейчатых спектров излучения.
2. Исследование треков: измерение энергии частицы по тормозному пути (по фотографиям).
3. Изучение законов сохранения зарядового и массового чисел в ядерных реакциях (по фотографиям).
4. Измерение радиоактивного фона.

### **Глава 12. Строение и эволюция Вселенной**

Структура Вселенной. Строение Солнечной системы. Физическая природа Солнца и звёзд. Рождение и эволюция Вселенной. Современные методы исследования Вселенной.

**Демонстрации:** астрономические наблюдения, знакомство с созвездиями и наблюдение суточного вращения звёздного неба, наблюдение движения Луны, Солнца и планет относительно звёзд.

# **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» НА УРОВНЕ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ)**

Изучение учебного предмета «Физика» на уровне основного общего образования (углублённый уровень) должно обеспечивать достижение следующих личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов<sup>3</sup>.

## **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **1. Патриотическое воспитание:**

— проявление интереса к истории и современному состоянию российской физической науки;

— ценностное отношение к достижениям российских учёных-физиков.

### **2. Гражданское и духовно-нравственное воспитание:**

— готовность к активному участию в обсуждении общественно значимых и этических проблем, связанных с практическим применением достижений физики;

— осознание важности морально-этических принципов в деятельности учёного.

### **3. Эстетическое воспитание:**

— восприятие эстетических качеств физической науки: её гармоничного построения, строгости, точности, лаконичности.

### **4. Ценности научного познания:**

— осознание ценности физической науки как мощного инструмента познания мира, основы развития технологий, важнейшей составляющей культуры;

— ориентация в деятельности на современную систему научных представлений об основных закономерностях развития природы;

— развитие научной любознательности, интереса к исследовательской деятельности.

### **5. Формирование культуры здоровья и эмоционального благополучия:**

— осознание ценности безопасного образа жизни в современном технологическом мире, важности правил безопасного поведения на транспорте, на дорогах, с электрическим и тепловым оборудованием в домашних условиях;

— сформированность навыка рефлексии, признание своего права на

---

<sup>3</sup> Согласно Примерной рабочей программе основного общего образования по предмету «Физика» для углублённого уровня.

ошибку и такого же права у другого человека.

#### **6. Трудовое воспитание:**

— активное участие в решении практических задач (в рамках семьи, школы, города, края) технологической и социальной направленности, требующих в том числе и физических знаний;

— интерес к практическому изучению профессий, связанных с физикой.

#### **7. Экологическое воспитание:**

— ориентация на применение физических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;

— осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения.

#### **8. Адаптация обучающегося к изменяющимся условиям социальной и природной среды:**

— потребность во взаимодействии при выполнении исследований и проектов физической направленности, открытость опыту и знаниям других;

— повышение уровня своей компетентности через практическую деятельность;

— потребность в формировании новых знаний, в том числе формулировать идеи, понятия, гипотезы о физических объектах и явлениях;

— осознание дефицитов собственных знаний и компетентностей в области физики;

— планирование своего развития в приобретении новых физических знаний;

— стремление анализировать и выявлять взаимосвязи природы, общества и экономики, в том числе с использованием физических знаний;

— оценка своих действий с учётом влияния на окружающую среду, возможных глобальных последствий.

### **МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Метапредметные результаты включают освоенные обучающимися универсальные учебные действия (познавательные, коммуникативные и регулятивные).

#### **Универсальные познавательные действия**

##### **1. Базовые логические действия:**

— выявлять и характеризовать существенные признаки объектов (явлений);

— устанавливать существенный признак классификации, основания для обобщения и сравнения;

— выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах, данных и наблюдениях, относящихся к физическим явлениям;

— выявлять причинно-следственные связи при изучении физических явлений и процессов; делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, выдвигать гипотезы о взаимосвязях физических величин;

— самостоятельно выбирать способ решения учебной физической задачи (сравнение нескольких вариантов решения, выбор наиболее подходящего с учётом самостоятельно выделенных критериев).

## **2. Базовые исследовательские действия:**

— использовать вопросы как исследовательский инструмент познания;

— проводить по самостоятельно составленному плану опыт, несложный физический эксперимент, небольшое исследование физического явления;

— оценивать на применимость и достоверность информацию, полученную в ходе исследования или эксперимента;

— самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого наблюдения, опыта, исследования;

— прогнозировать возможное дальнейшее развитие физических процессов, а также выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах.

## **3. Работа с информацией:**

— применять различные методы, инструменты и запросы при поиске и отборе информации или данных с учётом предложенной учебной физической задачи;

— анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления;

— оценивать надёжность информации по критериям, предложенным учителем или сформулированным самостоятельно;

— самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями.

## **Универсальные коммуникативные действия**

### **1. Общение:**

— в ходе обсуждения учебного материала, результатов лабораторных работ и проектов задавать вопросы по существу обсуждаемой темы и высказывать идеи, нацеленные на решение задачи и поддержание благожелательности общения;

— сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций;

- выражать свою точку зрения в устных и письменных текстах;
- публично представлять результаты выполненного физического опыта (эксперимента, исследования, проекта).

## **2. Совместная деятельность (сотрудничество):**

- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при решении конкретной физической проблемы;
- принимать цели совместной деятельности, организовывать действия по её достижению: распределять роли, обсуждать процессы и результаты совместной работы; обобщать мнения нескольких людей;
- выполнять свою часть работы, достигая качественного результата по своему направлению и координируя свои действия с другими членами команды;
- оценивать качество своего вклада в общий продукт по критериям, самостоятельно сформулированным участниками взаимодействия.

## **Универсальные регулятивные действия**

### **1. Самоорганизация:**

- выявлять проблемы в жизненных и учебных ситуациях, требующих для решения физических знаний;
- ориентироваться в различных подходах принятия решений (индивидуальное, принятие решения в группе, принятие решений группой);
- самостоятельно составлять алгоритм решения физической задачи или плана исследования с учётом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений;
- делать выбор и брать ответственность за решение.

### **2. Самоконтроль (рефлексия):**

- давать адекватную оценку ситуации и предлагать план её изменения;
- объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, давать оценку приобретённому опыту;
- вносить коррективы в деятельность (в том числе в ход выполнения физического исследования или проекта) на основе новых обстоятельств, изменившихся ситуаций, установленных ошибок, возникших трудностей;
- оценивать соответствие результата цели и условиям.

### **3. Эмоциональный интеллект:**

- ставить себя на место другого человека в ходе спора или дискуссии на научную тему, понимать мотивы, намерения и логику другого.

### **4. Принятие себя и других:**

- признавать своё право на ошибку при решении физических задач или в утверждениях на научные темы и такое же право другого.

## ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

### 7 класс

Предметные результаты на углублённом уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

— использовать понятия: физические и химические явления; наблюдение, эксперимент, модель, гипотеза; единицы физических величин; атом, молекула, агрегатные состояния вещества (твёрдое, жидкое, газообразное); механическое движение (равномерное, неравномерное, прямолинейное), траектория, равнодействующая сил, деформация (упругая, пластическая), невесомость, сообщающиеся сосуды;

— различать явления (диффузия; тепловое движение частиц вещества; равномерное движение; неравномерное движение; инерция; взаимодействие тел; равновесие твёрдых тел с закреплённой осью вращения; передача давления твёрдыми телами, жидкостями и газами; атмосферное давление; плавание тел; превращения механической энергии) по описанию их характерных свойств и на основе опытов, демонстрирующих данное физическое явление;

— распознавать проявление изученных физических явлений в окружающем мире, в том числе физические явления в природе: примеры движения с различными скоростями в живой и неживой природе; действие сил тяжести, трения, упругости в природе и технике; влияние атмосферного давления на живой организм; плавание рыб; рычаги в теле человека; при этом переводить практическую задачу в учебную, выделять существенные свойства/признаки физических явлений;

— описывать изученные свойства тел и физические явления, используя физические величины (масса, объём, плотность вещества, время, путь, скорость, средняя скорость, сила упругости, сила тяжести, вес тела, сила трения, давление твёрдого тела, давление столба жидкости, выталкивающая сила, механическая работа, мощность, плечо силы, момент силы, коэффициент полезного действия механизмов, кинетическая и потенциальная энергия); при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы физических величин, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, строить графики изученных зависимостей физических величин;

— характеризовать свойства тел, физические явления и процессы, используя правила сложения сил (вдоль одной прямой), закон Гука, закон Паскаля, закон Архимеда, правило равновесия рычага (блока), «золотое правило» механики, закон сохранения механической энергии; при этом давать словесную формулировку закона и записывать его математическое

выражение;

— объяснять физические явления, процессы и свойства тел, в том числе и в контексте ситуаций практико-ориентированного характера; решать качественные задачи, в том числе требующие численного оценивания характерных значений физических величин; при этом выбирать адекватную физическую модель, выявлять причинно-следственные связи и выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные свойства физических явлений, физические законы, закономерности и модели;

— решать расчётные задачи в 2—3 действия по изучаемым темам курса физики, выбирая адекватную физическую модель, с использованием законов и формул, связывающих физические величины; записывать краткое условие и развёрнутое решение задачи, выявлять недостающие или избыточные данные, обосновывать выбор метода решения задачи, использовать справочные данные, проводить математические преобразования и расчёты, оценивать реалистичность полученного значения физической величины и определять размерность физической величины, полученной при решении задачи;

— распознавать проблемы, которые можно решить при помощи физических методов, и предлагать ориентировочный способ решения; в описании исследования выделять проверяемое предположение (гипотезу), различать и интерпретировать полученный результат, находить ошибки в ходе опыта, делать выводы по его результатам;

— проводить опыты по наблюдению физических явлений или физических свойств тел (диффузия, тепловое расширение газов, явление инерции, изменение скорости при взаимодействии тел, передача давления жидкостью и газом, проявление действия атмосферного давления, действие простых механизмов): формулировать проверяемые предположения, собирать установку из избыточного набора оборудования, записывать ход опыта и формулировать выводы;

— выполнять прямые и косвенные измерения физических величин (расстояние, промежуток времени, масса тела, объём тела, сила, температура, плотность жидкости и твёрдого тела, сила трения скольжения, давление воздуха, выталкивающая сила, действующая на погружённое в жидкость тело, коэффициент полезного действия простых механизмов) с использованием аналоговых и цифровых приборов; обосновывать выбор метода измерения, фиксировать показания приборов, находить значение измеряемой величины с помощью усреднения результатов серии измерений и оценивать погрешность измерений;

— проводить несложные экспериментальные исследования зависимостей физических величин (зависимости пути равномерно движущегося тела от

времени движения тела; силы трения скольжения от силы нормального давления, качества обработки поверхностей тел и независимости силы трения от площади соприкосновения тел; силы упругости от удлинения пружины; выталкивающей силы от объёма погружённой части тела и от плотности жидкости, её независимости от плотности тела, от глубины, на которую погружено тело; условий плавания тел, условий равновесия рычага и блоков): совместно с учителем формулировать задачу и гипотезу исследования, самостоятельно планировать исследование, самостоятельно собирать экспериментальную установку с использованием инструкции, представлять полученные зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, оценивать погрешности, делать выводы по результатам исследования;

— соблюдать правила техники безопасности при работе с лабораторным оборудованием;

— указывать принципы действия приборов и технических устройств: весы, термометр, динамометр, сообщающиеся сосуды, барометр, рычаг, подвижный и неподвижный блок, наклонная плоскость;

— характеризовать принципы действия изученных приборов и технических устройств с опорой на их описания (в том числе: подшипники, устройство водопровода, гидравлический пресс, сифон, манометр, высотомер, поршневой насос, ареометр), используя знания о свойствах физических явлений и необходимые физические законы и закономерности;

— использовать схемы и схематичные рисунки изученных технических устройств, измерительных приборов и технологических процессов при решении учебно-практических задач;

— приводить примеры / находить информацию о примерах практического использования физических знаний в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде;

— осуществлять отбор источников информации физического содержания в Интернете, самостоятельно формулируя поисковый запрос; на основе имеющихся знаний и путём сравнения различных источников выделять информацию, которая является противоречивой или может быть недостоверной;

— использовать при выполнении учебных заданий научно-популярную литературу физического содержания, справочные материалы, ресурсы Интернета; владеть приёмами конспектирования текста, преобразования информации из одной знаковой системы в другую;

— создавать собственные краткие письменные и устные сообщения на

основе 2—3 источников информации физического содержания, в том числе публично делать краткие сообщения о результатах проектов или учебных исследований; при этом грамотно использовать изученный понятийный аппарат курса физики, сопровождать выступление презентацией;

— при выполнении учебных проектов и исследований распределять обязанности в группе в соответствии с поставленными задачами, следить за выполнением плана действий, адекватно оценивать собственный вклад в деятельность группы; выстраивать коммуникативное взаимодействие, учитывая мнение окружающих.

## **8 класс**

Предметные результаты на углублённом уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

— использовать понятия: масса и размеры молекул, тепловое движение атомов и молекул, агрегатные состояния вещества, кристаллические и аморфные тела, насыщенный и ненасыщенный пар, влажность воздуха; температура, внутренняя энергия, способы изменения внутренней энергии, тепловой двигатель, элементарный электрический заряд, электрическое и магнитное поля, проводники, полупроводники, диэлектрики, постоянный электрический ток, источники постоянного тока, оптическая система;

— различать явления (тепловое расширение/сжатие, теплопередача, тепловое равновесие, смачивание, капиллярные явления, поверхностное натяжение, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация (отвердевание), кипение, способы теплопередачи (теплопроводность, конвекция, излучение), тепловые потери; электризация тел, взаимодействие зарядов, действия электрического тока, короткое замыкание, взаимодействие магнитов, действие магнитного поля на проводник с током, электромагнитная индукция) по описанию их характерных свойств и на основе опытов, демонстрирующих данное физическое явление;

— распознавать проявление изученных физических явлений в окружающем мире, в том числе физические явления в природе: поверхностное натяжение и капиллярные явления в природе, кристаллы в природе, излучение Солнца, замерзание водоёмов, морские бризы, образование росы, тумана, инея, снега; электрические явления в атмосфере, электричество живых организмов; магнитное поле Земли, дрейф полюсов, роль магнитного поля для жизни на Земле, полярное сияние; при этом переводить практическую задачу в учебную, выделять существенные свойства/признаки физических явлений;

— описывать изученные свойства тел и физические явления, используя физические величины (температура, внутренняя энергия, количество теплоты, удельная теплоёмкость вещества, удельная теплота плавления, удельная

теплота парообразования, удельная теплота сгорания топлива, коэффициент полезного действия тепловой машины, относительная влажность воздуха, электрический заряд, сила тока, электрическое напряжение, сопротивление проводника, удельное сопротивление вещества, работа и мощность электрического тока, ЭДС в цепи постоянного тока); при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы физических величин, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, строить графики изученных зависимостей физических величин;

— характеризовать свойства тел, физические явления и процессы, используя основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества, уравнение теплового баланса, принцип суперпозиции электрических полей, закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для участка цепи, закон Джоуля—Ленца, закон Ома для полной цепи, правила Кирхгофа, закон сохранения энергии; при этом давать словесную формулировку закона и записывать его математическое выражение;

— строить простые физические модели реальных объектов, процессов и явлений, выделять при этом существенные и второстепенные свойства объектов, процессов, явлений; применять физические модели для объяснения физических процессов и решения учебных задач;

— объяснять физические явления, процессы и свойства тел, в том числе и в контексте ситуаций практико-ориентированного характера, решать качественные задачи, в том числе требующие численного оценивания характерных значений физических величин; при этом выбирать адекватную физическую модель, выявлять причинно-следственные связи и выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные свойства физических явлений, физические законы, закономерности и модели;

— решать расчётные задачи с опорой на 2—3 уравнения по изучаемым темам курса физики, выбирая адекватную физическую модель, с использованием законов и формул, связывающих физические величины; записывать краткое условие и развёрнутое решение задачи, выявлять недостающие или избыточные данные, обосновывать выбор метода решения задачи, использовать справочные данные, применять методы анализа размерностей, использовать графические методы решения задач, проводить математические преобразования и расчёты, оценивать реалистичность полученного значения физической величины и определять размерность физической величины, полученной при решении задачи;

— распознавать проблемы, которые можно решить при помощи

физических методов, и предлагать ориентировочный способ решения; в описании исследования распознавать проверяемое предположение (гипотезу), интерпретировать полученный результат;

— проводить опыты по наблюдению физических явлений или физических свойств тел (капиллярные явления, зависимость давления воздуха от его объёма и температуры; скорости процесса остывания/нагревания при излучении от цвета излучающей/поглощающей поверхности; скорость испарения воды от температуры жидкости и площади её поверхности; электризация тел и взаимодействие электрических зарядов; взаимодействие постоянных магнитов, визуализация магнитных полей постоянных магнитов; действия магнитного поля на проводник с током, свойства электромагнита, свойства электродвигателя постоянного тока): формулировать проверяемые предположения о возможных результатах наблюдений, самостоятельно собирать установку из избыточного оборудования; описывать ход опыта и формулировать выводы;

— проводить прямые и косвенные измерения физических величин (температуры, относительной влажности воздуха, силы тока, напряжения, удельной теплоёмкости вещества, сопротивления проводника, работы и мощности электрического тока) с использованием аналоговых и цифровых приборов; находить значение измеряемой величины с помощью усреднения результатов серии измерений и оценивать погрешность измерений;

— проводить экспериментальные исследование зависимостей физических величин (зависимость давления воздуха от его объёма и нагревания или охлаждения; исследование явления теплообмена при смешивании холодной и горячей воды; зависимость сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и удельного сопротивления вещества проводника; силы тока, протекающего через проводник, от напряжения на проводнике; исследование последовательного и параллельного соединений проводников): совместно с учителем формулировать задачу и гипотезу исследования, самостоятельно планировать исследование, самостоятельно собирать экспериментальную установку с использованием инструкции, представлять полученные зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, оценивать погрешности, делать выводы по результатам исследования;

— соблюдать правила техники безопасности при работе с лабораторным оборудованием;

— характеризовать принципы действия изученных приборов, технических устройств и технологических процессов с опорой на их описания (в том числе: система отопления домов, гигрометр, паровая турбина,

амперметр, вольтметр, счётчик электрической энергии, электроосветительные приборы, нагревательные электроприборы (примеры), электрические предохранители; электромагнит, электродвигатель постоянного тока), используя знания о свойствах физических явлений и необходимые физические законы и закономерности;

— распознавать простые технические устройства и измерительные приборы по схемам и схематичным рисункам (жидкостный термометр, термос, психрометр, гигрометр, двигатель внутреннего сгорания, электроскоп, реостат); составлять схемы электрических цепей с последовательным и параллельным соединением элементов, различая условные обозначения элементов электрических цепей; использовать схемы и схематичные рисунки изученных технических устройств, измерительных приборов и технологических процессов при решении учебно-практических задач;

— приводить примеры/находить информацию о примерах практического использования физических знаний в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде;

— осуществлять поиск информации физического содержания в Интернете, самостоятельно формулируя поисковый запрос, на основе имеющихся знаний и путём сравнения дополнительных источников выделять информацию, которая является противоречивой или может быть недостоверной;

— использовать при выполнении учебных заданий научно-популярную литературу физического содержания, справочные материалы, ресурсы Интернета; владеть приёмами конспектирования текста, преобразования информации из одной знаковой системы в другую;

— создавать собственные письменные и краткие устные сообщения, обобщая информацию из нескольких источников физического содержания, в том числе публично представлять результаты проектной или исследовательской деятельности; при этом грамотно использовать изученный понятийный аппарат курса физики, сопровождать выступление презентацией;

— при выполнении учебных проектов и исследований физических процессов распределять обязанности в группе в соответствии с поставленными задачами, следить за выполнением плана действий и корректировать его, адекватно оценивать собственный вклад в деятельность группы; выстраивать коммуникативное взаимодействие, проявляя готовность разрешать конфликты.

## 9 класс

Предметные результаты на углублённом уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

— использовать понятия: система отсчёта, материальная точка, траектория, относительность механического движения, деформация (упругая, пластическая), трение, центростремительное ускорение, невесомость и перегрузки; центр тяжести; абсолютно твёрдое тело, центр тяжести твёрдого тела, равновесие; механические колебания и волны, звук, инфразвук и ультразвук; электромагнитные волны, шкала электромагнитных волн, свет, источники света, близорукость и дальновидность, спектры испускания и поглощения; рентгеновское излучение, альфа-, бета- и гамма-излучения, изотопы, ядерная и термоядерная энергетика; и символический язык физики при решении учебных и практических задач;

— различать явления (равномерное и неравномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, равномерное движение по окружности, взаимодействие тел, равновесие материальной точки, реактивное движение, колебательное движение (гармонические, затухающие и вынужденные колебания), резонанс, волновое движение, отражение звука, интерференция и дифракция волн, прямолинейное распространение, отражение и преломление света, полное внутреннее отражение света, разложение белого света в спектр и сложение спектральных цветов, дисперсия света, естественная радиоактивность, возникновение линейчатого спектра излучения) по описанию их характерных свойств и на основе опытов, демонстрирующих данное физическое явление;

— распознавать проявление изученных физических явлений в окружающем мире (в том числе физические явления в природе: приливы и отливы, движение планет Солнечной системы, реактивное движение живых организмов, восприятие звуков животными, землетрясение, сейсмические волны, цунами, эхо, цвета тел, оптические явления в природе, биологическое действие видимого, ультрафиолетового и рентгеновского излучений; естественный радиоактивный фон, космические лучи, радиоактивное излучение природных минералов; действие радиоактивных излучений на организм человека), при этом переводить практическую задачу в учебную, выделять существенные свойства/признаки физических явлений;

— описывать изученные свойства тел и физические явления, используя физические величины (средняя и мгновенная скорость тела при неравномерном движении, ускорение, перемещение при равноускоренном прямолинейном движении, угловая скорость, центростремительное ускорение, сила трения, сила упругости, сила тяжести, ускорение свободного падения, вес тела, центр

тяжести твёрдого тела, импульс тела, импульс силы, момент силы, механическая работа и мощность, потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью земли, потенциальная энергия сжатой пружины, кинетическая энергия, полная механическая энергия, период и частота колебаний, период математического и пружинного маятников, длина волны, громкость звука и высота тона, скорость света, показатель преломления среды); при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы физических величин, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, строить графики изученных зависимостей физических величин;

— характеризовать свойства тел, физические явления и процессы, используя закон сохранения энергии, закон всемирного тяготения, принцип суперпозиции сил, принцип относительности Галилея, законы Ньютона, закон сохранения импульса, теорему о кинетической энергии, закон Гука, закон Бернулли, законы отражения и преломления света, формулу тонкой линзы, планетарную модель атома, нуклонную модель атомного ядра, законы сохранения зарядового и массового чисел при ядерных реакциях; при этом давать словесную формулировку закона и записывать его математическое выражение;

— строить физические модели реальных объектов, процессов и явлений, выделять при этом существенные и второстепенные свойства объектов, процессов, явлений; применять физические модели для объяснения физических процессов и решения учебных задач;

— объяснять физические явления, процессы и свойства тел, в том числе в контексте ситуаций практико-ориентированного характера, решать качественные задачи, в том числе требующие численного оценивания характерных значений физических величин; при этом выбирать адекватную физическую модель, выявлять причинно-следственные связи и выстраивать логическую цепочку рассуждений из 2—3 шагов с опорой на изученные свойства физических явлений, физические законы, закономерности и модели;

— уверенно решать расчётные задачи по изучаемым темам курса физики, выбирая адекватную физическую модель, с использованием законов и формул, связывающих физические величины; записывать краткое условие и развёрнутое решение задачи, выявлять недостающие или избыточные данные, обосновывать выбор метода решения задачи, использовать справочные данные, применять методы анализа размерностей, использовать графические методы решения задач, проводить математические преобразования и расчёты, оценивать реалистичность полученного значения физической величины и определять размерность физической величины, полученной при решении

задачи;

— распознавать проблемы, которые можно решить при помощи физических методов, и предлагать ориентировочный способ решения; в описании исследования распознавать проверяемое предположение (гипотезу), оценивать правильность порядка проведения исследования, интерпретировать полученный результат;

— проводить опыты по наблюдению физических явлений или физических свойств тел (изучение второго закона Ньютона, закона сохранения энергии; закона сохранения импульса, действие закона Бернулли и возникновение подъёмной силы крыла самолёта, зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жёсткости пружины и независимость от амплитуды малых колебаний; прямолинейное распространение света, разложение белого света в спектр; изучение свойств изображения в плоском зеркале и свойств изображения предмета в собирающей линзе; наблюдение сплошных и линейчатых спектров излучения): формулировать проверяемое предположение (гипотезу) о возможных результатах наблюдений, самостоятельно собирать установку из избыточного набора оборудования; описывать ход опыта и его результаты, формулировать выводы;

— проводить при необходимости серию прямых измерений, определяя среднее значение измеряемой величины и определяя погрешность результатов прямых измерений; обосновывать выбор способа измерения/измерительного прибора;

— проводить косвенные измерения физических величин (средняя скорость и ускорение тела при равноускоренном движении, ускорение свободного падения, жёсткость пружины, коэффициент трения скольжения, механическая работа и мощность, частота и период колебаний математического и пружинного маятников, фокусное расстояние собирающей линзы и её оптическая сила, радиоактивный фон) с использованием аналоговых и цифровых приборов: обосновывать выбор метода измерения, планировать измерения; самостоятельно собирать экспериментальную установку; вычислять значение величины и анализировать полученные результаты, оценивая погрешность результатов косвенных измерений;

— проводить экспериментальные исследования зависимостей физических величин (зависимость пути от времени при равноускоренном движении без начальной скорости; зависимость силы трения скольжения от силы нормального давления, периода колебаний математического маятника от длины нити; определение ускорения свободного падения, исследование изменения величины и направления индукционного тока, зависимость угла отражения света от угла падения и угла преломления от угла падения

светового луча, исследование треков: измерение энергии частицы по тормозному пути (по фотографиям)): совместно с учителем формулировать задачу и гипотезу исследования, самостоятельно планировать исследование, самостоятельно собирать установку, представлять полученные зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования;

— соблюдать правила техники безопасности при работе с лабораторным оборудованием;

— характеризовать принципы действия изученных приборов, технических устройств и технологических процессов с опорой на их описания (в том числе: спидометр, датчики положения, расстояния и ускорения, ракета, эхолот, очки, перископ, фотоаппарат, микроскоп, телескоп, оптические световоды, спектроскоп, дозиметр, камера Вильсона), используя знания о свойствах физических явлений и необходимые физические закономерности;

— использовать схемы и схематичные рисунки изученных технических устройств, измерительных приборов и технологических процессов при решении учебно-практических задач; оптические схемы для построения изображений в плоском зеркале и собирающей линзе;

— приводить примеры/находить информацию о примерах практического использования физических знаний в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде;

— осуществлять поиск информации физического содержания в Интернете, самостоятельно формулируя поисковый запрос, находить пути определения достоверности полученной информации на основе имеющихся знаний и дополнительных источников;

— использовать при выполнении учебных заданий научно-популярную литературу физического содержания, справочные материалы, ресурсы Интернета; владеть приёмами конспектирования текста, преобразования информации из одной знаковой системы в другую;

— создавать собственные письменные и устные сообщения на основе информации из нескольких источников физического содержания, публично представлять результаты проектной или исследовательской деятельности; при этом грамотно использовать изученный понятийный аппарат изучаемого раздела физики и сопровождать выступление презентацией с учётом особенностей аудитории сверстников.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ КУРСА ФИЗИКИ 7—9 КЛАССОВ НА УГЛУБЛЁННОМ УРОВНЕ

## ОБЩИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ

УМК «Физика. Инженеры будущего» ориентирован на формирование более высокого уровня естественно-научной грамотности учащихся. Доступность, полнота содержания, система упражнений, задач, лабораторных и исследовательских работ создают необходимые условия для формирования универсальных учебных действий:

- уметь научно объяснять явления окружающего нас мира;
- понимать особенности научного исследования, формулировать задачи исследования, выбирать адекватные поставленной цели методы исследования, в описании исследования выделять проверяемое предположение (гипотезу), оценивать правильность порядка проведения исследования, находить ошибки в ходе опыта, делать выводы по его результатам, делать выводы по результатам исследования;
- самостоятельно искать и отбирать необходимую информацию естественно-научного (биологического, химического, физического) содержания для создания письменных и устных сообщений, грамотно использовать в них понятийный аппарат науки и иллюстративный материал; выполнять анализ и интерпретацию полученной информации, публично представлять полученные результаты экспериментальной и/или теоретической деятельности;
- осуществлять совместную деятельность в группе сверстников при решении познавательных задач, выстраивать эффективную коммуникацию; адекватно оценивать результаты совместной работы и свой вклад в их достижение.

Материал учебников разделён на тематические главы, которые состоят из параграфов. В начале глав приводятся высказывания великих учёных, которые отражают содержание.

Как и в большинстве современных учебников, параграфы состоят из различных рубрик:

- **вводный текст** — даёт краткую информацию о том, чему посвящён параграф;
- **«Новое в уроке»** — знакомит с основными вопросами, которые изучаются в параграфе, и мотивирует на изучение параграфа;
- **«Повторим изученное»** — направлена на повторение информации, подсказывает, что необходимо вспомнить из ранее изученного материала, для того чтобы усвоить новый;

— **«Важно!»** — материал, отражающий ключевые аспекты изучаемого материала, а также наиболее важные формулы, термины и физические законы;

— **«Это интересно»** — дополнение изучаемого материала интересными историческими фактами и сведениями, историей изобретения различных технических устройств и приборов. В рубрике большое внимание уделяется работам российских инженеров и изобретателей, которые внесли свой вклад в мировой прогресс;

— **«Исследование»** — информация о традиционном эксперименте, на основе которого строится объяснение материала параграфа;

— **«Физика в жизни»** — дополнение основного текста параграфа примерами применения изучаемых законов в окружающем нас мире;

— **«Применяем в профессии»** — дополнение изучаемого материала примерами, которые могут быть использованы в инженерной деятельности;

— **«Сделай сам!»** — своеобразный обучающий инструмент для выполнения наблюдений и экспериментов. Описание и алгоритм их выполнения содержится в так называемом «помощнике»;

— **«Межпредметные связи»** — примеры взаимосвязи физики с другими учебными дисциплинами, которые изучаются в школе. Эта рубрика является подсказкой, которая нацелит учащихся на выполнение следующих заданий: привести дополнительные примеры использования понятий, моделей и законов физики в других областях знаний; подготовить сообщение для своих одноклассников о связях между науками;

— **«Выводы»** — основные определения и законы;

— **«Ключевые слова»** — основные понятия, новые термины, которые нужно запомнить и по которым можно осуществить поиск дополнительной информации в Интернете;

— **«Вопросы и задания»** — ответы на вопросы помогут учащимся закрепить изученный материал и проверить свои знания. Кроме вопросов на закрепление, здесь также вставлены интересные продуктивные и качественные вопросы, ответов на которые нет в учебнике в явном виде, и которые могут помочь школьникам воспользоваться полученными знаниями.

В учебниках содержится информация о многих учёных-естествоиспытателях, открытия которых заложили основу современной технической цивилизации и внесли большой вклад в историю науки. Среди этих имён достойное место принадлежит и инженерам, трудом и талантом которых были созданы уникальные механизмы, установки и сооружения.

В каждой главе содержатся параграфы «Решение задач», «Лабораторные и исследовательские работы», «Кейс».

В параграфе **«Решение задач»** рассматриваются примеры решения физических задач базового и повышенного уровня сложности и приводятся **«Задачи для самостоятельного решения»**, которые помогают закрепить и лучше понять изученный материал.

Параграф **«Лабораторные и исследовательские работы»** содержит лабораторные работы, которые выполняются в классе, и практические работы-исследования, которые предназначены для самостоятельного выполнения дома, в классе или во внеурочной деятельности. Перечень лабораторных и исследовательских работ является расширенным по каждой теме. Это означает, что не все работы обязательны для выполнения. Учитель может делать выбор работ в зависимости от имеющегося времени, наличия оборудования, особенностей класса и т. д.

**«Кейс»** — это не просто повторение изученного материала, а анализ конкретной ситуации и применение полученных знаний на практике при проведении эксперимента. Кейсы представляют собой проектно-исследовательские задания, которые включают в себя описания конкретных практических ситуаций, требующих анализа, поиска закономерностей, умения применять полученные знания и проверять их экспериментально. В ходе выполнения заданий кейсов учащиеся решают интересные, полезные и связанные с реальной жизнью задачи. Следует отметить, что предлагаемые кейсы — это необязательные к выполнению работы, а лишь примеры того, как учитель может заинтересовать учащихся и повысить их мотивацию к дальнейшему изучению физики.

Завершает главу раздел **«Подведём итоги»**, в котором приводятся основные выводы и идеи, содержащиеся в главе. Вопросы, содержащиеся в рубрике **«Вопросы для обсуждения»**, носят проблемный характер и могут стать интересной темой для дискуссии. Возможные темы для сообщений приведены в рубрике **«Темы исследовательских и проектных работ»**.

В отличие от традиционных учебников по физике, в УМК **«Физика. Инженеры будущего»** особое внимание уделяется величайшим изобретениям и открытиям человечества, которые изменили наш мир. Учащиеся должны понимать, что история человечества неотделима от истории инженерии, истории изобретений и открытий. Инженерная деятельность была чрезвычайно важна во все эпохи развития человечества, и именно работа изобретателей и инженеров обеспечивает соответствующее состояние техники и технологий и способствует техническому прогрессу.

Особое значение придаётся исторически значимым физическим экспериментам, приведшим к тем или иным открытиям. Это, с одной стороны, обеспечивает межпредметные связи физики с другими дисциплинами, а с

другой стороны, позволяет учащимся понять, что физика является живой наукой, которая постоянно развивается. При изложении материала большое внимание уделяется также знакомству учащихся с современными достижениями науки и техники для формирования у них целостной картины окружающего мира.

Использование учебников и пособий «Физика. Инженеры будущего» позволяет выбирать траекторию учебного процесса в соответствии с особенностями класса или отдельных учащихся, эффективно организовывать самостоятельную работу.

Следует отметить, что для повышения эффективности обучения на уроках физики необходимо также привлекать разнообразные информационные технологии. Цифровые ресурсы можно использовать в качестве видеодемонстраций опытов по физике, примеров работы и использования приборов, механизмов, технических устройств и т. д. При проведении лабораторных опытов учителя могут столкнуться с такими проблемами, как нехватка расходных материалов или лабораторного оборудования. В этом случае в образовательный процесс можно интегрировать виртуальные лабораторные работы. Например, виртуальные лабораторные и практические работы, размещённые на сайте Единого содержания общего образования, включают в себя более 50 виртуальных опытов в рамках 11 тем по отдельным разделам физики:

<https://go.prosv.ru/НаygЕ6> .

В то же время интеграция информационных технологий с реальной практической работой открывает новые возможности организации образовательного процесса. Например, программы для работы с электронными таблицами (Excel) можно применять для обработки результатов измерений, их графической интерпретации и т. д.

## **ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА ФИЗИКИ НА УГЛУБЛЁННОМ УРОВНЕ В 7—9 КЛАССАХ**

Учебники «Физика. Инженеры будущего» для 7—9 классов отражают основные идеи и содержат предметные темы образовательного стандарта по физике для углублённого уровня. В каждом классе все основные явления, законы и понятия рассматриваются неоднократно, каждый раз на новом уровне глубины изложения материала.

## 7 класс

В 7 классе курс физики только начинается, поэтому используемые учителем приёмы и методы преподавания предмета имеют очень важное значение для развития интереса и создания мотивации к изучению физики.

В главе 1 «Физика и мир, в котором мы живём» физические явления изучаются на уровне рассмотрения явлений природы, знакомства с основными законами физики и применения этих законов в технике и повседневной жизни. Знакомство с такими базовыми понятиями, как атом, вещество и материя, физический термин, физическая величина, гипотеза и эксперимент, измерение и погрешность измерения позволяют в дальнейшем при изложении учебного материала проследить его связь с современным уровнем науки и с окружающей действительностью.

Ещё одно из ключевых понятий при изучении физики — понятие модели. При преподавании физики этому понятию не всегда уделяется достаточное внимание, хотя в физических законах практически всегда речь идёт именно о моделях (материальная точка, математический маятник, точечный заряд и т. д.). Поэтому с самого начала необходимо обратить внимание учащихся, что при рассмотрении реальных объектов, процессов и явлений мы выделяем их наиболее существенные свойства и устанавливаем взаимосвязи в рамках определённой схемы, лежащей в основе формируемой модели.

При изучении § 4 «Физические величины. Единицы физической величины» вводится такое важное понятие, как размерность физической величины. В процессе изучения физики учащиеся должны научиться определять связи между различными физическими величинами, а при дальнейшем изучении физики использовать метод анализа размерностей при решении задач и выполнении исследовательских и проектных работ.

§ 7 «Измерение расстояний и размеров малых тел. Измерение времени» связан с деятельностью инженеров и естествоиспытателей разных эпох и посвящён специальным измерительным приборам для определения размеров малых тел и больших расстояний в астрономии и геодезии, а также приборам для измерения времени с древности и до наших дней.

При изучении физики на углублённом уровне важно научиться правильно проводить измерения, фиксировать показания приборов, находить значение измеряемой величины с помощью усреднения результатов серии измерений и оценивать погрешность измерений. Необходимо донести до учащихся, что мы не можем знать абсолютно точного значения какой-либо физической величины; измеренное значение известно нам только с большей или меньшей точностью, т. е. с погрешностью.

В этой связи хочется обратить внимание на исследовательскую работу «Сравнение точности измерения различными видами линеек». Её цель — показать учащимся, что сами измерительные приборы несовершенны, они могут быть сделаны из разных материалов, иметь разную толщину насечек или изгиб стрелки на шкале и т. д. Из-за этого при измерении одной и той же величины разные измерительные приборы могут давать разные результаты измерений.

Одной из особенностей данного пособия является то обстоятельство, что кроме лабораторных и исследовательских работ для учащихся предлагаются сравнительно небольшие по объёму практические задания под общим названием «кейсы». В этих работах, как правило, рассматриваются вопросы, которые либо могут быть поставлены перед учащимися учителем на уроке физике, либо непосредственно связаны с окружающим нас миром или образом жизни человека.

В конце главы приводятся принципиальные вопросы в рубрике «Вопросы для обсуждения». Они направлены на то, чтобы поддерживать активный интерес школьников к проблемам и задачам физики, каждый раз мотивировать учащихся к учебно-познавательной деятельности и расширять свой кругозор. Например, в первой главе один из вопросов сформулирован таким образом: «Можно ли получить новое знание, ограничиваясь только процессом наблюдения?» Это достаточно интересный вопрос, учащиеся могут ответить утвердительно или отрицательно, при этом привести различные примеры, опираясь на свой жизненный опыт. Но в любом случае важно подвести их к выводу о том, что, кроме наблюдения, необходимым этапом получения нового знания является проведение эксперимента.

В главе 2 «Строение вещества» представлены первоначальные сведения об атомарно-молекулярном строении вещества и связанных с ним явлениях — броуновском движении, диффузии, взаимодействии молекул.

Изложение материала этой главы также связано с построением физических моделей для объяснения явления диффузии и описания строения и свойств твёрдых тел, жидкостей и газов.

Практический интерес для школьников может представлять § 13 «Нанотехнологии и их применение», посвящённый такому направлению науки, как нанотехнологии и современные материалы, созданные с их помощью, а также § 15 «Использование диффузии для решения практических задач», в котором происходит знакомство с технологическими процессами обработки различных материалов.

Одна из исследовательских работ «Оценка скорости испарения молекул воды» поможет с помощью простого опыта убедиться в существовании мира

молекул. При испарении молекулы жидкости постепенно переходят в воздух в форме пара. Учащиеся, сделав численные оценки, смогут узнать, как быстро происходит процесс испарения воды при комнатной температуре, получить оценку диаметра одной молекулы воды и сделать интересные выводы о том, сколько молекулярных слоёв испаряется с поверхности воды за 1 секунду.

Один из вопросов в рубрике «Вопросы для обсуждения» посвящён броуновскому движению и сформулирован таким образом: «Можно ли наблюдать броуновское движение чаинок в стакане горячего чая?» В этой ситуации не всё так однозначно, однако в ходе дискуссии учащиеся вспоминают причины этого явления и тот факт, что Броун наблюдал подобное движение частиц под микроскопом. Поэтому массы броуновских частиц должны быть достаточно малыми.

Понятия, которые вводятся в **главе 3 «Движение, взаимодействие, масса»**, важны при изучении всех разделов физики. Здесь даётся представление о механическом движении, его видах и характеристиках — траектории, пути, перемещении, скорости и ускорении. В отличие от базового уровня, при изучении физики на углублённом уровне учащиеся должны научиться различать путь и перемещение в различных ситуациях и понимать, что при прямолинейном движении пройденный телом путь равен модулю вектора перемещения. Также в этой главе впервые формируются представления о равнопеременном движении и вводится новая физическая величина «ускорение» как характеристика равнопеременного движения.

§ 24 «Измерение скорости» можно использовать для обсуждения приборов, с помощью которых определяют скорость транспортных средств на море, на суше, а также методов измерения скорости ветра, воды и даже скорости света.

Законы, описывающие движение тел, являются предметом изучения в старших классах школы. Вместе с тем некоторые закономерности движения можно получить опытным путём на основе анализа падения тела. В исследовательской работе «Изучение движения тела при его падении с некоторой высоты» учащиеся, исследуя падение шарика с различных высот, могут экспериментально обнаружить линейную зависимость квадрата времени его падения от высоты, с которой он падает, и линейную зависимость квадрата скорости падения от начальной высоты. Измерение времени рекомендуется проводить с помощью электронного таймера, снабжённого двумя фотодатчиками, позволяющего измерять временные интервалы длительностью несколько миллисекунд.

Кроме механического движения в главе 3 вводятся понятия инерции, плотности и массы как меры инертности. В качестве задач повышенного уровня сложности предлагается решение задач на смеси и сплавы.

В главе 4 «Силы вокруг нас» вводится одна из важных физических величин — сила как причина изменения скорости тела — и изучаются виды сил в природе (сила тяжести, сила упругости, вес и сила трения).

§ 40 «Величайшие изобретения: лук, колесо, добывание огня» посвящён открытиям, которые сыграли определяющую роль в развитии нашей цивилизации. Люди научились использовать в своих целях огонь, силу упругости и силу трения за много тысячелетий до того, как стали понимать природу этих сил.

Простейший лабораторный опыт по градуировке динамометра является базой в приобретении навыков физических исследований. С его помощью очень важно научиться градуировать прибор для измерения силы, поскольку любое измерение — это сравнение с эталоном.

В исследовательской работе «Равнодействующая нескольких сил, направленных вдоль одной прямой» учащимся предлагается установить зависимость между силами упругости, направленными вдоль одной прямой. В опытах к небольшому телу с противоположных сторон прикрепляются 2 или 3 динамометра и после уравнивания тела фиксируются показания приборов. Кроме основного вывода о том, что равнодействующая всех сил равна нулю, учащимся предстоит объяснить отличие сил упругости при последовательном и параллельном соединении динамометров.

Пружина школьного лабораторного динамометра (динамометра Бакушинского) обладает сравнительно большой жёсткостью и мало деформируется под действием собственного веса. Поэтому коэффициент упругости пружины измеряют, опираясь на закон Гука, как описано в лабораторной работе № 6. Школьникам, обучающимся на углублённом уровне, после этого задания предлагается получить оценку коэффициента упругости пружины, изготовленной из проволоки, обладающей малой жёсткостью (исследовательская работа «Изучение упругих свойств пружины, обладающей малым значением коэффициента упругости»). Такая пружина заметно растягивается под собственным весом. Поэтому обычные методы, используемые для градуировки динамометра и определения коэффициента жёсткости пружины, в этом случае неприменимы. В этой связи при выполнении данной работы учащимся предстоит обосновать возможность применения важного методического приёма, основанного на использовании среднего значения физической величины.

Отдельного внимания заслуживает также кейс «Сухое трение». В этой работе изучается интересное физическое явление, которое заключается в том, что при некоторых условиях наблюдается определённая аналогия между сухим и жидким трением.

На обобщающем уроке по теме можно повторить все изученные ранее понятия и ответить на вопросы из рубрики «Вопросы для обсуждения». Например, почему мокрая газета рвётся значительно легче, чем сухая? Интересно будет выслушать и рассмотреть разные точки зрения по этому вопросу.

В главе 5 «Давление твёрдых тел, жидкостей и газов» учащиеся знакомятся с новой физической величиной — давлением. В материалах параграфов большое внимание уделяется анализу практических ситуаций, в которых проявляется передача давления твёрдыми телами, жидкостями и газами. Упоминаются многие примеры увеличения или уменьшения давления, с которыми мы постоянно сталкиваемся в природе, технике и в нашей повседневной жизни, приводятся принципы работы различных технических устройств, работа которых основана на законе Паскаля. Отдельный параграф посвящён великим изобретениям и важнейшим инженерным сооружениям для человечества — водопроводу и канализации.

Такая обширная база знаний позволит учащимся самостоятельно анализировать любые ситуации и объяснять особенности протекания физических явлений, связанных с передачей давления, и проводить собственные исследования.

Для закрепления изучения темы давления предлагается провести простой опыт по определению давления твёрдого тела на опору. Вместо предложенной в пособии лабораторной работы «Определение давления эталона килограмма» можно предложить учащимся вычислить давление, которое они сами производят на пол, стоя на месте, при ходьбе или сидя на стуле, определив площадь опоры с помощью тетрадного листа, следуя описанному ходу лабораторной работы.

В исследовательской работе «Изучение процесса вытекания воды из отверстия в сосуде» предлагается изучить, как скорость вытекания воды из отверстия в сосуде зависит от высоты её уровня.

Интересным вопросом для обсуждения является следующий: «Как изменится давление жидкости на дно сосуда, если он начнёт падать, сохраняя вертикальное положение?» При ответе на этот вопрос учащиеся должны вспомнить не только понятие давления в жидкости, но и понятие невесомости, изученное ранее. В то же время любопытно будет порассуждать, как изменится ответ, если учитывать сопротивление воздуха при падении.

Следующая небольшая глава **6 «Атмосфера и атмосферное давление»** посвящена знакомству с понятием атмосферного давления, причинами существования атмосферного давления, влиянием атмосферного давления на физические явления и живые организмы, измерению и приборам для измерения атмосферного давления.

В качестве домашней работы можно предложить учащимся сконструировать барометр (практическая работа «Изготовление "баночного" барометра») и проверить его работу, наблюдая за изменением атмосферного давления.

В вопросах для обсуждения продолжается рассмотрение вопросов, связанных с невесомостью: «Ртутный барометр, сохраняя вертикальное положение, падает с большой высоты. Что он показывает при этом?»

В главе **7 «Закон Архимеда. Плавание тел»** обсуждается действие жидкости и газа на погружённое в них тело, условия плавания и воздухоплавания.

Лабораторные работы по этой теме направлены на экспериментальное выявление физических величин, от которых зависит выталкивающая сила, и опытному выяснению условий плавания тел.

С помощью исследовательской работы «Определение плотности деревянной линейки гидростатическим способом» учащиеся смогут ещё раз закрепить свои знания о законе Архимеда и, используя условия плавания тел, оценить плотность древесины.

Интересным продолжением этой работы является предложенный кейс «Гидростатический метод определения плотности тела», в котором, проведя всего лишь три измерения с помощью линейки, необходимо определить плотность пластилина. Причём в описании работы сказано, какие два измерения нужно сделать: измерить первоначальную высоту уровня воды в сосуде и высоту уровня воды с опущенным в неё кусочком пластилина. Учащиеся могут догадаться, что третье измерение связано с плаванием тела, т. е. из имеющегося куска пластилина необходимо сделать «лодочку», опустить её в воду и измерить уровень воды в этом случае.

Следует отметить, что предложенные работы не требуют наличия сложного оборудования. Цилиндрические сосуды, линейки и пластилин всегда доступны, и эти опыты можно проводить даже в домашних условиях.

Для учащихся, изучающих физику на углублённом уровне, интересны будут вопросы для обсуждения, связанные с условиями плавания тел. Например, изменится ли глубина погружения бруска в воду, если в сосуд накачать воздух? Что произойдёт с уровнем воды в бассейне, если из лодки,

плавающей в нём, бросить в воду бревно? Как изменится уровень воды в сосуде, если лёд, плавающий в нём, растает? И т. д.

**Глава 8 «Работа, мощность, энергия»** посвящена изучению новых физических величин и одному из фундаментальных законов природы — закону сохранения энергии.

При выполнении экспериментальной проверки закона сохранения энергии в лабораторной работе № 11 важно учитывать, что при скатывании шарика с наклонного жёлоба изменения потенциальной и кинетической энергии шарика не будут совпадать. При анализе результатов учащиеся могут указать возможные причины этого расхождения. В качестве одной из основных причин можно назвать то, что мы не учитываем вращательное движение шарика по наклонной плоскости, а также возникающие погрешности при проведении измерений скорости при движении по горизонтальной поверхности после того, как он скатился с наклонной плоскости.

Ещё одна интересная практическая задача рассматривается в кейсе «Физика на прогулке». Как оценить мощность, развиваемую человеком при ходьбе? Вместе с учащимися можно провести анализ ситуации. Человек перемещается только благодаря тому, что между подошвами нашей обуви и дорогой существует трение. Но сила трения покоя, точка приложения которой не перемещается относительно дороги (проскальзывание отсутствует), работу совершать не может. Поэтому здесь нужно использовать тот факт, что, когда человек делает шаг, он несколько приподнимается на пальцах своих ног, и при этом мышцы ног человека совершают работу против силы тяжести.

Один из вопросов для обсуждения следующий: «При подъёме на высокую гору альпинисты взяли с собой баллон с газом. Можно ли утверждать, что энергия топлива при этом увеличилась?» Несмотря на то, что этот вопрос выходит за рамки изучения в 7 классе, так как понятие энергии топлива вводится только в 8 классе, учащиеся могут найти информацию, пользуясь дополнительными источниками или Интернетом, выдвинуть предположения и их обоснования, основываясь на своих знаниях.

7 класс завершает **глава 9 «Простые механизмы. "Золотое правило" механики»**. В главе рассматриваются такие простые механизмы, как рычаг, наклонная плоскость, блок, определение их выигрыша в силе и КПД. Важно дать понять учащимся, что в реальных простых механизмах всегда существуют потери энергии, связанные с силой трения и весом отдельных частей механизмов, что любой механизм, даже простейший, характеризуется коэффициентом полезного действия, а также экспериментально подтвердить,

что полезная работа, совершённая с помощью простого механизма, всегда меньше полной (затраченной) работы.

В качестве дополнения к стандартным лабораторным работам по выяснению условий равновесия рычага и определению КПД простых механизмов полезно провести исследование выигрыша в силе, получаемого с помощью полиспаста, состоящего из двух и более блоков. При проверке работы устройства в реальных условиях нужно учитывать наличие сил трения в осях блоков полиспаста. Чем больше подвижных блоков содержит устройство, тем бóльшая совокупная сила трения будет возникать в системе при движении груза. Поэтому, кроме проверки выигрыша в силе, получаемого с помощью полиспаста, необходимо проверить также выполнение «золотого правила» механики.

## **8 класс**

Учебник «Физика. Инженеры будущего» для 8 класса является продолжением курса физики, который изучался в 7 классе. Он посвящён изучению тепловых, электрических и электромагнитных явлений.

В главе 1 «Строение и свойства вещества. Тепловые явления» учащиеся продолжают знакомство с тепловыми явлениями и процессами, уже рассматриваемыми в предыдущем классе. Материал, изложенный в этой главе, закладывает базу для дальнейшего изучения основ термодинамики.

В отличие от базового уровня при изучении физики на углублённом уровне вводится понятие поверхностного натяжения жидкости, проводятся и объясняются опыты, демонстрирующие это явление, а также формулируется закон Ньютона—Рихмана, описывающий процесс теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой и применяемый для оценки мощности тепловых потерь.

Решение задач на базовом и углублённом уровне направлено на формирование умения работать с уравнением теплового баланса и связано с вычислением количества теплоты и теплоёмкости при теплопередаче.

При изучении явлений смачивания и капиллярности предлагается экспериментально исследовать зависимость высоты подъёма воды в капилляре от его радиуса. Интерес представляет задача нахождения радиуса капилляра, которая решается путём определения массы воды в капилляре и измерения длины столбика воды в нём.

Изготовление «баночного» калориметра можно предложить учащимся в качестве домашнего задания, а в классе проверить его работу, т. е. оценить, насколько он уменьшает потери тепла в окружающую среду, и провести конкурс на «лучший калориметр».

**Глава 2 «Изменения агрегатного состояния вещества»** посвящена процессам плавления и отвердевания, парообразования и конденсации, а также новой характеристике, называемой влажностью воздуха.

Учащиеся продолжают отрабатывать навыки решения задач, однако теперь добавляются формулы для определения количества теплоты в процессах плавления, кристаллизации, парообразования и конденсации. Графические задачи ориентированы на работу с графиками зависимости температуры от времени в процессах, сопровождающихся изменениями агрегатного состояния вещества.

Практическая работа «Исследование плавления кристаллических и аморфных тел» поможет экспериментально выявить различия в процессах плавления кристаллических и аморфных тел, которые связаны с тем, что, в отличие от аморфных тел, при плавлении кристаллических тел нужно затратить некоторую энергию на разрушение кристаллической структуры. При этом важно при помощи измерений показать, что в случае плавления кристаллического вещества изменение его строения (превращение льда в воду) происходит при определённой температуре (температуре плавления). В случае аморфных тел график зависимости температуры от времени существенно отличается. Интересным дополнением к проводимым опытам будет демонстрация плавления парафина с использованием тепловизора — устройства для наблюдения распределения температуры исследуемой поверхности (видеодемонстрации процесса плавления можно увидеть в виртуальных лабораторных работах, размещённых на сайте Единого содержания общего образования <https://content.edsoo.ru/lab/item/7/>). На экране тепловизора можно видеть цветную картинку исследуемой поверхности, где разным температурам соответствуют разные цвета.

В качестве дополнения к изучаемому материалу можно провести работу «Определение удельной теплоты растворения поваренной соли». Хотя понятие удельной теплоты растворения не вводится в курсе физики в школе, в общих чертах оно аналогично понятию удельной теплоты плавления кристаллов.

На обобщающем уроке по теме интересно поднять и обсудить вопросы, связанные с кипением воды в условиях невесомости (например, на космической станции), сформулированные в рубрике «Вопросы для обсуждения». Возможно ли вообще кипение в невесомости, можно ли наблюдать образование и подъём пузырьков воздуха в закипающей воде, происходит ли явление конвекции в жидкости при нагревании, и как можно решить возможные проблемы, связанные с кипением на космической станции.

В главе 3 «Тепловые двигатели» происходит знакомство с тепловыми двигателями и принципами их работы. § 35 посвящён одному из фундаментальных законов природы — закону сохранения энергии, рассматривается всеобщий характер этого закона и примеры его проявления в механических и тепловых явлениях.

В этой главе учащиеся узнают, что газ при нагревании расширяется и может совершать полезную работу. В исследовательской работе «КПД тепловой машины» предлагается проверить, можно ли обычный воздух превратить в рабочее тело тепловой машины. КПД модели тепловой машины оказывается очень малым, порядка 0,2 %. После проведения опыта можно вместе с учащимися обсудить, какие факторы приводят к потерям энергии в данном процессе и как можно увеличить КПД собранной установки.

Познавательное вместе с учащимися найти возможные ответы на вопрос из рубрики «Вопросы для обсуждения»: «Почему расход топлива автомобилем в городском цикле всегда больше расхода топлива на шоссе?», а также продолжить рассуждения и предложить рекомендации водителям, как можно экономить бензин при поездках на автомобиле.

В завершение главы обсуждаются экологические последствия использования двигателей внутреннего сгорания, тепловых и гидроэлектростанций и возможные пути решения этих экологических проблем.

**Глава 4 «Электрический заряд. Электрическое поле»** содержит описание электрических явлений, с которыми учащиеся сталкиваются впервые при изучении школьного курса физики. Именно поэтому характер изложения нового материала различается от раздела к разделу.

Сложность изучения этой темы в школе заключается в том, что вводятся первичные понятия электрического заряда и электрического поля. Дать точное и полное определение этих понятий невозможно прежде всего потому, что они относятся к числу фундаментальных, несводимых к каким-либо более простым понятиям или механизмам. Например, заряд нельзя разложить на составные части и изучать «изнутри». Наличие зарядов у элементарных частиц означает лишь их способность взаимодействовать друг с другом определённым образом.

При изучении и описании электрических явлений используется понятие точечного заряда, что в большинстве случаев следует рассматривать как физическую модель. Учащимся в таком возрасте ещё сложно понять, что точечных зарядов, как и материальных точек, в природе не существует. Вместе с тем, опираясь на опыты, важно объяснить, что если расстояние между заряженными телами во много раз больше их размеров, то размеры тел и их

форма не влияют на характер взаимодействия между ними, что полностью оправдывает использование этой физической модели.

Исследовательская работа «Сколько времени живёт заряд?» поможет выявить различия между моделью точечного заряда и реальными заряженными телами, заряд которых с течением времени уменьшается. В этой работе предлагается исследовать зависимость скорости потери заряда от свойств окружающей среды (концентрации положительных и отрицательных ионов, содержащихся в воздухе, влажности и температуры воздуха, наличия в воздухе частичек пыли, дыма и т. п.). Конечно, проведение подобной работы затруднительно в рамках одного урока (если есть возможность, рекомендуется использовать часы внеурочной деятельности), так как разрядка электрометра занимает значительное время. Например, разрядка электрометра при комнатных условиях длится около часа, при включённом ионизаторе — около 30 минут, при 100 % влажности воздуха — около 6 минут.

При рассмотрении вопроса для обсуждения «Можно ли с помощью незаряженного электроскопа определить знак заряда тела?» рекомендуется проверить возможные ответы экспериментально.

В главе 5 «Электрический ток» вводятся основные характеристики электрического тока — сила тока, напряжение, сопротивление. Понятия электрического заряда, ионов, электрического поля, введённые в предыдущей главе, помогают ввести понятие электрического тока, объяснить наличие электрического тока в различных средах, объяснить принцип действия источника тока и причины сопротивления проводников электрическому току.

Поскольку определение силы тока, как и понятие электрического тока в целом, вводится достаточно формально, то, как и в предыдущей главе, особое внимание следует уделять демонстрационным экспериментам и их объяснению.

Изучение закона Ома рекомендуется проводить на основе экспериментов, в которых устанавливаются зависимости силы тока от напряжения и силы тока от сопротивления.

При изучении этой темы учащиеся получают не только теоретические, но и практические знания и умения, которые востребованы в повседневной жизни. Основные расчётные задачи связаны с определением силы тока, напряжения и с применением закона Ома для участка цепи.

В лабораторных работах № 5 и № 6 учащиеся закрепляют правила включения и навыки работы с амперметром и вольтметром в цепи. При этом необходимо уделять особое внимание соблюдению правил техники безопасности. В этой связи полезно будет рассмотреть вопрос для обсуждения:

«Почему возникает опасность поражения током при пользовании неисправными электроприборами?»

Исследовательская работа «Овощные электрические цепи» включает изучение возможностей использования в качестве источников тока солёных овощей или лимонов. При изучении особенностей прохождения электрического тока в проводниках из овощей учащиеся устанавливают изменение силы тока в цепи от времени и делают соответствующие выводы.

В главе 6 «Характеристики электрических цепей» продолжается изучение постоянного электрического тока. Как и в главе 5, теоретический материал тесно связан с практикой и повседневной жизнью. Школьники учатся рассчитывать характеристики электрических цепей, оценивать совершаемую током работу и его мощность.

Курс изучения физики на углублённом уровне расширен параграфами § 64 «ЭДС в цепи постоянного тока. Закон Ома для полной цепи» и § 65 «Правила Кирхгофа». Чтобы эти новые темы не вызвали у учащихся сложностей, необходимо уделить достаточно времени на отработку их применения при решении задач.

Для закрепления навыков расчётов сложных электрических цепей предлагается исследовательская работа «Разветвлённые электрические цепи». Учащимся предлагается исследовать семь электрических цепей, составленных из большого числа одинаковых резисторов. При возникновении сложностей с выводом формулы эквивалентного сопротивления проводников можно воспользоваться приведённой подсказкой.

При анализе последней электрической цепи (Ж) учащиеся, которые заинтересованы информатикой, могут попробовать написать компьютерную программу на любом языке программирования, которая рассчитывает общее сопротивление цепи, состоящей из любого количества  $n$  одинаковых звеньев. Аналитическое решение для бесконечной цепи известно. Для участков цепи с числом звеньев от 1 до 10 можно сравнить расчётные значения с экспериментальными, измеренными с помощью омметра, а также сравнить, насколько отличается значение сопротивления этой схемы при  $n = 10—20$  от значения сопротивления при бесконечной цепи, полученной аналитически.

Эта работа может быть полезна при подготовке к олимпиадам или индивидуальным исследовательским проектам.

Исследовательские работы «Измерение внутреннего сопротивления амперметра» и «Измерение внутреннего сопротивления вольтметра» направлены на то, чтобы показать, что все электроизмерительные приборы обладают собственным (внутренним) сопротивлением. Поэтому при

включении их в цепь изменяются такие характеристики цепи, как сила тока, напряжение и сопротивление.

В рамках изучения **главы 7 «Магнитное поле»** учащиеся впервые знакомятся с новым видом материи — магнитным полем, его свойствами, учатся объяснять наблюдаемые явления с помощью этого понятия. Практически весь материал темы изучается на качественном уровне, поэтому основной базой для объяснения является физический эксперимент.

При решении качественных задач учащиеся должны правильно изображать магнитное поле тока, катушки, постоянного магнита и Земли, указывать положения полюсов по изображению поля, находить направление силы Ампера. Расчётные задачи ориентированы на определение модуля и направления вектора магнитной индукции в данной точке и силы Ампера.

§ 76 посвящён практическим применениям магнитных полей и магнитных устройств в науке и технике.

В исследовательской работе «Изучение магнитного поля подковообразного магнита» учащиеся изучают действие магнитного поля на проводник с током, помещённый между полюсами подковообразного магнита. При этом они наблюдают отклонение проводника от его первоначального положения и устанавливают зависимость направления движения проводника от направления тока в нём и от расположения полюсов магнита. Выполнив несложные измерения, учащиеся могут получить оценку индукции магнитного поля между полюсами подковообразного магнита. Формулу для вычисления индукции магнитного поля учащиеся выводят самостоятельно или обратившись за помощью к описанию работы.

Одним из важных свойств магнитного поля является замкнутость его силовых линий. Это свидетельствует о том, что магнитное поле, в отличие от поля электростатического, не является центральным. Нецентральный характер магнитного поля означает, что сила, действующая со стороны магнита на тело или проводник с током, не направлена вдоль линии, соединяющей полюс магнита с отдельными участками этого тела или проводника. Другими словами, полюс магнита нельзя рассматривать как некий центр локализации магнитной силы. Именно этой особенности магнитного поля постоянных магнитов посвящён кейс «Эта странная магнитная сила», в котором учащиеся опытным путём смогут изучить взаимодействие постоянного магнита и тела, изготовленного из материала, способного намагничиваться (железо, сталь, никель и т. п.).

В **главе 8 «Электромагнитные явления»** изучается фундаментальное явление электромагнетизма — электромагнитная индукция. Сегодня известно, что электромагнитные взаимодействия лежат в основе огромного количества

явлений окружающего нас мира. Это один из четырёх видов фундаментальных взаимодействий, которые действуют как в микромире, так и в макромире, и которым подчиняются все объекты Вселенной.

Отдельный параграф § 83 посвящён способам получения электроэнергии на электростанциях, работающих на невозобновляемых и возобновляемых источниках энергии, использованию электроэнергии, а также экологическим проблемам энергетики.

Так же как и в предыдущей главе, материал здесь изучается в основном на качественном уровне. Качественные задачи предполагают анализ различных ситуаций с точки зрения возможности возникновения индукционного тока и определения его направления.

Исследовательская работа «Изучение падения магнита внутри металлической трубки» показывает явление электромагнитной индукции с неожиданной стороны. Как показали многочисленные опыты, лежащие в основе теории электрических и магнитных явлений, при движении магнита вблизи массивного проводника в этом проводнике начинают циркулировать объёмные вихревые токи (так называемые токи Фуко). Возникающее при этом взаимодействие между токами и магнитным полем оказывает тормозящее воздействие на характер движения магнита относительно проводника. Учащиеся на опыте смогут установить характер падения небольшого магнита внутри алюминиевой трубки, который оказывается практически равномерным, а не равноускоренным. Используя динамометр, учащиеся могут экспериментально измерить силу, которая действует со стороны трубки на магнит. Неожиданным оказывается тот факт, что эта сила равна весу движущегося в трубке магнита.

Один из вопросов в рубрике «Вопросы для обсуждения» сформулирован следующим образом: «Магнит быстро опускают в катушку. На что расходуется работа силы тяжести?» При ответе на этот вопрос учащиеся анализируют процессы, происходящие в катушке, а также выясняют, какие преобразования энергии происходят в этих процессах.

## **9 класс**

Учебник «Физика. Инженеры будущего» для 9 класса является продолжением курса физики для 7 и 8 классов тех же авторов. При изучении физики в 9 классе все физические понятия и явления, о которых уже шла речь ранее, изучаются на более глубоком уровне, как с привлечением необходимого математического аппарата, так и с использованием более сложного экспериментального физического оборудования. При этом особое внимание уделяется тому, чтобы все базовые понятия, введённые ранее, были повторены, расширены и усвоены на более высоком уровне.

Учебный материал 9 класса начинается с главы 1 «Основы кинематики», которая продолжает знакомство с механическими явлениями, изученными ранее в 7 классе. В ходе объяснения нового материала учитель может опираться на уже имеющиеся у учащихся знания и такие понятия, как механическое движение, траектория, путь, перемещение, скорость, ускорение.

Для того чтобы уверенно работать с векторными величинами и вспомнить необходимые математические понятия, в параграфы вставлены рубрики «Межпредметные связи. Математика».

Задачи базового и повышенного уровня сложности направлены на анализ различных ситуаций и закрепление навыков определения пути и перемещения, работы с векторными величинами, определения вида и характеристик движения по графикам, применения кинематических уравнений прямолинейного равномерного и равнопеременного движения, а также движения по окружности.

Одна из исследовательских работ «Изучение равномерного прямолинейного движения» направлена на изучение равномерного прямолинейного движения на примере движения пузырька воздуха в трубке с водой, установленной под некоторым углом. Путём измерения расстояния, проходимого пузырьком воздуха в трубке с водой за каждую секунду, учащиеся вычисляют скорость движения пузырька воздуха на каждом отрезке пути и самостоятельно устанавливают равномерный характер его движения. Также учащиеся могут исследовать, как изменяется скорость пузырька воздуха при различных углах наклона стеклянной трубки, и построить график движения пузырька. Видеодемонстрации опытов можно увидеть в виртуальных лабораторных работах, размещённых на сайте Единого содержания общего образования (<https://content.edsoo.ru/lab/item/3/>).

В продолжении этой работы приведён кейс «Изучение влияния среды на характер движения тела», в котором вместо пузырька воздуха предлагается использовать стальной шарик.

Исследовательская работа «Изучение свободного падения» является продолжением работы из 7 класса, в которой учащиеся исследовали падение шарика с различных высот и экспериментально устанавливали линейную зависимость квадрата времени падения тела от высоты, с которой оно падает. На основе полученных измерений теперь учащиеся смогут найти ускорение свободного падения и сравнить его с табличным значением.

В главе 2 «Основы динамики» изучаются причины движения тел, виды сил в природе, анализируются и обсуждаются явления с использованием трёх основных законов механики — законов Ньютона. При изучении нового материала учителю следует учитывать, что учащиеся уже знакомы с такими

понятиями, как: инерция, масса, взаимодействие тел, сила, а также имеют представление о силах тяжести, упругости, трения, весе тела и равнодействующей силе.

Следует обратить внимание на исследовательскую работу «Измерение коэффициента упругости мягкой пружины». Как уже говорилось ранее, пружина, обладающая малой жёсткостью, заметно растягивается даже под действием собственного веса. Поэтому стандартный метод измерения коэффициента упругости путём подвешивания к пружине перегрузков небольшой массы является неоправданным. В 7 классе мы рассматривали простейший способ решения этой задачи. В 9 классе, чтобы получить выражение для коэффициента упругости, предлагается использовать более сложный методический приём, основанный на методе суммирования.

**Глава 3 «Основы статики»** посвящена изучению условий равновесия механических систем под действием приложенных к ним сил.

Решение задач направлено на анализ сил, действующих на тело, находящееся на опоре, применение условий равновесия, а также определение центра тяжести тела.

В качестве практической работы предлагается оценить коэффициент трения скольжения грифеля карандаша о бумагу. В этом опыте не требуется никакое специальное оборудование, поэтому подобную работу можно выполнить и дома. Понадобятся только карандаш, заточенный с двух сторон, два листа бумаги формата А4, книга, линейки и канцелярские скрепки.

Для расширения кругозора учащихся служит кейс «Физика на кухне: вокруг куриного яйца». Учащиеся могут сами продумать и подготовить установку для изучения прочностных свойств яичной скорлупы или воспользоваться описанием в учебном пособии.

Ещё одна интересная проблема для повышения мотивации учащихся изложена в вопросах для обсуждения: «Персонажи басни Крылова Лебедь, Рак и Щука тянут воз с одинаковыми силами. Как они должны тянуть, чтобы воз не мог сдвинуться с места даже при отсутствии сил трения между возом и землёй?» Рассмотрение задач с художественным содержанием помогает развивать критическое мышление, а также умение анализировать и обосновывать изложенные события с точки зрения физики.

В **главе 4 «Механика жидкостей и газов»** учащиеся вначале вспоминают основные законы гидростатики, которые изучались в 7 классе, а затем переходят к рассмотрению гидродинамики, т. е. описанию явлений в движущейся жидкости.

Интересной исследовательской работой в этой главе является «Изучение движения водяных струй», в которой ставится задача найти положение

отверстия в цилиндрическом сосуде при заданном положении уровня воды, чтобы дальность полёта водяной струи была наибольшей.

Завершает блок по механическим явлениям **глава 5 «Законы сохранения в механике»**. Законы сохранения принадлежат к наиболее общим законам природы и являются базисом современной физики, поэтому особое внимание уделяется законам сохранения импульса и энергии.

При изучении законов сохранения важно подчеркнуть, что они имеют границы применимости. В частности, законы сохранения рассматриваются для замкнутой системы, когда на систему не действуют внешние силы. При этом необходимо объяснить, что понятие замкнутой системы также является физической моделью.

Решение задач базового и повышенного уровней сложности направлено на применение закона сохранения импульса для расчёта результатов взаимодействия тел (на примерах неупругого взаимодействия, упругого центрального взаимодействия двух одинаковых тел, одно из которых неподвижно) и на применение закона сохранения механической энергии для расчёта потенциальной и кинетической энергии тела.

Лабораторная работа № 4 посвящена опытной проверке закона сохранения импульса в процессах упругих столкновений металлических шаров, подвешенных на нитях. Для 9 класса предлагается проверить простейший случай, когда после центрального столкновения оба шара начинают двигаться вдоль одной прямой в одном направлении. Учащиеся могут самостоятельно вывести формулу скорости шаров перед столкновением и после столкновения и вычислить их импульсы или воспользоваться описанием, приведённым в теоретической справке.

В исследовательской работе «Опытная проверка закона сохранения энергии» предлагается проверить 3 ситуации, чтобы понять, какие факторы оказывают влияние на результаты измерений при проверке выполнения закона сохранения энергии. В первой серии опытов рассматривается движение бруска по наклонному жёлобу и изучается влияние силы трения на точность результатов. Во второй серии опытов изучается движение шарика по наклонному жёлобу (подобный опыт рассматривался в 7 классе). Для объяснения причин различий в изменениях потенциальной и кинетической энергии тела рекомендуется дать формулу (без вывода) для оценки той части потенциальной энергии, которая превращается в кинетическую энергию вращательного движения шарика при его движении по жёлобу. Третья серия опытов связана с изучением движения тележки на магнитной подвеске по наклонной плоскости. В этом случае нет вращения тела и минимизировано влияние силы трения.

В рубрике «Вопросы для обсуждения» рассматривается вопрос: «Воздушный шар поднимается вверх. При этом его потенциальная энергия увеличивается. За счёт чего это происходит?» Интересно будет вспомнить принципы воздухоплавания, обсудить, какие превращения энергии происходят при подъёме воздушного шара, и сделать вывод, не нарушается ли в этом случае закон сохранения энергии.

В рамках главы 6 «Механические колебания и волны» учащиеся знакомятся с основными закономерностями колебательного движения и понятием механической волны. Помимо знакомства с качественными закономерностями колебательного процесса, учащиеся учатся определять характеристики колебательного движения, период и частоту колебаний нитяного и пружинного маятников, длину волны и скорость распространения волн.

В исследовательской работе «Построение графика гармонических колебаний» используется новый подход в изучении процессов колебания нитяного маятника с помощью видеосъёмки. На основе отснятых видеосюжетов записываются координаты грузика от времени (например, с шагом по времени 0,2 с) и строится график. Таким образом, ещё не умея решать сложные уравнения, учащиеся смогут на опыте убедиться, что координата грузика изменяется, как тригонометрическая функция синуса (или косинуса). Кроме этого, учащиеся могут продолжить исследование и провести опыт с маятником, грузик которого помещён в воду. В этом случае колебания довольно быстро затухают. График зависимости координаты от времени наглядно продемонстрирует этот процесс. Видеодемонстрации опытов можно увидеть в виртуальных лабораторных работах, размещённых на сайте Единого содержания общего образования (<https://content.edsoo.ru/lab/item/6/>).

Кроме классических опытов по исследованию зависимости периода колебаний пружинного маятника от амплитуды, его массы и жёсткости пружины, учащиеся могут продолжить исследование и провести измерения периода колебаний груза не только при помощи одной пружины с фиксированным коэффициентом жёсткости, но и определить, как период колебаний зависит от эффективной жёсткости систем, состоящих из последовательно соединённых пружин.

Ещё одним интересным исследованием является работа «Проверка закона сохранения энергии при помощи маятника». Ключевым элементом в этом опыте является измерение скорости шарика в нижней точке траектории на базе всего 2 см при помощи электронного таймера, снабжённого двумя фотоэлектрическими датчиками, позволяющего измерять временные интервалы длительностью несколько миллисекунд.

А возможно ли возникновение колебаний в системе без прямого внешнего воздействия на эту систему? Пример этого любопытного опыта описан в кейсе «Необычный маятник». В нём рассматривается поведение двух жидкостей различной плотности в процессе их смешивания.

**Глава 7 «Звук»** является логическим продолжением главы 6 «Механические колебания и волны». Учащиеся знакомятся с основными закономерностями и характеристиками звуковых волн, особенностями их распространения, источниками и приёмниками звука.

Гармонические колебания, которые изучаются при помощи нитяного и пружинного маятников, можно «увидеть» и в акустике. В исследовательской работе «Изучение колебаний камертона с помощью осциллографа» учащимся предлагается провести опыты по изучению звуковых колебаний. При помощи микрофона звуковые колебания преобразуются в электрические, которые отображаются на экране осциллографа. Опытным путём учащиеся могут определить, при каком положении камертона амплитуда сигнала на экране осциллографа будет наибольшей, как амплитуда сигнала зависит от силы удара молоточком, а по осциллограмме определить период и частоту звуковых колебаний.

В качестве домашнего задания будет интересно выполнить кейс «Бутылочный ксилофон». Используя тот факт, что при проведении подушечкой пальца по краю бокала с водой бокал издаёт звук, и зная, что высота звука зависит от количества налитой в бокал жидкости, с помощью нескольких бокалов или бутылок можно воспроизвести целый музыкальный звукоряд и своими руками изготовить простейший музыкальный инструмент — ксилофон.

На базе материала по электромагнитным явлениям, изученным в 8 классе, в **главе 8 «Электромагнитные колебания и волны»** вводятся базовые понятия и законы, описывающие переменный электрический ток, электромагнитное поле, электромагнитные колебания, волны и их свойства.

В предыдущей главе учащиеся при помощи осциллографа и камертона исследовали звуковые колебания. Здесь также можно исследовать колебания в электромагнитных процессах и наблюдать явление электрического резонанса. В реальном колебательном контуре свободные электромагнитные колебания являются быстро затухающими, поскольку элементы контура обладают сопротивлением. Поэтому изучение резонансных характеристик контура можно осуществить только при наличии вынужденных колебаний, которые являются незатухающими. Источником вынуждающей силы, поддерживающей указанные колебания, является генератор, к которому подключается колебательный контур.

В кейсе к главе 8 рассматривается необычный способ измерения скорости распространения электромагнитных волн при помощи микроволновой печи. Если из микроволновой печи вынуть вращающуюся тарелку, то нагрев пищи будет происходить неравномерно. Измерив расстояние между соседними областями нагрева тела (например, сосиски), можно найти длину волны и оценить скорость электромагнитной волны.

Изучение оптических явлений в главе 9 «Геометрическая оптика» выстроено с учётом сведений, изложенных в курсе физики 8 класса, в частности, в теме «Излучение». В рамках темы учащиеся знакомятся с законами геометрической оптики, учатся применять эти законы для построения изображения предмета в плоском зеркале и тонкой линзе. В дополнение к материалу, изучаемому на базовом уровне, вводятся полное отражение света и формула тонкой линзы, которую нужно уметь применять для решения задач.

На уроках важно решать не только количественные, но и качественные задачи по изучаемой теме. Качественные задачи направлены на формирование умений применять законы геометрической оптики для объяснения физических явлений. Количественные задачи позволяют сформировать у учеников умения определять длину тени от предмета, углы падения, отражения и преломления света, оптическую силу линзы. Особое место отводится задачам на построение изображения предмета в плоском зеркале и в тонких линзах.

Стандартные лабораторные работы позволяют закрепить базовые знания по геометрической оптике и подготовиться к проверочным и контрольным работам. В них учащиеся получают навыки работы с источником света и линзой, учатся получать изображения предметов с помощью собирающей линзы. В кейсе «Самодельный микроскоп» предлагается собрать модель простейшего микроскопа, состоящего из двух линз, которые являются объективом и окуляром. Учащиеся установят, что увеличение микроскопа зависит от расстояния между задним фокусом объектива и передним фокусом окуляра, а также опытным путём измерят увеличение собранного прибора. Эта работа может стать основой для индивидуального исследовательского проекта.

Интересным дискуссионным вопросом по этой теме является вопрос для обсуждения: «Что будет больше — облако или его тень — на поверхности земли?» При обсуждении важно учесть несколько факторов, например, расстояние между Солнцем и Землёй, расстояние между облаком и землёй, угол освещения облака, прозрачность облака и т. д. В продолжение дискуссии можно также обсудить, как отличаются скорости движения облака и его тени на земле.

**Глава 10 «Электромагнитная природа света»** посвящена физическим явлениям, которые могут быть объяснены только в рамках волновой природы света — дисперсии, дифракции, интерференции и поляризации света.

Исследовательская работа по наблюдению дифракции света достаточно проста. Её можно выполнить и дома, имея в качестве оборудования лазерную указку и металлическую линейку. Необходимо правильно расположить лазер относительно поверхности линейки, тогда на экране, установленном на пути следования луча, отражённого от линейки, можно увидеть дифракционную картину. В этом опыте учащиеся также проверяют, как зависит расстояние между соседними максимумами дифракционной картины от расстояния между экраном и местом падения луча на линейку.

Поляризация — довольно сложное оптическое явление. В работе «Изучение поляризованного света» учащиеся проводят исследование поляризации света при помощи лазера и двух поляроидов (поляризатора и анализатора) — один поляризует пучок света от лазера, а второй, в зависимости от взаимной ориентации первого и второго поляроидов, меняет интенсивность света. Для того чтобы провести измерения и построить необходимые графики, используется фотометрический датчик и присоединённый к нему цифровой микроамперметр.

В вопросах для обсуждения предлагается организовать несколько дискуссий, например: «Почему при помощи оптического микроскопа нельзя увидеть молекулы и атомы?», «В чём преимущества электронного микроскопа перед оптическим?».

**Глава 11 «Квантовые явления»** также базируется на сведениях, полученных ранее при изучении физики и химии. Здесь впервые учащиеся знакомятся с устройством атома и некоторыми фундаментальными понятиями физики микромира.

Количественные задачи базового и повышенного уровня сложности направлены на формирование умений определять энергию, частоту и длину волны фотонов, испускаемых или поглощаемых атомом при переходе между энергетическими уровнями; зарядовое и массовое числа атома, количество протонов и нейтронов в ядре атома; энергию связи нуклонов в ядре и дефект массы. Особый класс задач по теме составляют задачи, предполагающие умение записывать уравнения ядерных реакций деления и реакций термоядерного синтеза на основе законов сохранения зарядового и массового чисел.

Интересной темой для дискуссии может стать вопрос для обсуждения: «Можно ли в настоящее время осуществить мечту алхимиков: превратить ртуть в золото?» После высказывания своих предложений учащиеся могут

найти в Интернете статьи о том, как учёные справились с этой задачей и написать уравнения соответствующих реакций.

В заключительной **главе 12 «Строение и эволюция Вселенной»** в доступной форме описывается современная картина мира с точки зрения как физики, так и астрономии. При этом внимание уделяется и вопросам строения и эволюции Вселенной, и современному состоянию физики микромира.

Один из вопросов для обсуждения формулируется следующим образом: «Есть гипотеза, что во Вселенной могут существовать галактики, состоящие из антивещества. Как вы думаете, могут ли они быть обнаружены имеющимися на сегодня средствами наблюдения?» Хочется ещё раз отметить, что подобные дискуссионные вопросы направлены на то, чтобы учащиеся самостоятельно искали информацию по актуальным проблемам в науке и технике, используя различные источники, в том числе Интернет. При этом они должны научиться отличать научные факты от псевдонаучных и вырабатывать критическое мышление по отношению к любой информации.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 7 КЛАСС (102 ч)

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)
<b>Глава 1. Физика и мир, в котором мы живём (7 ч)</b>			
1.	Что изучает физика	Физика — наука о природе. Явления природы. Физические явления: механические, тепловые, электрические, магнитные, световые, звуковые	Наблюдение и описание физических явлений. Выявление различий между физическими и химическими превращениями (МС — химия). Распознавание и классификация физических явлений: механических, тепловых, электрических, магнитных и световых
2.	Некоторые физические термины. Получение новых знаний	Физические термины. Как физика и другие естественные науки изучают природу. Естественно-научный метод познания: наблюдение, постановка научного вопроса, выдвижение гипотез, эксперимент по проверке гипотез, объяснение наблюдаемого явления. Описание физических явлений с помощью моделей	Объяснение смысла физических терминов: физическое тело, вещество, материя. Обсуждение явления падения тел на землю. Выдвижение гипотез, объясняющих простые явления, например: — почему останавливается движущееся по горизонтальной поверхности тело; — почему в жаркую погоду в светлой одежде прохладней, чем в тёмной. Выдвижение идей о способах проверки гипотез.

			<p>Проведение исследования по проверке какой-либо гипотезы, например: дальность полёта шарика, пущенного горизонтально, тем больше, чем больше высота пуска, или время замерзания воды не зависит от того, добавлен в воду сахар или нет.</p> <p>Объяснение роли наблюдения и эксперимента в получении новых знаний.</p> <p>Построение простейших моделей физических явлений (в виде рисунков или схем), например: падение предмета; прямолинейное распространение света</p>
3.	Физические величины. Единицы физической величины	Физические величины. Единицы физических величин. Размерность. Измерение физических величин. Эталоны. Международная система единиц. Перевод внесистемных единиц в единицы СИ	<p>Объяснение понятия <i>физическая величина</i>.</p> <p>Объяснение понятия <i>размерность физической величины</i></p>
4.	Измерение физических величин. Пространство и время	Физические приборы. Цена деления. Измерение физических величин. Правила безопасной работы с лабораторным оборудованием. Место человека в окружающем его мире	<p>Изучение назначения физических приборов.</p> <p>Определение цены деления шкалы измерительного прибора.</p> <p>Измерение объёма жидкости и твёрдого тела.</p> <p>Определение размеров малых тел методом рядов</p>

5.	Измерение и точность измерения. Измерение расстояний и размеров малых тел	Погрешность измерений. Среднее значение измерений. Прямые и косвенные измерения. Измерение расстояний и размеров малых тел. Измерение времени	Определение погрешности при прямых измерениях. Определение среднего значения измерений. Проведение прямых и косвенных измерений физических величин
6.	Лабораторная работа «Определение цены деления шкалы измерительного прибора». Работа со штангенциркулем	Определение цены деления шкалы измерительного прибора	Определение цены деления шкалы измерительного прибора. Определение погрешности при прямых измерениях. Представление результатов измерений в виде таблиц. Запись результата измерений с учётом погрешности
7.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Как физика и другие естественные науки изучают природу	Выполнение творческих заданий по поиску способов измерения некоторых физических характеристик (измерение толщины листа, измерение масс малых тел, измерение времени реакции). Обсуждение проблемных ситуаций, например: «Место человека в окружающем его мире», «Возникновение и развитие науки о природе», «Физическая картина мира и альтернативные взгляды на мир»

<b>Глава 2. Строение вещества (9 ч)</b>			
8.	Строение вещества	Опыты, доказывающие дискретное строение вещества	Наблюдение и интерпретация опытов, свидетельствующих об атомно-молекулярном строении вещества: опыты с растворением различных веществ в воде
9.	Молекулы и атомы. Нанотехнологии и их применение	Строение вещества: атомы и молекулы, их размеры. Нанотехнологии	Оценка размеров атомов и молекул с использованием фотографий, полученных на электронном микроскопе
10.	Лабораторная работа «Измерение размеров малых тел». Исследовательская работа «Оценка скорости испарения молекул воды»	Оценка диаметра атома методом рядов (с использованием фотографий)	Определение размеров малых тел. Представление результатов измерений в виде таблиц. Формулирование выводов
11.	Броуновское движение. Диффузия	Движение частиц вещества. Связь скорости движения частиц с температурой. Броуновское движение, диффузия	Наблюдение и объяснение броуновского движения и явления диффузии. Объяснение зависимости скорости протекания диффузии от температуры
12.	Использование диффузии для решения практических задач. Исследовательская работа «Оценка скорости диффузии молекул»	Использование диффузии для решения практических задач	Исследование явления диффузии. Представление результатов измерений в виде таблиц. Формулирование выводов

13.	Взаимное притяжение и отталкивание молекул	Взаимодействие частиц вещества: притяжение и отталкивание	Проведение и объяснение опытов по обнаружению сил молекулярного притяжения и отталкивания
14.	Агрегатные состояния вещества	Агрегатные состояния вещества: строение газов, жидкостей и твёрдых (кристаллических) тел. Взаимосвязь между свойствами веществ в разных агрегатных состояниях и их атомно-молекулярным строением. Особенности агрегатных состояний воды	Описание основных различий в строении газов, жидкостей и твёрдых тел. Объяснение малой сжимаемости жидкостей и твёрдых тел, большой сжимаемости газов. Объяснение сохранения формы твёрдых тел и текучести жидкости. Проведение и объяснение опытов по наблюдению теплового расширения газов. Проведение опытов, доказывающих, что в твёрдом состоянии воды частицы находятся в среднем дальше друг от друга (плотность меньше), чем в жидком. Установление взаимосвязи между особенностями агрегатных состояний воды и существованием водных организмов
15.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Строение вещества	Решение задач базового и повышенного уровней сложности. Обсуждение проблемных ситуаций, например опыта по смешиванию воды и спирта, движения чайнок в стакане горячего чая (см. вопросы для обсуждения к главе)
16.	Контрольная работа № 1	Строение вещества	Выполнение заданий по теме

### Глава 3. Движение, взаимодействие, масса (15 ч)

17.	Механическое движение	Механическое движение. Путь и перемещение. Равномерное и неравномерное движение. Свободное падение как пример неравномерного движения тел	<p>Наблюдение и описание механического движения тела.</p> <p>Исследование равномерного движения и определение его признаков.</p> <p>Наблюдение неравномерного движения и определение его отличий от равномерного движения.</p> <p>Иллюстрирование примеров равномерного и неравномерного движения.</p> <p>Изучение свободного падения тел разной массы.</p> <p>Экспериментальное доказательство, что свободное падение — пример неравномерного движения (с использованием замедленного режима съёмки)</p>
18.	Скорость	Скорость. Расчёт пути и времени движения. Графики зависимостей величин, описывающих движение	<p>Получение и анализ графиков зависимости пути и скорости от времени.</p> <p>Решение задач (в том числе графическим методом) на определение пути, скорости и времени равномерного движения.</p> <p>Измерение скорости равномерного прямолинейного движения</p>
19.	Относительность механического движения	Общие понятия об относительности движения. Сложение скоростей для тел, движущихся параллельно	Иллюстрирование примеров относительности движения

20.	Практикум решения задач	Скорость. Расчёт пути и времени движения. Графики зависимостей величин, описывающих движение. Относительность движения	Решение задач базового и повышенного уровней сложности. Решение задач на определение пути, скорости и времени равномерного прямолинейного движения. Анализ графиков зависимости пути и скорости от времени
21.	Средняя скорость. Ускорение	Средняя скорость при неравномерном движении. Расчёт пути и времени движения. Графики зависимостей величин, описывающих движение. Ускорение	Определение средней скорости тела при неравномерном прямолинейном движении. Определение ускорения тела при равноускоренном движении тела
22.	Измерение скорости. Практикум решения задач	Измерение скорости. Расчёт пути и времени движения. Графики зависимостей величин, описывающих движение	Решение задач базового и повышенного уровней сложности. Решение задач на определение пути, скорости неравномерного прямолинейного движения. Анализ графиков зависимости пути и скорости от времени. Определение средней скорости тела при неравномерном прямолинейном движении. Определение ускорения тела при равноускоренном движении тела
23.	Исследовательские работы по механическому движению. Изучение	Скорость. Средняя скорость	Представление результатов измерений в виде таблиц. Формулирование выводов

	физических величин, характеризующих механическое движение		
24.	Исследовательские работы по механическому движению. Изучение движения тела при его падении с некоторой высоты	Свободное падение	Исследование зависимости времени падения тела от его начальной высоты. Исследование зависимости скорости падения тела от его начальной высоты. Представление результатов измерений в виде таблиц. Формулирование выводов
25.	Инерция	Явление инерции. Закон инерции	Наблюдение явления инерции. Объяснение и прогнозирование явлений, обусловленных инерцией, например: что происходит при торможении или резком манёвре автомобиля, почему невозможно мгновенно прекратить движение на велосипеде или самокате и т. д. Объяснение причины изменения скорости тел
26.	Взаимодействие тел и масса. Лабораторная работа «Измерение массы тела на рычажных весах»	Взаимодействие тел как причина изменения скорости движения тел. Масса как мера инертности тела в поступательном движении	Наблюдение изменения скорости при взаимодействии тел. Проведение и анализ опытов, демонстрирующих изменение скорости движения тела в результате действия на него других тел. Проведение и анализ опытов, демонстрирующих зависимость изменения

			<p>скорости тела от его массы при взаимодействии тел.</p> <p>Сравнение масс по взаимодействию тел.</p> <p>Измерение массы тела различными способами</p>
27.	Плотность и масса	<p>Плотность вещества. Связь плотности с количеством молекул в единице объёма вещества.</p> <p>Смеси и сплавы.</p> <p>Поверхностная и линейная плотность</p>	<p>Определение плотности вещества.</p> <p>Использование справочных таблиц.</p> <p>Решение задач на определение массы тела, его объёма и плотности</p>
28.	Лабораторная работа «Определение плотности твёрдого тела с помощью весов и измерительного цилиндра»	Определение плотности твёрдого тела	<p>Определение плотности тела в результате измерения его массы и объёма.</p> <p>Представление результатов измерений в виде таблиц.</p> <p>Анализ результатов измерений и формулирование выводов</p>
29.	Практикум решения задач	Плотность вещества	<p>Решение задач базового и повышенного уровней сложности.</p> <p>Решение задач на определение массы тела, его объёма и плотности</p>
30.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	<p>Механическое движение. Скорость.</p> <p>Плотность вещества</p>	Обсуждение проблемных ситуаций (например, см. вопросы для обсуждения к главе)
31.	Контрольная работа № 2	<p>Механическое движение. Скорость.</p> <p>Плотность вещества</p>	Выполнение заданий по теме

#### Глава 4. Силы вокруг нас (17 ч)

32.	Сила	Сила как характеристика взаимодействия тел	<p>Наблюдение и описание механических явлений с позиций динамики.</p> <p>Изучение взаимодействия как причины изменения скорости тела или его деформации.</p> <p>Описание реальных ситуаций взаимодействия тел с помощью моделей, в которых вводится понятие и изображение силы</p>
33.	Сила тяжести	<p>Явление тяготения и сила тяжести.</p> <p>Сила тяжести на других планетах</p>	<p>Анализ ситуаций, связанных с явлением тяготения.</p> <p>Решение качественных задач, связанных с явлением тяготения.</p> <p>Объяснение орбитального движения планет с использованием явления тяготения и закона инерции.</p> <p>Вычисление силы тяжести</p>
34.	Сила упругости	Сила упругости	<p>Изучение силы упругости.</p> <p>Анализ практических ситуаций, в которых проявляется действие силы упругости (упругость мяча, кроссовок, веток дерева и др.).</p> <p>Объяснение причин возникновения силы упругости.</p> <p>Описание видов деформации, встречающихся в быту и технике</p>

35.	Закон Гука. Динамометр	Сила упругости и закон Гука. Измерение силы с помощью динамометра	Использование закона Гука для решения задач
36.	Практикум решения задач	Сила тяжести. Сила упругости. Закон Гука	Решение задач базового и повышенного уровней сложности на вычисление силы тяжести и силы упругости
37.	Лабораторная работа «Градуировка динамометра. Исследование зависимости силы упругости от удлинения пружины. Определение коэффициента упругости пружины»	Измерение силы с помощью динамометра. Опыты, демонстрирующие зависимость растяжения (деформации) пружины от приложенной силы	Градуирование пружины динамометра. Исследование зависимости силы упругости от удлинения пружины (с построением графика). Определение коэффициента упругости пружины. Представление результатов измерений в виде таблиц и графиков. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
38.	Исследовательская работа «Изучение упругих свойств пружины, обладающей малым значением коэффициента упругости»	Опыты, демонстрирующие зависимость растяжения (деформации) пружины от приложенной силы	Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
39.	Вес тела. Невесомость	Вес тела. Невесомость	Измерение веса тела с помощью динамометра. Обоснование этого способа измерения.

			<p>Выявление различий веса тела и силы тяжести.</p> <p>Выявление различий веса тела и массы тела.</p> <p>Анализ и моделирование явления невесомости</p>
40.	Равнодействующая сила	Сложение сил, направленных по одной прямой. Равнодействующая сил	<p>Экспериментальное получение правила сложения сил, направленных вдоль одной прямой.</p> <p>Определение значения равнодействующей сил.</p> <p>Изображение сил, действующих на тело</p>
41.	Исследовательская работа «Равнодействующая нескольких сил, направленных вдоль одной прямой»	Сложение сил, направленных по одной прямой. Равнодействующая сил	Изучение равнодействующей сил, направленных вдоль одной прямой
42.	Сила трения	Сила трения. Трение скольжения и трение покоя, вязкое трение	<p>Изучение силы трения скольжения и силы трения покоя.</p> <p>Анализ практических ситуаций, в которых проявляется действие силы трения, используются способы её уменьшения или увеличения (катание на лыжах, коньках, торможение автомобиля, использование подшипников, плавание водных животных и др.)</p>

43.	Трение в природе. Трение в технике	Трение в природе и технике	Описание примеров проявления и значения силы трения в природе и технике
44.	Величайшие изобретения: лук, колесо, добывание огня	Сила упругости. Трение в природе и технике	Описание примеров проявления и значения силы упругости и силы трения в природе и технике
45.	Лабораторная работа «Исследование силы трения скольжения. Определение коэффициента трения скольжения»	Сила трения. Опыты, демонстрирующие зависимость силы трения скольжения от веса тела и характера соприкасающихся поверхностей	Исследование зависимости силы трения от веса тела и свойств трущихся поверхностей. Определение коэффициента трения скольжения. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
46.	Практикум решения задач	Явление тяготения и сила тяжести. Сила упругости и закон Гука. Вес тела. Равнодействующая сил. Сила трения	Решение задач базового и повышенного уровней сложности с использованием формул для расчёта силы тяжести, силы упругости, силы трения
47.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Явление тяготения и сила тяжести. Сила упругости и закон Гука. Вес тела. Равнодействующая сил. Сила трения	Обсуждение проблемных ситуаций (например, см. вопросы для обсуждения к главе)
48.	Контрольная работа № 3	Явление тяготения и сила тяжести. Сила упругости и закон Гука. Вес тела. Равнодействующая сил. Сила трения	Выполнение заданий по теме

### Глава 5. Давление твёрдых тел, жидкостей и газов (15 ч)

49.	Давление	Давление. Сила давления	Наблюдение и описание физических явлений, для объяснения которых необходимо представление о давлении. Анализ и объяснение опытов и практических ситуаций, в которых проявляется сила давления
50.	Способы увеличения и уменьшения давления в природе и технике	Способы уменьшения и увеличения давления. Использование высоких давлений в современных технологиях	Обоснование способов уменьшения и увеличения давления.
51.	Практикум решения задач	Давление	Решение задач базового и повышенного уровней сложности на расчёт давления твёрдого тела
52.	Лабораторная работа «Определение давления эталона килограмма»	Давление	Измерение давления твёрдого тела на опору
53.	Природа давления газов и жидкостей	Давление газа. Зависимость давления газа от объёма и температуры	Выявление различий в природе давления твёрдых тел и газов. Объяснение давления газа на стенки сосуда на основе теории строения веществ. Изучение зависимости давления газа от объёма и температуры
54.	Давление в жидкости и газе. Закон Паскаля	Передача давления твёрдыми телами, жидкостями и газами. Закон Паскаля	Наблюдение явления передачи давления жидкостями. Изучение особенностей передачи давления твёрдыми телами, жидкостями и газами. Обоснование результатов опытов

			особенностями строения вещества в твёрдом, жидком и газообразном состояниях. Экспериментальное доказательство закона Паскаля. Использование закона Паскаля для объяснения передачи давления жидкостями
55.	Пневматические устройства	Пневматические машины	Использование закона Паскаля для объяснения работы пневматических машин
56.	Расчёт давления жидкости на дно и стенки сосуда	Зависимость давления жидкости от глубины погружения. Гидростатический парадокс	Исследование зависимости давления жидкости от глубины погружения и плотности жидкости. Наблюдение и объяснение гидростатического парадокса на основе закона Паскаля. Решение задач на расчёт давления жидкости
57.	Исследование морских и океанских глубин	Исследование морских и океанских глубин	Изучение приспособлений и аппаратов для исследования морских глубин. Анализ и объяснение практических ситуаций, демонстрирующих проявление давления жидкости и закона Паскаля, например процессов в организме при глубоководном нырянии
58.	Практикум решения задач	Зависимость давления жидкости от глубины погружения	Решение задач базового и повышенного уровней сложности на расчёт давления жидкости

59.	Исследовательская работа «Изучение процесса вытекания воды из отверстия в сосуде»	Зависимость давления жидкости от глубины погружения	Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
60.	Сообщающиеся сосуды	Сообщающиеся сосуды	Изучение сообщающихся сосудов. Описание примеров использования сообщающихся сосудов
61.	Водопровод и канализация — важнейшие изобретения человечества. Использование давления жидкости в технических устройствах	Устройство водопровода. Гидравлические механизмы	Описание примеров использования давления в различных технических устройствах и механизмах. Анализ систем водопровода. Объяснение принципа действия гидравлического пресса
62.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Давление. Давление газа. Закон Паскаля. Зависимость давления жидкости от глубины. Сообщающиеся сосуды	Обсуждение проблемных ситуаций (например, см. вопросы для обсуждения к главе)
63.	Контрольная работа № 4	Давление. Давление газа. Закон Паскаля. Зависимость давления жидкости от глубины. Сообщающиеся сосуды	Выполнение заданий по теме

### Глава 6. Атмосфера и атмосферное давление (5 ч)

64.	Вес воздуха. Атмосферное давление	Атмосфера Земли и атмосферное давление. Причины существования воздушной оболочки Земли	Экспериментальное обнаружение атмосферного давления. Анализ и объяснение опытов и практических ситуаций, связанных с действием атмосферного давления. Объяснение существования атмосферы на Земле и некоторых планетах или её отсутствия на других планетах и Луне. Вычисление массы воздуха. Описание примеров влияния атмосферного давления на физические явления. Объяснение влияния атмосферного давления на живые организмы
65.	Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли	Опыт Торричелли. Измерение атмосферного давления. Зависимость атмосферного давления от высоты над уровнем моря	Объяснение опыта Торричелли по измерению атмосферного давления. Объяснение изменения плотности атмосферы с высотой и зависимости атмосферного давления от высоты
66.	Приборы для измерения давления. Исследовательская работа «Изготовление "баночного" барометра»	Приборы для измерения атмосферного давления	Изучение устройства барометра-анероида. Измерение атмосферного давления. Конструирование простейшего барометра
67.	Практикум решения задач	Атмосферное давление	Решение качественных и расчётных задач, связанных с действием атмосферного давления

68.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Атмосферное давление	Обсуждение проблемных ситуаций (например, см. вопросы для обсуждения к главе). Выполнение заданий по теме
<b>Глава 7. Закон Архимеда. Плавание тел (10 ч)</b>			
69.	Действие жидкости на погружённое в неё тело	Действие жидкости и газа на погружённое в них тело. Выталкивающая (архимедова) сила. Условие возникновения выталкивающей (архимедовой) силы	Экспериментальное обнаружение действия жидкости и газа на погружённое в них тело. Определение выталкивающей силы, действующей на тело, погружённое в жидкость
70.	Закон Архимеда	Закон Архимеда	Проведение и обсуждение опытов, демонстрирующих зависимость выталкивающей силы, действующей на тело в жидкости, от объёма погружённой в жидкость части тела и от плотности жидкости. Исследование зависимости веса тела в воде от объёма погружённой в жидкость части тела. Решение задач на закон Архимеда
71.	Лабораторная работа «Измерение выталкивающей силы, действующей на погружённое в жидкость тело»	Определение выталкивающей силы, действующей на тело, погружённое в жидкость	Измерение выталкивающей силы. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
72.	Плавание тел	Плавание тел	Объяснение причин плавания тел.

			Исследование условий плавания тел. Решение задач на применение закона Архимеда и условия плавания тел
73.	Лабораторная работа «Плавание тела в жидкости»	Плавание тел	Исследование условий плавания тел. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
74.	Исследовательская работа «Определение плотности деревянной линейки гидростатическим способом»	Плавание тел	Изучение гидростатического способа определения плотности тела. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
75.	Плавание судов	Плавание судов	Описание примеров плавания тел
76.	Закон Архимеда для газов. Воздухоплавание	Воздухоплавание	Объяснение возможности воздухоплавания. Описание примеров воздухоплавательных аппаратов
77.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Закон Архимеда. Плавание тел	Решение задач базового и повышенного уровней сложности на применение закона Архимеда и условия плавания тел. Конструирование ареометра. Конструирование лодки и определение её грузоподъёмности. Обсуждение проблемных ситуаций (например, см. вопросы для обсуждения)
78.	Контрольная работа № 5	Закон Архимеда. Плавание тел	Выполнение заданий по теме

### Глава 8. Работа, мощность, энергия (10 ч)

79.	Механическая работа	Механическая работа для сил, направленных вдоль линии перемещения	Выявление условий, необходимых для совершения механической работы. Описание примеров совершения механической работы. Экспериментальное определение механической работы силы тяжести при падении тела и силы трения при равномерном перемещении тела по горизонтальной поверхности. Вычисление механической работы
80.	Мощность	Мощность	Расчёт мощности, развиваемой при подъёме по лестнице. Сравнение мощности различных механизмов
81.	Исследовательская работа «Изучение работы и мощности». Практикум решения задач	Механическая работа и мощность	Расчёт мощности, развиваемой при подъёме по лестнице. Решение задач на расчёт механической работы и мощности
82.	Энергия. Потенциальная и кинетическая энергия	Механическая энергия. Кинетическая и потенциальная энергия	Описание примеров тел, обладающих потенциальной и кинетической энергией. Вычисление потенциальной энергии поднятого над землёй тела. Вычисление кинетической энергии движущегося тела. Вычисление кинетической энергии тела по длине тормозного пути

83.	Закон сохранения механической энергии	Превращение одного вида механической энергии в другой. Закон сохранения энергии в механике	Анализ изменения потенциальной и кинетической энергии тела при движении. Описание примеров превращения энергии из одного вида в другой. Экспериментальное определение изменения кинетической и потенциальной энергии тела при его скатывании по наклонной плоскости. Формулирование на основе исследования закона сохранения механической энергии. Обсуждение границ применимости закона сохранения энергии. Решение задач с использованием закона сохранения энергии
84.	Источники энергии. Невозможность создания вечного двигателя	Источники энергии. Невозможность создания вечного двигателя	Решение задач базового и повышенного уровней сложности с использованием закона сохранения энергии
85.	Лабораторная работа «Изучение изменения потенциальной и кинетической энергии тела при движении по наклонной плоскости»	Закон сохранения механической энергии	Изучение закона сохранения механической энергии. Экспериментальное определение изменения кинетической и потенциальной энергии тела при его скатывании по наклонной плоскости
86.	Практикум решения задач	Закон сохранения механической энергии	Решение задач базового и повышенного уровня сложности с использованием закона сохранения энергии

87.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Механическая работа. Мощность. Механическая энергия. Закон сохранения энергии в механике	Обсуждение проблемных ситуаций (например, см. вопросы для обсуждения к главе)
88.	Контрольная работа № 6	Механическая работа. Мощность. Механическая энергия. Закон сохранения энергии в механике	Выполнение заданий по теме
<b>Глава 9. Простые механизмы. «Золотое правило» механики (10 ч)</b>			
89.	Рычаг. Условие равновесия рычага	Простые механизмы: рычаг. Момент силы. Равновесие рычага. Правило моментов	Наблюдение и описание физических явлений и закономерностей, связанных с использованием простых механизмов. Определение выигрыша в силе простых механизмов на примере рычага. Определение и графическое изображение плеча силы
90.	Центр тяжести и равновесие тел. Определение положения центра тяжести плоской фигуры	Центр тяжести и равновесие тел	Экспериментальное определение положения центра тяжести плоской фигуры
91.	Рычаги в природе, быту и технике. Лабораторная работа «Проверка условия равновесия рычага»	Исследование условий равновесия рычага. Рычаги в природе, быту и технике. Ножничный механизм	Описание примеров использования рычага в быту и технике. Исследование условия равновесия рычага. Представление результатов измерений. Анализ результатов измерений и формулирование выводов

92.	Наклонная плоскость	Наклонная плоскость	Наблюдение и описание физических явлений и закономерностей, связанных с использованием наклонной плоскости. Определение выигрыша в силе простых механизмов на примере наклонной плоскости
93.	Блок и система блоков. Колесо и ось. Зубчатые передачи	Применение правила равновесия рычага к блоку	Наблюдение и описание физических явлений и закономерностей, связанных с использованием простых механизмов: блок, полиспаст. Определение выигрыша в силе простых механизмов на примере подвижного и неподвижного блоков. Выявление различий подвижного и неподвижного блоков. Обнаружение свойств простых механизмов в различных инструментах и приспособлениях, используемых в быту и технике, а также в живых организмах
94.	«Золотое правило» механики. Коэффициент полезного действия	«Золотое правило» механики. КПД простых механизмов. Простые механизмы в быту и технике	Экспериментальное доказательство равенства работ при применении простых механизмов. Определение полной и полезной работы. Вычисление КПД простых механизмов
95.	Лабораторная работа «Определение КПД наклонной плоскости»	Измерение КПД наклонной плоскости	Определение КПД наклонной плоскости. Представление результатов измерений. Анализ результатов измерений и формулирование выводов

96.	Исследовательская работа «Определение КПД подвижного блока»	Определение КПД подвижного блока	Определение КПД подвижного блока. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
97.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Простые механизмы: рычаг, блок, наклонная плоскость	Решение задач на применение правила равновесия рычага и на расчёт КПД. Обсуждение проблемных ситуаций (например, см. вопросы для обсуждения к главе)
98.	Контрольная работа № 7	Простые механизмы: рычаг, блок, наклонная плоскость	Выполнение заданий по теме
99— 102	Повторение. Подведение итогов. Резерв учебного времени (4 ч)		Обобщение и систематизация знаний. Контроль и коррекция знаний. Решение задач базового и повышенного уровней сложности

## **8 КЛАСС (102 ч)**

<b>Номер урока</b>	<b>Тема урока</b>	<b>Основное содержание урока</b>	<b>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</b>
<b>Глава 1. Строение и свойства вещества. Тепловые явления (18 ч)</b>			
1.	Основы молекулярно-кинетической теории	Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества. Масса и размеры атомов и молекул. Опыты, подтверждающие основные положения молекулярно-кинетической теории	Наблюдение и интерпретация опытов, свидетельствующих об атомно-молекулярном строении вещества: опыты с растворением различных веществ в воде. Решение задач по оцениванию количества атомов или молекул в единице объёма вещества. Объяснение броуновского движения, явления диффузии и различий между ними на основе положений молекулярно-кинетической теории строения вещества
2.	Строение газообразных, жидких и твёрдых тел	Модели твёрдого, жидкого и газообразного состояний вещества. Объяснение свойств газов, жидкостей и твёрдых тел на основе положений молекулярно-кинетической теории. Тепловое расширение и сжатие. Зависимость давления газа от объёма, температуры	Объяснение основных различий в строении газов, жидкостей и твёрдых тел с использованием положений молекулярно-кинетической теории строения вещества. Наблюдение, проведение и объяснение опытов по наблюдению теплового расширения газов, жидкостей и твёрдых тел. Объяснение сохранения объёма твёрдых тел, текучести жидкости, давления газа.

			<p>Проведение опытов, демонстрирующих зависимость давления воздуха от его объёма и нагревания или охлаждения, и их объяснение на основе атомно-молекулярного учения.</p> <p>Анализ практических ситуаций, связанных со свойствами газов, жидкостей и твёрдых тел</p>
3.	Кристаллические и аморфные тела	<p>Кристаллические и аморфные тела.</p> <p>Графен — новый материал для новых технологий.</p> <p>Технологии получения искусственных алмазов</p>	<p>Выявление различий кристаллических и аморфных тел.</p> <p>Описание свойств кристаллических тел.</p> <p>Проведение опытов по выращиванию кристаллов поваренной соли или сахара</p>
4.	Смачивание и капиллярность. Поверхностное натяжение. Исследовательская работа «Изучение подъёма воды по капиллярам»	<p>Смачивание.</p> <p>Капиллярные явления.</p> <p>Поверхностное натяжение</p>	<p>Проведение и объяснение опытов, демонстрирующих капиллярные явления, явление смачивания и поверхностное натяжение.</p> <p>Объяснение роли капиллярных явлений в жизни растений</p>
5.	Температура и тепловое движение	<p>Температура. Связь температуры со средней кинетической энергией теплового движения частиц</p>	<p>Обоснование правил измерения температуры.</p> <p>Объяснение связи температуры тела со средней кинетической энергией молекул.</p> <p>Объяснение принципа действия термометра</p>
6.	Термометры и	Температурные шкалы	Сравнение различных способов измерения и

	измерение температуры		шкал температуры
7.	Внутренняя энергия. Способы изменения внутренней энергии	Внутренняя энергия. Способы изменения внутренней энергии: теплопередача и совершение работы. Теплообмен и тепловое равновесие. Необратимость тепловых процессов	Наблюдение и объяснение опытов, демонстрирующих изменение внутренней энергии тела в результате теплопередачи и работы внешних сил. Описание примеров изменения внутренней энергии тела путём совершения работы и теплопередачи
8.	Теплопроводность	Виды теплопередачи: теплопроводность	Наблюдение и объяснение опытов, обсуждение практических ситуаций, демонстрирующих различные виды теплопередачи: теплопроводность. Сравнение теплопроводности различных веществ
9.	Конвекция. Исследовательская работа «Изучение конвекции жидкости»	Виды теплопередачи: конвекция	Наблюдение и объяснение опытов, обсуждение практических ситуаций, демонстрирующих различные виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция.
10.	Излучение	Виды теплопередачи: излучение	Наблюдение и объяснение опытов, обсуждение практических ситуаций, демонстрирующих различные виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Сравнение различных видов теплопередачи
11.	Теплопередача в природе. Теплопередача в нашем доме	Виды теплопередачи в природе и технике (МС)	Решение качественных задач, связанных с изменением внутренней энергии тела в результате теплопередачи и работы внешних

			сил
12.	Количество теплоты	Количество теплоты	Количественное описание явлений, связанных с изменением внутренней энергии исследуемой системы
13.	Удельная теплоёмкость. Расчёт количества теплоты	Удельная теплоёмкость вещества. Теплообмен и тепловое равновесие. Уравнение теплового баланса. Закон Ньютона—Рихмана	Объяснение физического смысла удельной теплоёмкости. Определение удельной теплоёмкости веществ с использованием справочных таблиц. Вычисление количества теплоты и удельной теплоёмкости вещества при теплопередаче. Анализ графиков нагревания или охлаждения тел. Решение задач на уравнение теплового баланса
14.	Лабораторная работа «Экспериментальная проверка уравнения теплового баланса»	Теплообмен и тепловое равновесие. Уравнение теплового баланса	Наблюдение установления теплового равновесия между горячей и холодной водой. Исследование явления теплообмена при смешивании холодной и горячей воды. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
15.	Практикум решения задач	Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества. Уравнение теплового баланса	Решение задач базового и повышенного уровней сложности, связанных с вычислением количества теплоты и

			теплоёмкости при теплообмене
16.	Лабораторная работа «Измерение удельной теплоёмкости вещества»	Удельная теплоёмкость вещества. Уравнение теплового баланса	Определение (измерение) количества теплоты, полученной водой при теплообмене с нагретым металлическим цилиндром. Определение (измерение) удельной теплоёмкости вещества. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
17.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества. Уравнение теплового баланса	Анализ ситуаций практического использования тепловых свойств веществ и материалов, например в целях энергосбережения: теплоизоляция, энергосберегающие крыши, термоаккумуляторы и т. д.
18.	Контрольная работа № 1	Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества. Уравнение теплового баланса	Выполнение заданий по теме
<b>Глава 2. Изменения агрегатного состояния вещества (13 ч)</b>			
19.	Переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое	Плавление и отвердевание кристаллических веществ. Парообразование и конденсация	Наблюдение и объяснение физических явлений, связанных с переходом вещества из одного агрегатного состояния в другое, используя представления о строении

			<p>вещества.</p> <p>Описание примеров перехода веществ из одного агрегатного состояния в другое</p>
20.	<p>Плавление и отвердевание кристаллических тел</p>	<p>Плавление и отвердевание кристаллических веществ</p>	<p>Наблюдение процесса плавления кристаллического вещества, например льда.</p> <p>Сравнение процессов плавления и кристаллизации.</p> <p>Описание примеров процессов плавления и кристаллизации.</p> <p>Анализ графиков процессов плавления и отвердевания</p>
21.	<p>Удельная теплота плавления.</p> <p>Переход аморфных тел из твёрдого состояния в жидкое</p>	<p>Удельная теплота плавления.</p> <p>Переход аморфных тел из твёрдого состояния в жидкое</p>	<p>Объяснение физического смысла удельной теплоты плавления.</p> <p>Определение (измерение) удельной теплоты плавления льда.</p> <p>Объяснение явлений плавления и кристаллизации на основе атомно-молекулярного учения.</p> <p>Решение задач, связанных с вычислением количества теплоты в процессах теплопередачи при плавлении и кристаллизации, испарении и конденсации</p>
22.	<p>Исследование плавления кристаллических и аморфных тел</p>	<p>Плавление и отвердевание кристаллических и аморфных веществ</p>	<p>Сравнение процессов плавления кристаллических тел и размягчения при нагревании аморфных тел.</p> <p>Представление результатов измерений в виде таблиц.</p>

			Анализ результатов измерений и формулирование выводов
23.	Испарение и конденсация. Насыщенный пар	Парообразование и конденсация. Испарение. Насыщенный и ненасыщенный пар	Наблюдение явлений испарения и конденсации. Объяснение явлений испарения и конденсации на основе атомно-молекулярного учения. Объяснение понижения температуры жидкости при испарении. Решение качественных задач и анализ практических ситуаций, связанных с явлениями испарения и конденсации
24.	Лабораторная работа «Исследование изменения температуры остывающей воды с течением времени»	Исследование процесса испарения	Исследование процесса испарения различных жидкостей Представление результатов измерений. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
25.	Кипение	Кипение. Зависимость температуры кипения от атмосферного давления	Наблюдение и объяснение процесса кипения, в том числе зависимости температуры кипения от давления.
26.	Удельная теплота парообразования	Удельная теплота парообразования	Объяснение физического смысла удельной теплоты парообразования. Анализ графиков процессов парообразования и конденсации
27.	Влажность воздуха	Влажность воздуха	Описание различных способов измерения влажности воздуха.

			Изучение устройства и объяснение принципа действия приборов для измерения влажности воздуха
28.	Лабораторная работа «Определение влажности воздуха»	Определение относительной влажности воздуха	Определение (измерение) относительной влажности воздуха Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
29.	Практикум решения задач	Плавление и отвердевание кристаллических веществ. Парообразование и конденсация	Решение задач базового и повышенного уровней сложности, связанных с вычислением количества теплоты в процессах теплопередачи при плавлении и кристаллизации, испарении и конденсации
30.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Плавление и отвердевание кристаллических веществ. Парообразование и конденсация	Анализ ситуаций практического применения явлений плавления и кристаллизации, например при получении сверхчистых материалов, в солевой грелке и др.
31.	Контрольная работа № 2	Плавление и отвердевание кристаллических веществ. Парообразование и конденсация	Выполнение заданий по теме
<b>Глава 3. Тепловые двигатели (9 ч)</b>			
32.	Энергия топлива. Удельная теплота сгорания	Энергия топлива. Удельная теплота сгорания	Объяснение физического смысла удельной теплоты сгорания топлива. Решение расчётных задач на вычисление количества теплоты, выделяющегося при

			сгорании различных видов топлива
33.	Принципы работы тепловых двигателей. Коэффициент полезного действия теплового двигателя	Принципы работы тепловых двигателей. КПД теплового двигателя	Анализ работы и объяснение принципа действия теплового двигателя. Решение расчётных задач на вычисление КПД двигателя
34.	Исследовательская работа «Измерение КПД тепловой машины»	Принципы работы тепловых двигателей. КПД теплового двигателя	Анализ работы и объяснение принципа действия теплового двигателя. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
35.	Использование пара для транспортных средств. Паровая турбина	Использование пара для транспортных средств. Паровая турбина	Анализ работы и объяснение принципа действия паровой турбины
36.	Двигатель внутреннего сгорания	Принципы работы тепловых двигателей. Двигатель внутреннего сгорания	Анализ работы и объяснение принципа действия двигателя внутреннего сгорания
37.	Реактивный двигатель. Холодильные машины	Принципы работы тепловых двигателей. Реактивный двигатель. Холодильные машины	Анализ работы и объяснение принципа действия двигателя внутреннего сгорания, реактивного двигателя и холодильной машины. Сравнение КПД различных тепловых машин
38.	Тепловые машины и экология	Тепловые двигатели и защита окружающей среды (МС). Тепловые потери в теплосетях.	Прогнозирование и обсуждение экологических последствий использования двигателей внутреннего сгорания, тепловых и гидроэлектростанций.

		Альтернативные источники энергии	Определение мощности тепловых потерь. Анализ основных причин тепловых потерь в теплосетях
39.	Всеобщий характер закона сохранения и превращения энергии	Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах (МС)	Оценка тепловых потерь в простых механических процессах на основе закона сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах
40.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Тепловые двигатели	Обсуждение проблемных ситуаций (например, см. вопросы для обсуждения к главе)
<b>Глава 4. Электрический заряд. Электрическое поле (10 ч)</b>			
41.	Электризация тел. Электрический заряд	Электризация тел. Два рода электрических зарядов. Взаимодействие заряженных тел	Наблюдение и проведение опытов по электризации тел при соприкосновении и индукцией. Наблюдение и объяснение взаимодействия одноимённо и разноимённо заряженных тел
42.	Электроскоп. Проводники и диэлектрики	Электроскоп. Проводники, диэлектрики и полупроводники	Объяснение принципа действия электроскопа. Сравнение проводников, диэлектриков и полупроводников
43.	Делимость электрического заряда. Электрон	Носители электрических зарядов. Элементарный электрический заряд	Наблюдение перехода электрического заряда от одного тела к другому
44.	Строение атомов. Ионы	Строение атома	Описание модели строения атомов. Определение состава различных атомов.

			Объяснение образования положительных и отрицательных ионов
45.	Природа электризации тел. Закон сохранения заряда	Закон сохранения электрического заряда	Объяснение явления электризации при соприкосновении тел и индукции с использованием знаний о носителях электрических зарядов в веществе. Наблюдение и объяснение опытов, иллюстрирующих закон сохранения электрического заряда. Решение задач на закон сохранения электрического заряда
46.	Закон Кулона	Закон Кулона	Изучение зависимости силы взаимодействия заряженных тел от значений их зарядов и расстояния между ними. Решение задач с использованием закона Кулона
47.	Электрическое поле. Напряжённость электрического поля	Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей	Наблюдение опытов по моделированию силовых линий электрического поля. Исследование действия электрического поля на проводники и диэлектрики. Изображение электрического поля положительных и отрицательных зарядов с помощью силовых линий
48.	Практикум решения задач	Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда.	Решение задач базового и повышенного уровней сложности по теме

		Напряжённость электрического поля	
49.	Электрические явления в природе и технике	Электрические явления в природе и технике	Распознавание и объяснение явлений электризации в повседневной жизни
50.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Электризация тел. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона	Обсуждение проблемных ситуаций. Выполнение заданий по теме
<b>Глава 5. Электрический ток (15 ч)</b>			
51.	Электрический ток. Источники электрического тока. Гальванические элементы. Аккумуляторы	Электрический ток. Условия существования электрического тока. Источники постоянного тока	Наблюдение явления возникновения электрического тока в проводнике. Определение условий, необходимых для существования электрического тока. Изучение устройства и объяснение принципа работы источников электрического тока
52.	Электрический ток в различных средах	Электрический ток в металлах, жидкостях и газах	Наблюдение, описание и объяснение физических явлений, связанных с прохождением тока в различных средах
53.	Примеры действия электрического тока	Действия электрического тока (тепловое, химическое, магнитное)	Наблюдение различных видов действия электрического тока и обнаружение этих действий в повседневной жизни
54.	Электрическая цепь. Направление электрического тока	Электрическая цепь	Сборка и испытание электрической цепи постоянного тока.

			<p>Описание основных элементов электрической цепи и их назначения.</p> <p>Сравнение замкнутой и разомкнутой электрических цепей.</p> <p>Определение направления электрического тока в цепи</p>
55.	Сила тока	<p>Сила тока.</p> <p>Амперметр в цепи постоянного тока</p>	<p>Определение силы тока в цепи.</p> <p>Измерение силы тока амперметром</p>
56.	Лабораторная работа «Сборка электрической цепи и измерение силы тока в различных её участках»	<p>Сборка и проверка работы электрической цепи постоянного тока.</p> <p>Измерение и регулирование силы тока</p>	<p>Сборка и испытание электрической цепи постоянного тока.</p> <p>Измерение силы тока амперметром.</p> <p>Представление результатов измерений в виде таблиц.</p> <p>Анализ результатов измерений и формулирование выводов</p>
57.	Электрическое напряжение	<p>Электрическое напряжение.</p> <p>Вольтметр в цепи постоянного тока</p>	<p>Определение напряжения в цепи.</p> <p>Измерение напряжения вольтметром</p>
58.	Лабораторная работа «Измерение напряжения на различных участках электрической цепи»	<p>Измерение и регулирование напряжения</p>	<p>Измерение электрического напряжения вольтметром.</p> <p>Представление результатов измерений в виде таблиц.</p> <p>Анализ результатов измерений и формулирование выводов</p>

59.	Электрическое сопротивление	Сопротивление проводника	Объяснение причины возникновения сопротивления. Определение электрического сопротивления
60.	Закон Ома	Закон Ома для участка цепи	Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Вычисление силы тока, напряжения и сопротивления в проводнике с помощью закона Ома. Исследование зависимости силы тока в лампочке от напряжения на ней. Анализ графика зависимости силы тока от напряжения
61.	Практикум решения задач	Закон Ома для участка цепи	Решение задач базового и повышенного уровней сложности на закон Ома для участка цепи
62.	Лабораторная работа «Измерение сопротивления при помощи амперметра и вольтметра»	Амперметр и вольтметр в цепи постоянного тока	Измерение сопротивления при помощи амперметра и вольтметра. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
63.	Исследовательская	Электрическая цепь	Представление результатов измерений.

	работа «Овощные электрические цепи»		Анализ результатов измерений и формулирование выводов
64.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Закон Ома для участка цепи	Решение задач на закон Ома. Обсуждение проблемных ситуаций
65.	Контрольная работа № 3	Закон Ома для участка цепи	Выполнение заданий по теме
<b>Глава 6. Характеристики электрических цепей (16 ч)</b>			
66.	Расчёт сопротивления проводника. Исследование зависимости электрического сопротивления проводника от его характеристик. Определение удельного сопротивления проводника	Удельное сопротивление вещества. Нелинейные элементы	Проведение и объяснение опытов, демонстрирующих зависимость электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала. Определение удельного сопротивления проводника с использованием справочных таблиц. Вычисление сопротивления проводника. Изучение вольтамперных характеристик нелинейных элементов (лампы накаливания, полупроводникового диода)
67.	Лабораторная работа «Регулирование силы тока реостатом»	Измерение и регулирование силы тока	Сборка электрической цепи и регулирование силы тока реостатом. Представление результатов измерений в виде таблиц.

			Анализ результатов измерений и формулирование выводов
68.	Последовательное и параллельное соединение проводников	Последовательное и параллельное соединение проводников	Проверка правила сложения напряжений при последовательном соединении двух резисторов. Проверка правила для силы тока при параллельном соединении резисторов
69.	Сопротивление при последовательном и параллельном соединении проводников	Последовательное и параллельное соединение проводников. Расчёт простых электрических цепей	Изучение зависимости сопротивления участка цепи от способа соединения составляющих его проводников. Вычисление общего сопротивления цепи, состоящей из последовательно и параллельно соединённых проводников. Анализ ситуаций последовательного и параллельного соединения проводников в домашних электрических сетях
70.	Лабораторная работа «Изучение последовательного и параллельного соединения проводников»	Последовательное и параллельное соединение проводников	Проверка правила сложения напряжений при последовательном соединении двух резисторов. Проверка правила для силы тока при параллельном соединении резисторов. Представление результатов измерений в виде таблиц.

			Анализ результатов измерений и формулирование выводов
71.	Исследовательская работа «Разветвлённые электрические цепи»	Последовательное и параллельное соединение проводников	Анализ ситуаций последовательного и параллельного соединения проводников. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
72.	Работа электрического тока. Закон Джоуля—Ленца	Работа электрического тока. Закон Джоуля—Ленца	Объяснение явления нагревания проводников электрическим током. Определение работы электрического тока, идущего через резистор. Использование закона Джоуля—Ленца при последовательном и параллельном соединении проводников. Исследование преобразования энергии при подъёме груза электродвигателем
73.	Мощность электрического тока	Мощность электрического тока	Определение мощности электрического тока, выделяемой на резисторе. Выявление особенностей изменения мощности в зависимости от способа подключения
74.	Лабораторная работа «Измерение работы и	Работа и мощность электрического тока	Измерение работы и мощности электрического тока.

	мощности электрического тока»		Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
75.	Практикум решения задач	Последовательное и параллельное соединение проводников. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля—Ленца	Решение задач с использованием закона Ома и формул расчёта электрического сопротивления при последовательном и параллельном соединении проводников. Решение задач с использованием закона Джоуля—Ленца
76.	ЭДС в цепи постоянного тока. Закон Ома для полной цепи	ЭДС в цепи постоянного тока. Закон Ома для полной цепи	Решение задач с использованием закона Ома для полной цепи
77.	Правила Кирхгофа	Правила Кирхгофа	Экспериментальное подтверждение правил Кирхгофа
78.	Практикум решения задач	ЭДС в цепи постоянного тока. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа	Решение задач с использованием закона Ома для полной цепи и правил Кирхгофа
79.	Электрические нагревательные приборы. Короткое замыкание. Предохранители	Электрические нагревательные приборы. Короткое замыкание. Предохранители. Электрические цепи и потребители электрической энергии в быту	Объяснение устройства и принципа действия домашних электронагревательных приборов. Объяснение причин короткого замыкания и принципа действия плавких предохранителей. Определение КПД нагревателя.

			Расчёт стоимости потреблённой энергии по показаниям счётчика
80.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Последовательное и параллельное соединение проводников. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. ЭДС в цепи постоянного тока. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа	Решение задач базового и повышенного уровней сложности по теме. Обсуждение проблемных ситуаций
81.	Контрольная работа № 4	Последовательное и параллельное соединение проводников. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. ЭДС в цепи постоянного тока. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа	Выполнение заданий по теме
<b>Глава 7. Магнитное поле (9 ч)</b>			
82.	Магнитное поле прямолинейного проводника с током	Опыт Эрстеда. Магнитное поле электрического тока	Исследование действия электрического тока на магнитную стрелку. Изображение линий магнитного поля. Определение направления линий магнитного поля тока с помощью правила буравчика
83.	Магнитное поле катушки с током	Магнитное поле электрического тока. Применение электромагнитов в	Наблюдение и объяснение магнитного

		технике	<p>действия катушки с током.</p> <p>Проведение опытов, демонстрирующих зависимость силы взаимодействия катушки с током и магнита от силы и направления тока в катушке.</p> <p>Определение направления линий магнитного поля катушки с током с помощью правила правой руки.</p> <p>Анализ ситуаций практического применения электромагнитов (в бытовых технических устройствах, промышленности, медицине)</p>
84.	Постоянные магниты	<p>Постоянные магниты.</p> <p>Взаимодействие постоянных магнитов.</p> <p>Магнитное поле</p>	<p>Исследование магнитного взаимодействия постоянных магнитов.</p> <p>Изучение магнитного поля постоянных магнитов при их объединении и разделении.</p> <p>Проведение опытов по визуализации поля постоянных магнитов.</p> <p>Изучение явления намагничивания вещества.</p> <p>Определение направления линий магнитного поля постоянных магнитов</p>
85.	Магнитное поле Земли	Магнитное поле Земли и его значение для жизни на Земле	Объяснение появления магнитных аномалий и магнитных бурь
86.	Действие магнитного поля на проводник с	Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера и	Изучение действия магнитного поля на проводник с током.

	<p>током. Электродвигатель. Изучение принципа работы электродвигателя</p>	<p>определение её направления. Опыт Ампера. Электродвигатель постоянного тока. Использование электродвигателей в технических устройствах и на транспорте</p>	<p>Изучение магнитного взаимодействия токов. Определение направления силы Ампера с помощью правила левой руки. Изучение устройства и принципа работы электродвигателя. Исследование зависимости силы тока через электродвигатель от напряжения на нём. Измерение КПД электродвигательной установки. Обсуждение практического применения электродвигателей (транспорт, бытовые устройства и др.)</p>
87.	<p>Индукция магнитного поля</p>	<p>Индукция магнитного поля. Модуль магнитной индукции</p>	<p>Изучение характеристики магнитного поля — индукции магнитного поля. Вычисление модуля магнитной индукции. Определение направления линий магнитной индукции</p>
88.	<p>Исследовательская работа «Изучение магнитного поля подковообразного магнита»</p>	<p>Индукция магнитного поля. Модуль индукции магнитного поля</p>	<p>Изучение индукции магнитного поля. Вычисление модуля магнитной индукции</p>
89.	<p>Применение магнитных полей в технике</p>	<p>Применение магнитных полей в технике</p>	<p>Изучение практических применений магнитных полей</p>
90.	<p>Практикум решения задач. Выполнение</p>	<p>Магнитное поле. Сила Ампера. Модуль индукции магнитного поля</p>	<p>Решение задач базового и повышенного уровней сложности.</p>

	исследовательских работ. Кейсы		Обсуждение проблемных ситуаций
<b>Глава 8. Электромагнитные явления (8 ч)</b>			
91.	Однородное магнитное поле. Магнитный поток	Однородное магнитное поле. Магнитный поток	Сравнение однородного и неоднородного магнитного поля. Изучение моделей и физических величин, используемых для описания свойств магнитного поля (магнитный поток)
92.	Электромагнитная индукция. Лабораторная работа «Изучение явления электромагнитной индукции»	Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции	Проведение опытов по исследованию явления электромагнитной индукции: исследование изменений значения и направления индукционного тока
93.	Правило Ленца	Правило Ленца	Определение направления индукционного тока в замкнутом проводнике с помощью правила Ленца
94.	Генератор постоянного тока. Получение и использование электроэнергии	Электрогенератор. Способы получения электрической энергии. Экологические проблемы энергетики (МС). Электростанции на возобновляемых источниках энергии. Топливные элементы и	Изучение устройства и объяснение принципа работы генератора постоянного тока. Знакомство с работой электростанций на возобновляемых источниках энергии. Анализ процессов и решение качественных задач, связанных с преобразованием механической энергии в электрическую на электростанциях различных типов (на

		электромобили	невозобновляемых и возобновляемых источниках энергии)
95.	Исследовательская работа «Изучение падения магнита внутри металлической трубки»	Электромагнитные явления	Изучение особенностей падения цилиндрического магнита внутри трубки, изготовленной из немагнитного металла
96.	Практикум решения задач	Магнитное поле. Действие магнитного поля на проводник с током. Явление электромагнитной индукции	Решение задач, связанных с электромагнитными явлениями
97.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Магнитное поле. Действие магнитного поля на проводник с током. Явление электромагнитной индукции	Обсуждение проблемных ситуаций
98.	Контрольная работа № 5	Магнитное поле. Действие магнитного поля на проводник с током. Явление электромагнитной индукции	Выполнение заданий по теме
99— 102	Повторение. Подведение итогов. Резерв учебного времени (4 ч)		Обобщение и систематизация знаний. Контроль и коррекция знаний. Решение задач

## 9 КЛАСС (136 ч)

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)
<b>Глава 1. Основы кинематики (23 ч)</b>			
1.	Механическое движение. Система отсчёта	Механическое движение. Материальная точка. Система отсчёта	Наблюдение и описание физических явлений, связанных с механическим движением. Анализ и обсуждение различных примеров механического движения. Обсуждение границ применимости модели «материальная точка»
2.	Способы описания механического движения	Способы описания механического движения: табличный, графический, аналитический	Описание реальных случаев механического движения различными способами (уравнение, таблица, график)
3.	Перемещение	Перемещение. Векторные величины, операции с векторами, проекции вектора. Перемещение на плоскости	Изучение физических терминов и величин, используемых для описания механического движения
4.	Относительность механического движения	Относительность механического движения	Анализ жизненных ситуаций, в которых проявляется относительность механического движения. Наблюдение механического движения тела относительно разных тел отсчёта.

			<p>Сравнение путей и траекторий движения одного и того же тела относительно разных тел отсчёта.</p> <p>Анализ текста Галилея об относительности движения</p>
5.	Равномерное прямолинейное движение	Равномерное прямолинейное движение	<p>Изучение физических терминов и величин, используемых для описания механического движения.</p> <p>Вычисление перемещения и скорости при равномерном прямолинейном движении.</p> <p>Обсуждение возможных принципов действия приборов, измеряющих скорость (спидометров)</p>
6.	Графическое представление равномерного прямолинейного движения	Равномерное прямолинейное движение	<p>Построение и анализ графиков зависимости скорости от времени, перемещения от времени и координаты от времени при равномерном прямолинейном движении.</p> <p>Определение скорости равномерного движения (шарика в жидкости, модели электрического автомобиля и т. п.).</p> <p>Определение пути, пройденного за данный промежуток времени, и скорости тела по графику зависимости пути равномерного движения от времени</p>

7.	Практикум решения задач	Равномерное прямолинейное движение	Решение задач базового и повышенного уровня сложности на равномерное прямолинейное движение
8.	Исследовательская работа «Изучение равномерного прямолинейного движения»	Равномерное прямолинейное движение	<p>Определение скорости равномерного движения пузырька воздуха в наклонной трубке с водой.</p> <p>Представление результатов измерений в виде таблиц и графиков.</p> <p>Анализ результатов измерений и формулирование выводов</p>
9.	Скорость при неравномерном движении	<p>Неравномерное прямолинейное движение.</p> <p>Средняя и мгновенная скорость тела при неравномерном движении</p>	<p>Определение средней скорости скольжения бруска или движения шарика по наклонной плоскости.</p> <p>Сравнение средней и мгновенной скорости.</p> <p>Анализ и обсуждение способов приближённого определения мгновенной скорости</p>
10.	Ускорение и скорость при равноускоренном движении	<p>Ускорение.</p> <p>Равноускоренное прямолинейное движение</p>	<p>Вычисление пути и скорости при равноускоренном прямолинейном движении тела.</p> <p>Определение ускорения тела при равноускоренном движении по наклонной плоскости.</p>

			Построение и анализ графиков зависимости скорости от времени при равноускоренном прямолинейном движении
11.	Перемещение при равноускоренном движении. Исследование ускоренного движения по наклонной плоскости	Равноускоренное прямолинейное движение. Графическая интерпретация ускорения, скорости, пройденного пути и перемещения для прямолинейного движения	Вычисление перемещения при равноускоренном прямолинейном движении тела. Определение пройденного пути и ускорения движения тела по графику зависимости скорости равноускоренного прямолинейного движения тела от времени
12.	Лабораторная работа «Измерение ускорения тела при равноускоренном прямолинейном движении»	Равноускоренное прямолинейное движение	Измерение ускорения тела при равноускоренном прямолинейном движении по наклонной плоскости. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
13.	Движение с ускорением свободного падения	Ускорение свободного падения. Опыты Галилея	Наблюдение и описание физических явлений, связанных с движением тел, брошенных вертикально. Решение задач на расчёт скорости и высоты подъёма тела, брошенного вертикально вверх
14.	Исследовательская работа «Изучение	Ускорение свободного падения	Измерение ускорения свободного падения

	свободного падения»		при падении тела с небольшой высоты. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
15.	Движение тела, брошенного горизонтально	Движение тела, брошенного горизонтально	Наблюдение и описание физических явлений, связанных с движением тел, брошенных горизонтально. Решение задач на расчёт физических величин, связанных с движением тела, брошенного горизонтально
16.	Движение тела, брошенного под углом к горизонту	Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Радиус-вектор материальной точки	Наблюдение и описание физических явлений, связанных с движением тел, брошенных под углом к горизонту. Решение задач на расчёт физических величин, связанных с движением тела, брошенного под углом к горизонту
17.	Практикум решения задач	Равномерное прямолинейное движение. Равноускоренное прямолинейное движение	Решение задач на определение кинематических характеристик механического движения различных видов. Построение и анализ графиков зависимости скорости от времени, перемещения от времени и координаты от времени при

			равномерном и равноускоренном прямолинейном движении
18.	Движение тела по окружности	Движение по окружности. Скорость и ускорение при движении по окружности	Описание движения тела по окружности
19.	Период и частота. Линейная и угловая скорости	Период и частота обращения. Линейная и угловая скорости	Измерение периода и частоты обращения тела по окружности. Определение скорости равномерного движения тела по окружности. Сравнение линейной и угловой скорости. Вычисление физических величин, характеризующих движение тела по окружности
20.	Практикум решения задач	Движение по окружности	Решение задач на определение кинематических характеристик механического движения различных видов
21.	Лабораторная работа «Изучение движения тел по окружности»	Равномерное движение по окружности	Измерение центростремительного ускорения при движении тела по окружности с постоянной по модулю скоростью. Представление результатов измерений. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
22.	Практикум решения задач. Выполнение	Механическое движение	Распознавание и приближённое описание различных видов механического движения в

	исследовательских работ. Кейсы		природе и технике (на примерах свободно падающих тел, движения животных, небесных тел, транспортных средств и др.). Обсуждение проблемных ситуаций
23.	Контрольная работа № 1	Механическое движение	Выполнение заданий по теме
<b>Глава 2. Основы динамики (15 ч)</b>			
24.	Инерция и первый закон Ньютона	Закон инерции. Первый закон Ньютона	Наблюдение и обсуждение опытов с движением тела при уменьшении влияния других тел, препятствующих движению. Обсуждение возможности выполнения закона инерции в различных системах отсчёта. Наблюдение и обсуждение механических явлений, происходящих в системе отсчёта «Тележка» при её равномерном и ускоренном движении относительно кабинета физики
25.	Второй закон Ньютона	Вектор силы. Второй закон Ньютона	Наблюдение и/или проведение опытов, демонстрирующих зависимость ускорения тела от приложенной к нему силы и массы тела. Анализ и объяснение явлений с использованием второго закона Ньютона. Решение задач с использованием второго закона Ньютона и правила сложения сил

26.	Третий закон Ньютона	Третий закон Ньютона	Измерение сил взаимодействия двух тел. Анализ сил, возникающих при взаимодействии
27.	Закон всемирного тяготения. Сила тяжести	Сила тяжести и закон всемирного тяготения	Анализ движения тел только под действием силы тяжести — свободного падения. Объяснение независимости ускорения свободного падения от массы тела. Оценка величины силы тяготения, действующей между двумя телами (для разных масс). Решение задач с использованием закона всемирного тяготения и формулы для расчёта силы тяжести
28.	Движение искусственных спутников Земли. Гравитация и Вселенная	Движение тел вокруг гравитационного центра (в том числе планет вокруг Солнца) (МС). Первая космическая скорость. Гравитация и Вселенная	Анализ движения небесных тел под действием силы тяготения (с использованием дополнительных источников информации). Получение представлений об условиях запуска искусственных спутников Земли. Вычисление скорости и высоты орбиты искусственных спутников Земли и других небесных тел. Объяснение роли гравитации во Вселенной
29.	Сила упругости	Сила упругости. Закон Гука.	Сравнение силы упругости, силы тяжести и веса тела.

		Параллельное и последовательное соединение пружин	Анализ ситуаций, в которых наблюдаются упругие деформации, и их объяснение с использованием закона Гука. Решение задач с использованием закона Гука
30.	Исследовательская работа «Измерение коэффициента упругости мягкой пружины»	Сила упругости. Закон Гука	Определение жёсткости пружины. Представление результатов измерений. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
31.	Вес тела	Вес тела. Невесомость и перегрузки	Сравнение силы тяжести и веса тела. Наблюдение и обсуждение опытов по изменению веса тела при ускоренном движении. Анализ условий возникновения невесомости и перегрузки. Решение задач на определение веса тела в различных условиях
32.	Сила трения	Сила трения: сила трения скольжения, сила трения покоя, другие виды трения. Коэффициент трения	Объяснение природы сил трения. Исследование зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления. Обсуждение результатов исследования. Измерение силы трения покоя. Решение задач с использованием формулы для силы трения скольжения

33.	Исследовательская работа «Измерение силы трения скольжения»	Сила трения	<p>Определение коэффициента трения скольжения.</p> <p>Измерение силы трения скольжения.</p> <p>Представление результатов измерений в виде таблиц.</p> <p>Анализ результатов измерений и формулирование выводов</p>
34.	Движение тела под действием нескольких сил. Принцип суперпозиции сил	<p>Принцип суперпозиции сил.</p> <p>Второй закон Ньютона</p>	<p>Действия с векторами сил: выполнение заданий по сложению и вычитанию векторов.</p> <p>Графическое изображение и анализ сил, действующих на тело.</p> <p>Определение равнодействующей сил, действующих на тело.</p> <p>Запись второго закона Ньютона в проекциях на оси <math>OX</math> и <math>OY</math>.</p> <p>Вычисление ускорения тела, движущегося под действием нескольких сил</p>
35.	Практикум решения задач	<p>Второй закон Ньютона.</p> <p>Третий закон Ньютона.</p> <p>Сила упругости.</p> <p>Сила тяжести и закон всемирного тяготения.</p> <p>Сила трения</p>	<p>Решение задач базового и повышенного уровней сложности с использованием второго закона Ньютона и правила сложения сил, с использованием закона всемирного тяготения и формулы для расчёта силы тяжести, с использованием закона Гука,</p>

			на определение веса тела в различных условиях, с использованием формулы для силы трения скольжения
36.	Лабораторная работа «Изучение равноускоренного прямолинейного движения под действием нескольких сил»	Второй закон Ньютона	Запись второго закона Ньютона в проекциях на оси $OX$ и $OY$ . Вычисление ускорения тела, движущегося под действием нескольких сил. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
37.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Сила тяжести и закон всемирного тяготения. Сила упругости. Сила трения	Обсуждение проблемных ситуаций
38.	Контрольная работа № 2	Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Сила тяжести и закон всемирного тяготения. Сила упругости. Сила трения	Выполнение заданий по теме

<b>Глава 3. Основы статики (4 ч)</b>			
39.	Равновесие твёрдого тела	Равновесие материальной точки. Абсолютно твёрдое тело. Равновесие твёрдого тела с закреплённой осью вращения. Момент силы	Графическое изображение сил, действующих на тело, покоящееся на опоре. Анализ сил, действующих на тело, покоящееся на опоре
40.	Центр тяжести. Виды равновесия	Центр тяжести	Определение центра тяжести различных тел. Решение задач на равновесие тел
41.	Исследовательская работа «Оценка коэффициента трения скольжения грифеля карандаша о бумагу»	Равновесие твёрдого тела	Применение условий равновесия твёрдого тела для оценки коэффициента трения скольжения. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
42.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Равновесие материальной точки.	Решение задач базового и повышенного уровня сложности на равновесие тел. Обсуждение проблемных ситуаций
<b>Глава 4. Механика жидкостей и газов (4 ч)</b>			
43.	Давление жидкости. Движение жидкостей и газов	Давление жидкости и газа. Закон Паскаля.	Вычисление давления жидкости на дно и стенки сосуда.

		Гидростатический парадокс. Сообщающиеся сосуды. Движение жидкостей и газов	Объяснение гидростатического парадокса. Объяснение выполнения принципа сообщающихся сосудов. Описание модели идеальной жидкости. Выявление различий ламинарного и турбулентного течения
44.	Закон Бернулли	Закон Бернулли	Проведение и объяснение опытов, демонстрирующих действие закона Бернулли. Объяснение физического смысла закона Бернулли
45.	Подъёмная сила крыла самолёта. Летательные аппараты, подводные крылья, антикрыло	Подъёмная сила крыла. Современные летательные аппараты, суда на подводных крыльях, антикрыло на скоростных автомобилях	Объяснение подъёмной силы крыла самолёта
46.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Движение жидкостей и газов. Закон Бернулли	Решение задач базового и повышенного уровня сложности на движение жидкостей и газов. Обсуждение проблемных ситуаций
<b>Глава 5. Законы сохранения энергии и импульса в механике (14 ч)</b>			
47.	Импульс силы. Импульс тела	Импульс тела. Изменение импульса. Импульс силы	Наблюдение и обсуждение опытов, демонстрирующих передачу импульса при взаимодействии тел. Определение импульса тела и импульса силы

48.	Закон сохранения импульса	Законы изменения и сохранения импульса	Наблюдение и обсуждение опытов, демонстрирующих закон сохранения импульса при абсолютно упругом и неупругом взаимодействии тел. Анализ ситуаций в окружающей жизни с использованием закона сохранения импульса
49.	Виды взаимодействия тел	Упругое и неупругое взаимодействие	Применение закона сохранения импульса для расчёта результатов взаимодействия тел (на примерах неупругого взаимодействия, упругого центрального взаимодействия двух одинаковых тел, одно из которых неподвижно)
50.	Лабораторная работа «Опытная проверка закона сохранения импульса»	Законы изменения и сохранения импульса	Проведение опытов, демонстрирующих передачу импульса при взаимодействии тел. Представление результатов измерений. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
51.	Реактивное движение. Успехи в освоении космоса	Реактивное движение	Распознавание явления реактивного движения в природе и технике. Изучение устройства и объяснение принципа работы современных ракет
52.	Практикум решения задач		Решение задач базового и повышенного уровня сложности с использованием закона сохранения импульса

53.	Механическая работа. Мощность	Механическая работа и мощность. Работа сил тяжести, упругости, трения	Описание примеров совершения механической работы. Определение работы силы упругости при подъёме груза с использованием неподвижного и подвижного блоков. Измерение мощности. Определение работы силы трения при равномерном движении тела по горизонтальной поверхности
54.	Энергия. Потенциальная энергия	Связь энергии и работы. Потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью земли. Потенциальная энергия сжатой пружины	Выявление различий потенциальной и кинетической энергии. Определение потенциальной энергии тела, поднятого над поверхностью Земли. Измерение потенциальной энергии упруго деформированной пружины
55.	Кинетическая энергия	Кинетическая энергия. Теорема о кинетической энергии	Объяснение изменения кинетической энергии через совершение работы. Определение кинетической энергии тела по длине тормозного пути
56.	Закон сохранения механической энергии	Закон сохранения механической энергии	Объяснение сохранения энергии в замкнутой системе тел и анализ превращения энергии в механических процессах
57.	Практикум решения задач	Закон сохранения импульса. Закон сохранения механической энергии	Применение закона сохранения механической энергии для расчёта потенциальной и

		энергии	кинетической энергии тела. Решение задач с использованием закона сохранения механической энергии
58.	Исследовательская работа «Опытная проверка закона сохранения энергии»		Экспериментальное сравнение изменения потенциальной и кинетической энергии тела при движении по наклонной плоскости. Экспериментальная проверка закона сохранения механической энергии при свободном падении
59.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Закон сохранения импульса. Закон сохранения механической энергии	Обсуждение проблемных ситуаций
60.	Контрольная работа № 3	Закон сохранения импульса. Закон сохранения механической энергии	Выполнение заданий по теме
<b>Глава 6. Механические колебания и волны (12 ч)</b>			
61.	Механические колебания. Характеристики колебательного движения	Колебательное движение. Основные характеристики колебаний: период, частота, амплитуда	Наблюдение колебаний под действием сил тяжести и упругости и обнаружение подобных колебаний в окружающем мире. Описание характеристик колебательного движения. Построение и анализ графиков колебательного движения

62.	Пружинный и математические маятники	Математический и пружинный маятники	<p>Анализ колебаний груза на нити и на пружине.</p> <p>Описание физической модели — математического маятника.</p> <p>Объяснение процесса колебаний нитяного маятника.</p> <p>Объяснение процесса колебаний пружинного маятника.</p> <p>Определение амплитуды, периода и частоты колебаний математического маятника по графику колебательного движения</p>
63.	Период колебаний математического маятника	<p>Основные характеристики колебаний: период, частота, амплитуда.</p> <p>Математический и пружинный маятники</p>	<p>Изучение зависимости периода колебаний подвешенного к нити груза от длины нити.</p> <p>Проверка независимости периода колебаний груза, подвешенного к ленте, от массы груза.</p> <p>Решение задач, связанных с вычислением или оценкой частоты (периода) колебаний</p>
64.	Лабораторная работа «Изучение колебаний нитяного маятника»	Основные характеристики колебаний: период, частота, амплитуда	<p>Исследование зависимости периода колебаний подвешенного к нити груза от длины нити.</p> <p>Представление результатов измерений в виде таблиц.</p> <p>Анализ результатов измерений и формулирование выводов</p>

65.	Гармонические колебания. Лабораторная работа «Изучение колебаний пружинного маятника»	Гармонические колебания	Наблюдение и обсуждение опытов, демонстрирующих зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жёсткости пружины. Исследование закономерностей колебаний груза на пружине. Анализ изменения и превращения энергии при колебаниях. Применение математического и пружинного маятников в качестве моделей для описания колебаний в окружающем мире
66.	Превращение энергии колебаний. Затухающие колебания	Превращение энергии при колебательном движении. Затухающие колебания	Наблюдение и обсуждение опытов, демонстрирующих превращение энергии при колебательном движении
67.	Лабораторная работа «Измерение ускорения свободного падения с помощью нитяного маятника»	Измерение ускорения свободного падения	Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника. Представление результатов измерений в виде таблиц. Анализ результатов измерений и формулирование выводов
68.	Вынужденные колебания. Резонанс	Вынужденные колебания. Резонанс	Наблюдение и объяснение явления резонанса
69.	Волновые явления	Механические волны. Продольные и поперечные волны	Обнаружение и анализ волновых явлений в окружающем мире.

			Наблюдение распространения продольных и поперечных волн (на модели) и обнаружение аналогичных видов волн в природе (звук, водяные волны). Сравнение продольных и поперечных волн
70.	Длина волны. Скорость распространения волны. Механические волны в твёрдых средах	Длина волны и скорость её распространения. Механические волны в твёрдом теле. Сейсмические волны	Вычисление длины волны и скорости распространения волн. Анализ данных о регистрации землетрясений и взрывов с помощью сейсмических волн
71.	Свойства механических волн. Практикум решения задач	Свойства механических волн. Основные характеристики колебаний: период, частота, амплитуда. Математический и пружинный маятники. Механические волны	Постановка опытов по наблюдению интерференции и дифракции волн на поверхности воды. Описание свойств механических волн. Решение задач на характеристики колебательного движения и механические волны
72.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Основные характеристики колебаний: период, частота, амплитуда. Математический и пружинный маятники. Механические волны	Обсуждение проблемных ситуаций
73.	Контрольная работа № 4	Основные характеристики колебаний: период, частота, амплитуда. Математический и пружинный маятники. Механические волны	Выполнение заданий по теме

### Глава 7. Звук (6 ч)

74.	Звуковые колебания. Источники звука	Звук. Распространение звука	Экспериментальное определение границ частоты слышимых звуковых колебаний
75.	Звуковые волны. Скорость звука	Скорость звука	Описание распространения звука в среде. Вычисление длины волны и скорости распространения звуковых волн
76.	Отражение звука. Эхо	Отражение звука	Наблюдение явления отражения звуковых волн. Решение задач, связанных с распространением и отражением звука в различных средах
77.	Громкость звука. Высота и тембр звука	Громкость звука и высота тона	Наблюдение зависимости высоты звука от частоты (в том числе с использованием музыкальных инструментов). Объяснение физического смысла понятий громкости, высоты и тембра звука. Анализ графиков звуковых колебаний
78.	Резонанс в акустике. Ультразвук и инфразвук в природе и технике	Резонанс в акустике. Инфразвук и ультразвук. Использование ультразвука в современных технологиях (МС)	Наблюдение и объяснение явления акустического резонанса. Сравнение ультразвука и инфразвука. Описание использования звуковых колебаний различных диапазонов в природе и технике. Анализ оригинального текста, посвящённого использованию звука (или ультразвука) в технике (эхолокация, ультразвук в медицине и др.); выполнение заданий по тексту

			(смысловое чтение)
79.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Звук	Обсуждение проблемных ситуаций. Выполнение заданий по теме
<b>Глава 8. Электромагнитные колебания и волны (5 ч)</b>			
80.	Переменный электрический ток. Передача электрической энергии. Трансформатор	Переменный электрический ток. Генератор переменного тока. Передача электрической энергии. Трансформатор	Описание технических устройств, в основе работы которых лежит явление электромагнитной индукции. Получение переменного тока вращением катушки в магнитном поле. Изучение устройства и объяснение принципа работы генератора переменного тока. Объяснение потерь энергии при передаче электрической энергии на расстояние. Изучение устройства и объяснение принципа работы трансформаторов
81.	Электромагнитное поле	Электромагнитное поле	Построение рассуждений, обосновывающих взаимосвязь электрического и магнитного полей. Описание свойств электромагнитного поля
82.	Конденсаторы. Электромагнитные колебания	Конденсаторы. Электромагнитные колебания.	Описание процесса колебаний в колебательном контуре
83.	Электромагнитные волны. Шкала	Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн.	Описание механизма возникновения электромагнитных волн.

	электромагнитных колебаний. Практическое применение электромагнетизма.	Шкала электромагнитных волн. Использование электромагнитных волн для сотовой связи. Радиолокация. Космическая связь	Экспериментальное изучение свойств электромагнитных волн. Распознавание и анализ различных применений электромагнитных волн в технике. Объяснение принципа радиосвязи
84.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Электромагнитное поле. Электромагнитные волны	Обсуждение проблемных ситуаций. Выполнение заданий по теме. Решение задач с использованием формул для скорости электромагнитных волн, длины волны и частоты света
<b>Глава 9. Геометрическая оптика (15 ч)</b>			
85.	Свет. Источники света	Лучевая модель света и геометрическая оптика. Источники света	Наблюдение и описание оптических явлений
86.	Распространение света в однородной среде. Исследовательская работа «Наблюдение образования тени и полутени»	Прямолинейное распространение света. Затмения Солнца и Луны	Наблюдение опытов, демонстрирующих явление прямолинейного распространения света (возникновение тени и полутени), и их интерпретация с использованием понятия светового луча. Объяснение и моделирование солнечного и лунного затмений. Графическое изображение образования тени и

			получены от различных источников
87.	Отражение света	Отражение света. Закон отражения света	Исследование зависимости угла отражения светового луча от угла падения
88.	Плоское зеркало	Плоское зеркало. Построение изображений, сформированных зеркалом	Изучение свойств изображения в плоском зеркале. Построение изображения точки и предмета в плоском зеркале. Наблюдение и объяснение опытов по получению изображений в вогнутом и выпуклом зеркалах
89.	Преломление света	Преломление света. Закон преломления света	Наблюдение и объяснение опытов по преломлению света на границе различных сред. Исследование зависимости угла преломления от угла падения светового луча на границе «воздух—стекло». Объяснение физического смысла оптической плотности среды. Распознавание явлений отражения и преломления света в повседневной жизни
90.	Полное внутреннее отражение света	Полное отражение света. Использование полного отражения в оптических световодах, оптоволоконная связь	Наблюдение и объяснение опытов с полным внутренним отражением. Объяснение явления полного внутреннего отражения света.

			Анализ и объяснение явления оптического миража. Решение задач с использованием законов отражения и преломления света
91.	Лабораторная работа «Изучение законов отражения и преломления света»	Закон отражения света. Закон преломления света	Экспериментальная проверка закона отражения и преломления света. Измерение показателя преломления стекла
92.	Линзы. Лабораторная работа «Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы»	Линза	Сравнение выпуклых и вогнутых линз. Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы
93.	Изображение, получаемое с помощью линзы	Ход лучей в линзе. Формула тонкой линзы. Построение изображений, сформированных тонкой линзой	Изучение изображений, даваемых линзой. Получение изображений с помощью собирающей и рассеивающей линз
94.	Практикум решения задач	Линза. Построение изображений, сформированных тонкой линзой	Решение задач на построение изображений в собирающей и рассеивающей линзах. Решение задач на применение формулы линзы
95.	Лабораторная работа «Получение изображения с помощью линзы»	Линза. Получение изображений, сформированных тонкой линзой	Получение изображений с помощью собирающей линз

96.	Глаз как оптическая система	Глаз как оптическая система. Близорукость и дальнозоркость	Изучение строения глаза и оптической системе глаза. Анализ явлений близорукости и дальнозоркости, принципа действия очков
97.	Оптические приборы	Оптические системы микроскопа, телескопа и фотоаппарата (МС)	Анализ устройства и принципа действия некоторых оптических приборов: фотоаппарата, микроскопа, телескопа
98.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Прямолинейное распространение света. Закон отражения света. Закон преломления света. Построение изображений, сформированных тонкой линзой	Обсуждение проблемных ситуаций
99.	Контрольная работа № 5	Прямолинейное распространение света. Закон отражения света. Закон преломления света. Построение изображений, сформированных тонкой линзой	Выполнение заданий по теме
<b>Глава 10. Электромагнитная природа света (5 ч)</b>			
100.	Скорость света. Методы измерения скорости света	Скорость света	Описание методов определения скорости света

101.	Разложение белого света на цвета. Дисперсия света	Разложение белого света в спектр. Опыты Ньютона. Сложение спектральных цветов. Дисперсия света	Наблюдение и объяснение опытов по разложению белого света в спектр. Наблюдение и объяснение опытов по получению белого света при сложении света разных цветов. Проведение и объяснение опытов по восприятию цвета предметов при их наблюдении через цветные фильтры (цветные очки)
102.	Волновые свойства света. Интерференция и дифракция света	Волновые свойства света: интерференция и дифракция	Проведение и анализ опытов, демонстрирующих интерференцию и дифракцию света. Объяснение явления интерференции и дифракции света
103.	Поперечность световых волн. Электромагнитная природа света	Поляризация света. Поперечность световых волн. Электромагнитная природа света	Объяснение природы и свойств световых волн
104.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Электромагнитная природа света	Обсуждение проблемных ситуаций. Выполнение заданий по теме
<b>Глава 11. Квантовые явления (15 ч)</b>			
105.	Опыты с катодными лучами. Открытие электрона	Открытие электрона. Рентгеновское излучение	Расширение сведений о строении вещества. Наблюдение и описание физических явлений

			с позиций современных представлений о строении вещества. Описание рентгеновского излучения
106.	Излучение и спектры. Исследовательская работа «Наблюдение сплошного и линейчатого спектров»	Испускание и поглощение света атомом. Линейчатые спектры	Наблюдение сплошных и линейчатых спектров излучения различных веществ
107.	Квантовая гипотеза Планка	Кванты	Описание квантовой гипотезы Планка
108.	Модели строения атомов. Опыт Резерфорда	Опыты Резерфорда и планетарная модель атома. Модель атома Бора	Обсуждение цели опытов Резерфорда по исследованию атомов, выдвижение гипотез о возможных результатах опытов в зависимости от предполагаемого строения атомов, формулирование выводов из результатов опытов. Обсуждение противоречий планетарной модели атома и оснований для гипотезы Бора о стационарных орбитах электронов. Описание модели Бора. Объяснение линейчатых спектров излучения
109.	Радиоактивность	Радиоактивность. Альфа-, бета- и гамма-излучение	Обсуждение возможных гипотез о моделях строения ядра
110.	Состав атомного ядра	Строение атомного ядра. Нуклонная модель атомного ядра.	Определение состава ядер по заданным массовым и зарядовым числам и по

		Изотопы. Радиоактивные превращения. Период полураспада атомных ядер	положению в Периодической системе химических элементов. Анализ изменения состава ядра и его положения в Периодической системе при $\alpha$ -радиоактивности
111.	Влияние радиоактивного излучения на живые организмы. Дозиметрия	Действие радиоактивных излучений на живые организмы (МС). Защита от радиоактивного излучения	Обнаружение и измерение радиационного фона с помощью дозиметра, оценка его интенсивности. Анализ биологических изменений, происходящих под действием радиоактивных излучений. Использование радиоактивных излучений в медицине
112.	Ядерные силы и ядерные реакции	Ядерные силы. Ядерные реакции. Законы сохранения зарядового и массового чисел	Примеры использования законов сохранения массовых и зарядовых чисел при определении результатов ядерных реакций. Анализ возможности или невозможности ядерной реакции
113.	Лабораторная работа «Изучение законов сохранения зарядового и массового чисел в ядерных реакциях»	Ядерные реакции. Законы сохранения зарядового и массового чисел	Исследование треков $\alpha$ -частиц по готовым фотографиям. Проверка закона сохранения массового и зарядового чисел

114.	Энергия связи атомных ядер	Энергия связи атомных ядер. Связь массы и энергии	Оценка энергии связи ядер с использованием формулы Эйнштейна
115.	Деление и синтез ядер	Реакции синтеза и деления ядер. Источники энергии Солнца и звёзд	Объяснение механизма деления ядер урана. Запись ядерных реакций деления и синтеза. Обсуждение перспектив использования управляемого термоядерного синтеза
116.	Атомная энергия	Ядерная энергетика. Экологические проблемы ядерной энергетике	Изучение устройства ядерного реактора. Обсуждение преимуществ и экологических проблем, связанных с ядерной энергетикой
117.	Практикум решения задач	Строение атомного ядра. Ядерные реакции. Энергия связи	Решение задач базового и повышенного уровней сложности по теме
118.	Практикум решения задач. Выполнение исследовательских работ. Кейсы	Строение атомного ядра. Ядерные реакции. Энергия связи	Обсуждение проблемных ситуаций. Выполнение заданий по теме
119.	Контрольная работа № 6	Строение атомного ядра. Ядерные реакции. Энергия связи	Выполнение заданий по теме
<b>Глава 12. Строение и эволюция Вселенной (5 ч)</b>			
120.	Структура Вселенной	Структура Вселенной	Обсуждение строения, масштабов и возраста нашей Вселенной, галактики Млечный Путь, Солнечной системы. Получение представлений о красном смещении, реликтовом излучении, законе Хаббла

121.	Строение Солнечной системы	Строение Солнечной системы	Изучение строения Солнечной системы
122.	Физическая природа Солнца и звёзд	Физическая природа Солнца и звёзд	Наблюдение движения Луны, Солнца и планет относительно звёзд. Изучение этапов эволюции звёзд
123.	Рождение и эволюция Вселенной	Рождение и эволюция Вселенной	Получение представлений о строении, масштабах и возрасте нашей Вселенной, методах её изучения и моделях
124.	Современные методы исследования Вселенной. Практикум решения задач	Современные методы исследования Вселенной	Получение представлений о современных методах исследования Вселенной
125.	Повторение. Подведение итогов. Резерв учебного времени (12 ч)		Обобщение и систематизация знаний. Контроль и коррекция знаний. Решение задач базового и повышенного уровней сложности

## ЭЛЕКТРОННАЯ ФОРМА УЧЕБНИКА

Электронная форма учебника (ЭФУ), созданная АО «Издательство «Просвещение», представляет собой электронное издание, которое по структуре и содержанию соответствует печатному учебнику, а также содержит мультимедийные элементы, расширяющие и дополняющие содержание учебника.

ЭФУ представлена в общедоступных форматах, не имеющих лицензионных ограничений для участников образовательного процесса. ЭФУ воспроизводится в том числе при подключении устройства к интерактивной доске любого производителя.

Для начала работы с ЭФУ на планшет или стационарный компьютер необходимо установить приложение «Учебник цифрового века». Скачать приложение можно из магазинов мобильных приложений или с сайта издательства.

ЭФУ включает в себя не только изложение учебного материала (текст и зрительный ряд), но и тестовые задания (тренажёр, контроль) к каждой теме учебника, обширную базу мультимедиа контента. ЭФУ имеет удобную навигацию, инструменты изменения размера шрифта, создания заметок и закладок.

Данная форма учебника может быть использована как на уроке в классе (при изучении новой темы или в процессе повторения материала, при выполнении самостоятельной, парной или групповой работы), так и во время самостоятельной работы дома, при подготовке к уроку, для проведения внеурочных мероприятий.

Подробная информация по работе с ЭФУ представлена на интернет-ресурсе <https://prosv.ru>

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования / Министерство просвещения Российской Федерации. Реестр примерных основных общеобразовательных программ. <https://go.prosv.ru/HbbTeG>
2. Федеральная образовательная программа основного общего образования / Министерство просвещения Российской Федерации. Реестр примерных основных общеобразовательных программ. <https://go.prosv.ru/6xiAai> (Федеральная рабочая программа по физике углублённого уровня С. 5032—5069)
3. Примерная рабочая программа основного общего образования. Физика. Базовый уровень (для 7—9 классов образовательных организаций) / Министерство просвещения Российской Федерации. Реестр примерных основных образовательных программ. <https://go.prosv.ru/hHChjK>
4. Примерная рабочая программа основного общего образования. Физика. Углублённый уровень (для 7—9 классов образовательных организаций) / Министерство просвещения Российской Федерации. Реестр примерных основных общеобразовательных программ. <https://go.prosv.ru/qWcRyN>

Учебное издание

**Белага** Виктория Владимировна  
**Воронцова** Наталия Игоревна  
**Ломаченков** Иван Алексеевич  
**Панебратцев** Юрий Анатольевич

## **Физика**

**Инженеры будущего**

7—9 классы

Углублённый уровень

Методическое пособие  
к учебно-методическому комплексу  
«Физика. Инженеры будущего»

Центр развития углублённого и профильного образования,  
функциональной грамотности

Ответственный за выпуск *Н. В. Мелешко*

Художественный редактор *Т. В. Глушкова*

Корректор *Г. И. Мосякина*

Акционерное общество «Издательство «Просвещение».  
127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 3, помещение 1Н.  
Адрес электронной почты «горячей линии» — [vorpros@prosv.ru](mailto:vorpros@prosv.ru)