

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Министерство образования Свердловской области  
Департамент образования Администрации города Екатеринбург  
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
Средняя образовательная школа № 300 «Перспектива»  
МАОУ СОШ № 300 «Перспектива»

ПРИНЯТО  
Педагогическим советом  
МАОУ СОШ № 300 «Перспектива»  
Протокол № 1 от «25» августа 2025 года

УТВЕРЖДЕНО  
Директор МАОУ СОШ № 300 «Перспектива»  
С.Н. Сомов  
Приказ № 209-1-О от «29» августа 2025 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

(ID 4493361)

**курса внеурочной деятельности «Экспериментальная физика»**

для обучающихся 10-11 классов

Екатеринбург, 2025

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая рабочая программа курса внеурочной деятельности «Экспериментальная физика» (далее – программа) разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (далее – ФГОС СОО) и направлена на организацию обучения в физико-математическом профиле в соответствии с требованиями федеральной образовательной программы среднего общего образования (ФОП СОО). Реализация программы может содействовать достижению обучающимися планируемых результатов освоения ФОП СОО, развитию личности обучающихся, формированию и удовлетворению их социально значимых интересов и потребностей, самореализации обучающихся через участие во внеурочной деятельности. Программа может реализовываться образовательной организацией самостоятельно либо на основе взаимодействия с другими организациями, осуществляющими образовательную деятельность.

Программа курса внеурочной деятельности «Экспериментальная физика» предназначена для реализации в 10-11 классах и направлена на достижение соответствующих результатов, сформулированных в федеральной рабочей программе по учебному предмету «Физика» (углубленный уровень).

При изучении физики на углубленном уровне реализация этих принципов базируется на использовании самостоятельного ученического эксперимента, включающего, в том числе, работы физического практикума. При этом под работами практикума понимается самостоятельное исследование, которое проводится по руководству свернутого, обобщенного вида без пошаговой инструкции. В результате обеспечивается овладение обучающимися умениями проводить прямые и косвенные измерения, исследовать взаимные зависимости двух физических величин и осуществлять постановку опытов по проверке предложенных гипотез. Все это способствует достижению одной из основных **целей** изучения физики на уровне среднего общего образования – овладению обучающимися методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата.

Актуальность реализации данной программы определяется тем, что ее освоение позволяет обучающимся на практике ознакомиться с различными физическими явлениями, экспериментально изучить различные физические закономерности, углубить свои теоретические знания, развить имеющиеся и приобрести новые практические умения и навыки в области планирования, подготовки, проведения, анализа и интерпретации физического эксперимента. Программа дает обучающимся возможность приобрести практический опыт работы с лабораторным оборудованием, овладеть конкретными приемами исследовательской деятельности начинающего

физика-экспериментатора, сформировать навыки оценки погрешностей результатов измерения физических величин. Реализация программы создает условия для формирования у обучающихся нестандартного креативного мышления, содействует развитию индивидуальности суждений, формированию культуры обоснования собственного мнения и свободы его выражения.

Программа может быть востребована обучающимися, которые имеют интерес и мотивацию к углубленному изучению физики и математики, готовятся к участию в олимпиадах школьников по физике, в рамках которых предусмотрен практический тур.

Программа преследует не только образовательные, но и воспитательные цели, поскольку соответствует идее экологизации и идее прикладной направленности, которые, в числе других идей, положены в основу курса физики, изучаемого на ступени СОО.

Программа курса рассчитана на 68 часов, в рамках которых предусмотрены такие формы работ, как лекции, самостоятельные работы и работы практикума. В ходе самостоятельных работ обучающиеся под контролем преподавателя закрепляют новые знания, отрабатывают определенные умения и навыки. Работы

практикума подразумевают самостоятельное решение обучающимися экспериментальных физических задач. Тематика работ практикума и порядок их следования соответствуют структуре тематического планирования федеральной рабочей программы по учебному предмету «Физика» (углубленный уровень).

Программа рассчитана на реализацию в течение двух лет обучения в 10–11 классах при проведении занятий один раз в неделю объемом 1 час каждое. По усмотрению учителя порядок следования занятий может быть изменен, а некоторые могут быть исключены.

#### МЕСТО КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ "Экспериментальная физика" В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Программа разработана с учетом рекомендаций федеральной рабочей программы воспитания. В частности, она учитывает психолого-педагогические особенности соответствующей возрастной категории обучающихся. Программа соответствует таким целям воспитания обучающихся, как развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации. Программа содействует решению следующих задач воспитания обучающихся: усвоение знаний, норм, духовно-нравственных ценностей, традиций, которые выработало российское общество; формирование и развитие личностных отношений к этим нормам, ценностям; приобретение соответствующего этим нормам, ценностям, традициям социокультурного опыта поведения, общения, межличностных и социальных отношений, применения полученных знаний; достижение личностных результатов

освоения общеобразовательной программы по физике в соответствии с ФГОС СОО. Программа соответствует следующим основным направлениям воспитания.1) Трудовое воспитание – воспитание уважения к труду, трудящимся, результатам труда (своего и других людей), ориентация на трудовую деятельность, получение профессии, личностное самовыражение в продуктивном, нравственно достойном труде в российском обществе, достижение выдающихся результатов в профессиональной деятельности. Целевыми ориентирами являются: формирование осознанной готовности к получению профессионального образования, непрерывному образованию в течение жизни как условию успешной профессиональной и общественной деятельности; понимание специфики самообразования и профессиональной самоподготовки в информационном высокотехнологическом обществе, готовности учиться и трудиться в современном обществе; ориентированность на осознанный выбор сферы профессиональной трудовой деятельности в российском обществе с учетом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, общества.2) Экологическое воспитание – формирование экологической культуры, ответственного, бережного отношения к природе, окружающей среде на основе российских традиционных духовных ценностей, навыков охраны, защиты, восстановления природы, окружающей среды. Целевым ориентиром является осознание необходимости применения знания естественных и социальных наук для разумного, бережливого природопользования в быту, общественном пространстве.3) Ценности научного познания – воспитание стремления к познанию себя и других людей, природы и общества, к получению знаний, качественного образования с учетом личностных интересов и общественных потребностей. Целевыми ориентирами являются: формирование деятельно выраженного познавательного интереса в области физики с учетом своих интересов, способностей, достижений; получение представлений о современной научной картине мира, о достижениях науки и техники, о значении науки в жизни российского общества, обеспечении его безопасности; приобретение навыков критического мышления, определения достоверной научной информации и критики антинаучных представлений; развитие и применение навыков наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественно-научной области познания, исследовательской деятельности.

## ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ "экспериментальная физика"

Реализация программы предполагает сочетание различных форм групповой работы (слушание лекций, дискуссия, монтаж экспериментальных установок, проведение физических измерений под руководством преподавателя) и

индивидуальной работы (выполнение самостоятельных работ и работ практикума, обработка и интерпретация результатов физических измерений). Использование таких форм работы помогает развивать у обучающихся, с одной стороны, навыки восприятия новой информации при различных формах ее подачи, а с другой стороны – активность, самостоятельность и творческое начало. В целом реализация данной программы должна положительно сказываться как на актуализации знаний, умений и навыков, обучающихся в рамках их предпрофессиональной технологической (инженерной) подготовки, так и на социальном формировании личности обучающихся.

# СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ "Экспериментальная физика"

**Занятие 1.** Погрешности в эксперименте Лекция «Погрешности проведения измерений». Обсуждается возникновение погрешностей, методы их минимизации и оценки природы. Лекция «Погрешности дополнительных измерений». Обсуждаются методы и приемы оценки погрешностей конечных измерений.

**Занятие 2.** Оценка погрешностей прямых и сокращенных измерений Самостоятельная работа «Оценка погрешностей прямых измерений по результатам прямых измерений».

**Занятие 3.** Усреднение измерений. Случайная погрешность. Кинематические измерения Лекция «Случайные погрешности». В соответствии с уровнем подготовки обучающихся и доступным оборудованием может быть проведена одна из двух практических работ.

## Практикум № 1

**Задание.** Ограничьте максимальную скорость движения зернышка пшена в бутылке с водой. Оборудование. Пшено, наполненная водой пластиковая бутылка с отрезанным горлышком, секундомер, линейка. Краткое описание решения. Проводится серия экспериментов по методу с помощью секундомера времени, проверяющего зернышком пшена в толще воды с фиксированным расстоянием вдоль вертикали. Высчитывается среднее время движения зерен. Рассчитывается средняя установившаяся скорость этого движения. Оценивается погрешность. Описание популярной работы практикума: всероссийская олимпиада.

## Практикум № 2

**Задание.** Соберите установку для запуска шарика в полете с некоторой высотой и фиксированной горизонтальной начальной скоростью. Исследуйте зависимость вертикальной и горизонтальной координатной точки при полете. Определите скорость шарика в начале полета. Оборудование. Стальной шарик, пусковое устройство (отрезок алюминиевого профиля, магнит неодимовый, два стальных шарика), комплект с лапкой и муфтой, малярный скотч, рулетка, копировальная бумага. Краткое описание решения. Осуществляется сборка пусковой установки. Проводится серия экспериментов по запуску шарика в полете и оценке координат падения шарика относительно точки сброса. По полученным данным рассчитывается начальная скорость полета шарика. Описание общепринятой работы практикумы: Международная олимпиада по экспериментальной физике 2021 г., задача «Пушка».

**Занятие 4.** Простейшие геометрические измерения

**Практикум Задание.** Ограничьте верхний край толстой проволоки и внешний диаметр иглы, квадратной фигуры, нарисованной на листе бумаги, объемного бруска. Оцените погрешность.

**Оборудование.** Проволока, игла от шприца (со сточенным острием), изображение фигуры Джорджии на разлинованной квадратами бумаги, натуральный брусок, линейка, штангенциркуль. Краткое описание решения. Проведите измерение толщины проволоки методом рядов. Проводится измерение диаметра иглы методом прокатывания. Проводится измерение площади фигуры методом подсчета площади по клеткам сетки известного шага. Проводится измерение габаритов бруска и вычисление его объема. Оценивается погрешность зависимых величин. Проводится проверка правильности измерения диаметра иглы с помощью штангенциркуля.

**Занятие 5.** Графики экспериментальных зависимостей. Графическая обработка данных Лекция «Оформление графиков экспериментальных зависимостей. Графическая обработка данных». Обсуждаются основные правила построения графиков зависимости физических величин друг от друга. Самостоятельная работа «Построение графиков в соответствии с изученными правилами с использованием готовых таблиц с данными». Используемые материалы: методические рекомендации Центральной предметно-методической комиссии по измерению составления графиков на практических турах Всероссийской олимпиады школьников по физике.

**Занятие 6.** Обработка нелинейных зависимостей: линеаризация, подсчет площади под графиком, построение касательных к графику Лекция «Линеаризация экспериментальных зависимостей и другие графические способы обработки данных». Обсуждается метод замены стоимости при линеаризации экспериментальных зависимостей. Обсуждается физический смысл площади под графиком и угловой коэффициент касательной к графику.

**Занятие 7.** Измерение в зависимости от координаты границы области намокания от времени.

**Практикум**

**Задание.** Вырежьте из бумажной салфетки ленту длиной 30 см и длиной 2–3 см. Опустите конец бумажной ленты в воду и добавьте секундомер. Изучите зависимость координат границ области, пропитанной водой, от времени. Определите характер этого в зависимости. **Оборудование.** Секундомер, бумажные салфетки, рулетка, чашка Петри. Краткое описание решения. Ставится опыт по изучению движения границы намокания бумажной салфетки. Используется замена метода для линеаризации зависимости и построения линейного графика, что впоследствии позволяет судить о конкретном характере зависимости. Описание обычной работы практикумы:, задача № 32 «Намокание ткани».

## **Занятие 8.** Изучение упругого гистерезиса

### Практикум

**Задание.** Закрепите с помощью зажима линейку на столе. Проденьте дужку зажима в кольцо банковской резинки. Зацепите крючком динамометра кольцо на 12 резинок. Измерьте зависимость длины резинки от растягивающей силы при растяжении (растяжении) и разгрузке. Проводите измерения с шагом 0,5 Н, при каждом измерении делайте задержку в 30 с. Постройте график зависимости, опишите ее характер. Делайте выборы в отношении оснований наблюдения в зависимости от ситуации. Рассчитайте, в каких пределах находится коэффициент жесткости резинового кольца. Получив полученные данные, рассчитайте, какую энергию поглотила резинка за время проведения измерений.

**Оборудование.** Линейка, зажим, динамометр с пределом измерения 5 Н, резиновое кольцо (резинка для банкнота), секундомер.

**Краткое описание решения.** Выполняется опыт по изучению зависимости силы упругости резинового кольца от его длины при постепенном увеличении и при постепенном уменьшении растягивающей силы. Наблюдается состояние упругого гистерезиса. Две полученные экспериментальные зависимости изнашиваются на одном графике. Проводится анализ полученных результатов.

**Занятие 9.** Прохождение массы капель и шприца с помощью уравновешивающего рычага. Практикум

**Задание.** Определите дальнюю часть потока шприца и потока.

**Оборудование.** Шприц раствор 20 мл, линейка, стакан воды.

**Краткое описание решения.** К последней детали, которая используется в качестве рычага, подвешивается шприц. Измеряется зависимость координат точек опор уравновешенного рычага от объема воды в шприце. Полученные результаты.

**Описание схожей работы практикумы:** региональный этап олимпиады им. Дж. К. Максвелла по физике, 2014 г., 8 класс, задача «Недеструктивный анализ».

## **Занятие 10.** Измерение коэффициента потерь при отскоке шарика от поверхности

### Практикум

**Задание.** Проведите исследование в зависимости от высоты отскока шарика после удара о поверхность стола от высоты сброса. Проведите опыт для двух типов шариков. Определите характер в зависимости. Оборудование. Шарик для настольного тенниса, резиновый шарик «попрыгун», рулетка, малярный скотч.

**Краткое описание решения.** Проводится опыт по оценке высоты отскока шарика после удара с поверхности горизонтального стола в зависимости от высоты сброса. Измерения для двух типов шариков. Для резинового шарика зависимость является прямой пропорциональностью, для шарика от настольного тенниса зависимость не таковая. Обсуждаются возможные причины возникновения результатов.

**Занятие 11.** Определение теплоемкости твердого тела Практикум Задание. Определите максимальную теплоемкость груза. Оборудование. Грузик массы 50 г, стакан определения 0,2 л с водой высокой температуры, емкость с горячей водой, два термометра, салфетки, поднос, нить. Краткое описание решения. Проводится опыт по включению теплоемкости грузики методом переноса его из холодной воды в горячую. Оценивается изменение температуры холодной воды за счет получения количества теплоты от горячей грузики.

**Занятие 12.** Измерение температуры на моем экспериментаторе и давления, которое может создать его легкое

Практикум

Задание.

1) Определите отрезок трубки. Подключите к шприцу 20 мл трубку с вставленной в нее каплей воды. Зажмите шприц в ладонях и нагревайте его таким образом в течение 5 минут. Измерьте перемещение капли по трубке. Получив полученные данные, оцените температуру рук экспериментатора.

2) Дождитесь, когда шприц снова примет комнатную температуру. Вдувая воздух в свободный конец трубки, измерьте количество капель при максимальном давлении воздуха, образовавшемся на конце трубки. Используя полученные данные, оцените давление, которое может создать легкий экспериментатор. Оборудование. Шприц раствор 20 мл, трубка от инфузионной системы, вода, линейка, секундомер. Краткое описание решения.

1) К внезапному заключению налейте 20 мл под трубку с установленной в ней каплей воды. Шприц нагревается руками, проводится исследование перемещения капли по трубке. На основе данных о сечении трубки и воздуха в шприце определена температура экспериментатора.

2) При той же установке экспериментатор создает давление внутри свободного конца трубки. Капля воды перемещается по трубке. На основе данных давления о ее смещении измерения, которые могут создать легкий экспериментатор.

Описание обычной работы практикумы: 1) заключительный этап всероссийской олимпиады школьников, 2023 г., 10 класс, задача «Насыщенный пар», пункт № 1.

**Занятие 13.** Эффективный коэффициент жесткости системы. Определение модуля Юнга с помощью рычага. Определение предела упругой деформации Практикум Задание. Определите верхний край модуля Юнга. Оборудование. Штатив с двумя лапками, проволока, линейка деревянная длиной 50 см, грузы массой по 50 г, два канцелярских зажима. Краткое описание решения. Линейка подвешивается на проволоке так, чтобы получился сильно неравноплечий рычаг. Ближний уровень крепления подвески на конце горизонтальной опоры опирается на штатную лапку. К концу периода подвешиваются грузы. Измеряется зависимость

смещения конца Часть, к которой подвешиваются грузы, от их общей массы. На основе полученных данных и геометрических параметров рассчитывается модуль проволоки Юнга. Описание хорошей работы практикума: , задача № 9.30.

**Занятие 14.** Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва

Практикум

Задание. Продумайте способ измерения силы, который необходимо приложить к проволочной рамке для того, чтобы оторвать ее от поверхности воды. Проведите эксперимент и оцените коэффициент поверхностного натяжения воды.

Оборудование. Кювета широкая с водой, проволока, весы, нить. Краткое описание решения. Проводится опыт по измерению силы отрыва проволочной рамки от поверхности воды при различных периметрах рамки. Проводится коэффициент коэффициента внутреннего натяжения воды.

**Занятие 15.** Определение точек росы. Знакомство с электричеством

Практикум № 1

Задание. Оцените влажность воздуха в комнате. Оборудование. Пробирка стеклянная, маленькие кусочки льда, термометр, таблица давления в зависимости от температуры насыщенного пара воды. Краткое описание решения. В пробирке с водой постепенно появляются кусочки льда и наблюдается появление капель росы на поверхности пробирки. Получены данные о температуре помещения росы с помощью таблицы зависимости давления насыщенного пара воды от температуры и относительной влажности воздуха в комнате. Практикум № 2 Задание. Определите с крайней дальностью отношение к электрическим емкостям двух конденсаторов.

Оборудование. два электролитических конденсатора, вольтметр, батарейка, соединительные провода. Краткое описание решения. Проводится опыт по зарядке конденсатора от другого заранее заряженного конденсатора. Измеряются напряжения на конденсаторах до и после подключения. Оценивается отношение емкостей конденсаторов.

**Занятие 16.** Изучение процесса разрядки конденсатора

Практикум

Задание. Изучите напряжение напряжения на конденсаторе от времени при его разрядке. Определите емкость конденсатора.

Оборудование. Электролитический конденсатор, вольтметр, батарейка, секундомер, соединительные провода. Краткое описание решения. Проводится измерение зависимости напряжения на разряжающемся конденсатора от времени. Делается зарядка емкости конденсатора. В качестве сопротивления для разрядки конденсатора действует сопротивление вольтметра.

## 11 КЛАСС

**Занятие 1.** Определение используемого материала проволоки.

### **Практикум**

*Задание.* Определите соответствующий провод сопротивления.

*Оборудование.* Два мультиметра (в режиме вольтметра и амперметра) соединительные провода, батарейка, образцы проволоки, линейка, микрометр.

*Краткое описание решения.* Исследуемая проволока соединяется последовательно с амперметром и подключается к батарейке. Параллельно участку проволоки подключается вольтметр. Из отношения показаний приборов рассчитывается сопротивление участка проволоки, после чего измеряются его геометрические размеры. Из полученных данных определяется удельное сопротивление материала, из которого изготовлена проволока.

*Описание хорошей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2022 г., задача «Малое сопротивление».

**Занятие 2.** Измерение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода.

### **Практикум**

*Задание.* Измерьте напряжение силы тока, протекающего через диод, от подаваемого на него напряжения (в прямом и обратном направлении). Постройте график вольт-амперной характеристики диода.

*Оборудование.* Вольтметр, амперметр, соединительные провода, полупроводниковый диод, макетная плата, переменный резистор, батарейка.

*Краткое описание решения.* Проводится эксперимент по присоединению ВАХ диода в прямом и обратном направлении.

*Описание рекомендуемой работы практикума:* , глава № 4, лабораторная работа № 9.

**Занятие 3.** Изучение на круглой поверхности с радиусом ее кривизны

### **Практикум**

*Задание.* Определите характер зависимости периода изменения кривой, положенной на цилиндрическую поверхность, от радиуса кривизны этой поверхности.

*Оборудование.* Набор цилиндров разного радиуса (например, различные цилиндрические сосуды), линейка, секундомер.

*Краткое описание решения.* Проводится серия прямых измерений в зависимости от периода изменения деформации, положенной на цилиндрическую поверхность, от радиуса кривизны этой поверхности. Используются методы линеаризация и графический анализ экспериментальных данных.

**Занятие 4.** Изучение зависимости амплитуды пружинного сопротивления маятника от времени

**Практикум**

*Задание.* Измерьте величину амплитуды затухающих колебаний пружинного маятника от времени. проверить гипотезу об экспоненциальном характер полученной зависимости.

*Оборудование.* Пружина от динамометра с пределами измерения 1 Н, груз масса 150 г, секундомер, в комплекте с лапкой и муфтой, линейка.

*Краткое описание решения.* Проводится эксперимент прямо определение ширины затухающих колебаний пружинного маятник от времени. Строится график исследовательской работы в зависимости от в линеаризованном виде.

**Занятие 5.** Измерение активного и реактивного сопротивления катушки индуктивности

**Практикум**

*Задание.* Возьмите электрическую цепь из последовательно соединенных резистора и катушки индуктивности. Проведите измерение в зависимости напряжение на резисторе от частоты подаваемого на эту цепь напряжения. По полученным данным определите активное сопротивление и реактивное сопротивление катушки индуктивности. Рассчитайте индуктивность катушки.

*Оборудование.* Катушка индуктивности, резистор с сопротивлением, близким к активному сопротивлению катушки индуктивности, соединительные провода, генератор низкой частоты, осциллограф или вольтметр переменного напряжения.

*Краткое описание решения.*

Собирается электрическая цепь из последовательно соединенных резистора и катушки индуктивности. На эту цепь подается переменное напряжение. Проводится измерение зависимости напряжения на резисторе от частоты подаваемого на цепь напряжения (амплитуда напряжения на всей цепи постоянна). По низкочастотной области графика определяется активное сопротивление катушки индуктивности, по высокочастотной части определяется индуктивность катушки.

**Занятие 6. Звук. Спектр звука**

*Лекция* «Введение в экспериментальную акустику». Вводятся основные понятия акустики. Обсуждается механика распространения акустических колебаний. Вводится понятие тона и обертона.

**Занятие 7. Стоячие механические волны**

*Лекция* «Стоячие механические волны». Обсуждается механика стоячих волн в одномерной среде. Рассматриваются примеры различных граничных

условий.

### ***Практикум***

*Задание.* Подуйте в пробирку так, чтобы она начала звучать. Проведите измерение зависимости частоты основного тона и первого обертона воздушного столба в пробирке от высоты этого столба. Для изменения длины воздушного столба заполняйте пробирку водой. Определите скорость звука в воздухе.

*Оборудование:* Персональный компьютер с микрофоном или смартфон с предустановленным программным обеспечением, пробирка, вода, линейка.

*Краткое описание решения.* Проводится серия экспериментов по измерению акустического спектра звучания пробирки, возникающего при вдувании в нее воздуха. Строится линеаризованный график зависимости частоты основного тона и первого обертона от высоты воздушного столба в пробирке. По полученным данным определяется скорость звука в воздухе.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2017 г., задача «Акустические резонаторы», часть № 2.

**Занятие 8. Измерение показателя преломления стекла**

### ***Практикум № 1***

*Задание.* Определите показатель преломления стеклянной пластины.

*Оборудование.* Предметное стекло, миллиметровка, лазерная указка, линейки, штативы с лапкой и муфтой.

*Краткое описание решения.* Проводится серия экспериментов по изучению перенаправления луча света, падающего на боковую поверхность предметного стекла, в зависимости от выбранного угла падения. Вычисляется показатель преломления материала пластины.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2021 г., задача «Отражение, преломление и пропускание», пункт № 4.

### ***Практикум № 2***

*Задание.* Определите с максимальной точностью показатель преломления материала призмы.

*Оборудование.* Призма, лазерная указка, транспортир, штативы.

*Краткое описание решения.* Проводится опыт по измерению минимального угла отклонения лазерного луча треугольной равнобедренной призмой. По полученному значению угла рассчитывается показатель преломления призмы.

**Занятие 9. Полное внутреннее отражение**

*Лекция* «Применение эффекта полного внутреннего отражения в измерениях». Обсуждается эффект полного внутреннего отражения. Описываются приемы по использованию этого эффекта при проведении оптических измерений.

### ***Практикум***

*Задание.* Определите показатель преломления материала призмы.

*Оборудование.* Стеклопризма, лазерная указка, линейка.

*Краткое описание решения.* Проводится опыт по наблюдению эффекта полного внутреннего отражения света, который распространяется в призме. Измеряются параметры, при которых достигается эффект. Вычисляется показатель преломления материала призмы.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2021 г., задача «Дисперсия», пункт № 1 .

## **Занятие 10. Проверка формулы тонкой линзы с помощью метода параллакса, примененного для определения положения изображения**

### ***Практикум***

*Задание.* Определите с максимальной точностью фокусное расстояние собирающей линзы.

*Оборудование.* Собирающая линза, оптическая скамья (либо мерная лента и крепление для линзы), две иглы от шприца (со сточенным острием), пластилин, точечный источник света.

*Краткое описание решения.* Обсуждается и демонстрируется эффект параллакса. Изученный эффект используется для определения положения изображения источника света с малой светимостью, полученного с помощью собирающей линзы. По нескольким опытам рассчитывается фокусное расстояние линзы.

## **Занятие 11. Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы**

### ***Практикум***

*Задание.* Определите с максимальной точностью фокусное расстояние рассеивающей линзы.

*Оборудование.* Рассеивающая линза, собирающая линза, оптическая скамья (либо мерная лента и крепления для линз), лист картона, ножницы, точечный источник света.

*Краткое описание решения.* Обсуждаются приемы измерения фокусного расстояния рассеивающей линзы. Проводится опыт по получению действительного изображения в рассеивающей линзе путем создания с помощью собирающей линзы мнимого источника для рассеивающей линзы.

Также проводится опыт по наблюдению расходящегося светового пучка,

образованного светом, излученным точечным источником и прошедшим через рассеивающую линзу, на которую наклеена диафрагма. По результатам полученных экспериментов рассчитывается оптическая сила рассеивающей линзы.

*Описание схожей работы практикума:* , глава № 5, лабораторная работа № 12.

**Занятие 12.** Определение длины волны лазерного излучения с помощью схемы Юнга

### ***Практикум***

*Задание.* Придумайте экспериментальную установку, позволяющую наблюдать интерференционную картину от светового излучения лазера.

Определите длину волны излучения лазерной указки.

*Оборудование.* Лазерная указка, нитка, фольга, булавки, экран, рулетка.

*Краткое описание решения.* Двумя связанными ниткой булавками прокалываются два близкорасположенных отверстия в алюминиевой пищевой фольге. Полученные отверстия освещаются лазерным пучком. В прошедшем свете наблюдается интерференционная картина. По расстоянию между полосами интерференционной картины и расстоянию между отверстиями в фольге рассчитывается длина волны света в лазерном пучке.

*Описание схожей работы практикума:* заключительный этап всероссийской олимпиады школьников по физике 2000 г., 11 класс, задача № 1.

**Занятие 13.** Изучение спектра света различных источников с помощью дифракционной решетки

### ***Практикум***

*Задание.* Придумайте, соберите и опишите экспериментальную установку, позволяющую получить оптический спектр излучения света различных источников.

Проведите исследование спектров предложенных вам источников света.

*Оборудование.* Дифракционная решетка, фонарь с лампой накаливания, светодиодный фонарь, газоразрядная лампочка, экран, диафрагма, мерная лента.

*Краткое описание решения.* Проводится серия экспериментов по наблюдению оптических спектров излучения источников света разной природы. Проводится сравнительный и количественный анализ этих спектров.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2018 г., задача «Спектр».

**Занятие 14.** Исследование зависимости интенсивности свечения светодиода от силы протекающего через него тока

### ***Практикум***

*Задание.* Измерьте зависимость интенсивности свечения светодиода от силы протекающего через него тока. Определите характер измеренной

зависимости.

*Оборудование.* Светодиод, люксметр (или смартфон с датчиком освещенности), лабораторный блок питания (или две батарейки АА, реостат и мультиметр), соединительные провода.

*Краткое описание решения.* Проводится эксперимент по прямому измерению зависимости интенсивности излучения светодиода от силы протекающего через него тока. Строится график полученной зависимости. Определяется характер зависимости.

**Занятие 15.** Наблюдение избирательности внутреннего фотоэффекта к длине волны света

### ***Практикум***

*Задание.* Установите два светодиода друг напротив друга. Изучите явление возникновения фототока в освещаемом светодиоде. Для этого измерьте зависимость силы фототока от напряжения на светодиоде, выполняющем роль источника света. Повторите опыт, применяя в качестве источников света светодиоды, дающие свет с разными длинами волн. Определите условия, при которых в освещаемом светодиоде возникает фототок.

*Оборудование.* Три пары светодиодов разных цветов (красные, зеленые и синие), блок питания светодиода-осветителя, мультиметр.

*Краткое описание решения.* Два светодиода расположены напротив друг друга. Через один светодиод пропускается ток от источника питания. Изучается явление возникновения фототока во втором светодиоде.

Снаружи видно, что фототок во втором светодиоде появляется только при освещении его светодиодом с длиной волны, меньшей или равной длины волны, на которые рассчитывается светящийся светодиод.

*Описание хорошей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2020 г., задача «Оптопара».

## **ПЛАНИРУЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

В сфере гражданского воспитания: готовность вести совместную деятельность в интересах гражданского общества, участвовать в самоуправлении в образовательной организации; умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением. В сфере патриотического воспитания: сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма; ценностное отношение к государственным символам, достижениям российских ученых в области физики и техники. В сфере духовно-нравственного воспитания: сформированность нравственного сознания, этического поведения; способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в деятельности ученого; осознание личного вклада в построение устойчивого будущего. В сфере эстетического воспитания: эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного творчества, присущего физической науке. В сфере трудового воспитания: интерес к различным сферам профессиональной деятельности, в том числе связанным с физикой и техникой, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы; готовность и способность к образованию и самообразованию в области физики на протяжении всей жизни. В сфере экологического воспитания: сформированность экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем; планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества; расширение опыта деятельности экологической направленности на основе имеющихся знаний по физике. В сфере ценности научного познания: сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки; осознание ценности научной деятельности, готовность в процессе изучения физики осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

**МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ** Познавательные универсальные учебные действия: Базовые логические действия: самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне; определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения; выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых физических явлениях; разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов; вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности; координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия; развивать креативное мышление

при решении жизненных проблем. Базовые исследовательские действия: владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами физической науки; владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области физики, способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения задач физического содержания, применению различных методов познания; владеть видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных проектов в области физики; выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения; анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях; ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности, в том числе при изучении физики; давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретенный опыт; уметь переносить знания по физике в практическую область жизнедеятельности; уметь интегрировать знания из разных предметных областей; выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения; ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения. Работа с информацией: владеть навыками получения информации физического содержания из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления; оценивать достоверность информации; использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности; создавать тексты физического содержания в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации. Коммуникативные универсальные учебные действия: осуществлять общение во внеурочной деятельности; распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты; развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств; понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы; выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива; принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы; оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным

критериям;предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.Регулятивные универсальные учебные действия:Самоорганизация:самостоятельно осуществлять познавательную деятельность в области физики, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;самостоятельно составлять план решения расчетных и качественных задач, план выполнения практической работы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений; давать оценку новым ситуациям;расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;делать осознанный выбор, аргументировать его, брать на себя ответственность за решение; оценивать приобретенный опыт;способствовать формированию и проявлению эрудиции в области физики, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.Самоконтроль, эмоциональный интеллект:давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований;использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;признавать свое право и право других на ошибки.

## ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

К концу 10 класса обучающийся научится: понимать значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории – механики, молекулярной физики и термодинамики, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира;различать условия применимости изученных моделей физических тел и процессов (явлений);различать условия (границы, области) применимости изученных физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;анализировать и объяснять механические, тепловые, электрические процессы и явления, используя основные положения и законы механики, молекулярно-кинетической теории, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики;анализировать и объяснять физические явления, используя основные положения и физические законы;описывать физические процессы и явления, используя необходимые величины;объяснять особенности

протекания изучаемых физических явлений; проводить исследование зависимости одной физической величины от другой с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учетом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования; проводить косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений; проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках практикума и учебно-исследовательской деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования; решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия обосновывать выбор физической модели, отвечающей требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов; решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления; использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов; анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества; применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию и оценивать ее достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации; проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ; работать в группе с исполнением различных

социальных ролей; проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

К концу *11 класса* обучающийся научится:

понимать роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека, роль и место физики в современной научной картине мира, значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе;

различать условия применимости изученных моделей физических тел и процессов (явлений);

различать условия (границы, области) применимости изученных физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать и объяснять электромагнитные, квантовые процессы и явления, используя основные положения и законы электродинамики и квантовой физики;

описывать изученные физические процессы и явления;

объяснять особенности протекания изученных физических явлений;

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

графиков с учетом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;

проводить косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;

проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;

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

решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью;

решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы,

закономерности и физические явления; использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов;

анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий,

при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию и оценивать ее достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;

проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ;

работать в группе с исполнением различных социальных ролей; проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 10 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
1	Погрешности в эксперименте (лекция)	2	Эксперимент и теория в процессе познания природы. Наблюдение и эксперимент в физике. Способы измерения физических величин (аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчиковые системы). Погрешности измерений физических величин (абсолютная и относительная). Гипотеза. Физический закон, границы его применимости	Оперировать понятиями: наблюдение, эксперимент, гипотеза, теория, физическая величина, физический закон, измерительный прибор, измерение, результат измерения, цена деления шкалы прибора, погрешность измерения. Приводить примеры наблюдения, эксперимента, гипотезы, теории, физических	

				<p>величин, физических законов, измерительных приборов. Определять цену деления шкалы прибора, абсолютную погрешность прямого измерения. Знать формулы для оценки</p>	
2	<p>Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений (самостоятельная работа)</p>	2	<p>Определение погрешностей прямых измерений по заданным результатам измерений. Приемы оценки погрешностей косвенных измерений</p>	<p>Оперировать понятиями: абсолютная погрешность измерения, относительная погрешность измерения. Приводить примеры прямых и косвенных измерений. Определять погрешности прямых измерений. Использовать метод границ для оценки</p>	

				<p>абсолютной погрешности прямого измерения, правила округления абсолютных погрешностей, формулы для оценки относительной погрешности косвенного измерения. Уметь округлять абсолютные 36 погрешности, выражать относительные погрешности в процентах. Решать задачи на оценку относительных погрешностей</p>	
3	<p>Усреднение измерений. Случайная погрешность (практикум)</p>	2	<p>Приборные погрешности, случайные и систематические погрешности</p>	<p>Оперировать понятиями: приборная погрешность, случайная погрешность, систематическая погрешность,</p>	

				<p>среднее значение. Приводить примеры приборной, случайной и систематической погрешности. Определять экспериментально набор значений физической величины при проведении нескольких независимых измерений. Использовать формулы для среднего арифметического нескольких чисел, для оценки абсолютной погрешности значения физической величины, оцененного как среднее</p>	
--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				арифметическое набора ее значений.	
4	Кинематические измерения дальности полета, расчет начальной скорости (практикум)	1	Перемещение, скорость и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.		
5	Простейшие геометрические измерения (самостоятельная работа)	2	Методы и приемы проведения прямых и косвенных измерений геометрических величин (длина, угол, площадь, объем)		
6	Графики экспериментальных зависимостей. Графическая обработка данных (лекция)	2	Графическое представление зависимостей физических величин друг от друга. Линейная зависимость. Угловой коэффициент и свободное слагаемое линейной зависимости	Оперировать понятиями: график зависимости одной физической величины от другой, линейная зависимость, угловой коэффициент и свободное слагаемое линейной	

				зависимости, аппроксимация, интерполяция, экстраполяция. Знать правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. Строить графики линейных зависимостей физических величин друг от друга. Применять правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.	
7	Обработка нелинейных зависимостей: линеаризация, подсчет площади под графиком, построение касательных к графику (лекция)	2	Графическое представление зависимостей физических величин друг от друга	Оперировать понятиями: график зависимости одной физической величины от другой, нелинейная зависимость, линеаризация	

				<p>нелинейной зависимости, площадь под графиком зависимости, касательная к графику зависимости в данной точке. Знать правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга, физический смысл площади под графиком зависимости и касательной к графику зависимости в данной точке. Строить исходные и линеаризованные графики зависимостей физических величин друг от друга, касательную к графику</p>	
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				<p>нелинейной зависимости в данной точке. Применять правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. Определять значения площади под графиком зависимости и углового коэффициента касательной к графику нелинейной</p>	
8	<p>Измерение зависимости координаты границы области намакания от времени. (практикум)</p>	2	<p>Равномерное и неравномерное прямолинейное движение. Координата, время, скорость</p>	<p>Оперировать понятиями: график зависимости одной физической величины от другой, нелинейная зависимость, линеаризация нелинейной зависимости. Строить линеаризованный</p>	

				<p>график зависимости физических величин друг от друга. Применять правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. Определять значения углового коэффициента и свободного слагаемого графика линейной зависимости, оценивать их абсолютные погрешности. Исследовать и интерпретировать нелинейную зависимость координаты границы области намокания бумаги от времени. Использовать секундомер и рулетку</p>	
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

9	Изучение упругого гистерезиса (практикум)	2	<p>Сила. Измерение силы динамометром. Упругие и частично упругие деформации. Сила упругости. Закон Гука. Отклонения от закона Гука. Гистерезис. Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы</p>	<p>Оперировать понятиями: сила, деформация, упругий гистерезис. Уметь формулировать закон Гука, собирать экспериментальную установку. Формулировать гипотезу о характере зависимости длины объекта от величины приложенной к нему силы. Строить нелинейный график зависимости физических величин друг от друга. Применять правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. Исследовать и интерпретировать</p>	
---	-------------------------------------------	---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				<p>нелинейную зависимость длины объекта от величины приложенной к нему силы. Определять угол наклона касательной к графику нелинейной зависимости в данной точке, площадь под графиком, оценивать абсолютные и относительные погрешности этих величин. Использовать секундомер и динамометр.</p>	
10	<p>Нахождение массы линейки и шприца с помощью уравновешивания рычага (практикум)</p>	2	<p>Абсолютно твердое тело. Вращательное движение твердого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Сложение сил,</p>	<p>Оперировать понятиями: момент силы относительно оси вращения, плечо силы, центр тяжести тела, рычаг. Уметь</p>	

			<p>приложенных к твердому телу. Центр тяжести тела. Условия равновесия твердого тела. Рычаг</p>	<p>формулировать правило моментов, условия равновесия абсолютно твердого тела, складывать силы, приложенные к твердому телу, собирать экспериментальную установку. Приводить примеры применения рычагов. Формулировать гипотезу о характере зависимости координаты точки опоры уравновешенного рычага</p>	
11	<p>Измерение коэффициента энергетических потерь при отскоке шарика от поверхности (практикум)</p>	2	<p>Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии</p>	<p>Оперировать понятиями: импульс силы, импульс тела, кинетическая энергия материальной точки,</p>	

			<p>материальной точки.  Потенциальные и непотенциальные силы.  Потенциальная энергия.  Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле.  Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии.  Упругие и неупругие столкновения.  Внутренняя энергия тела</p>	<p>потенциальные и непотенциальные силы,  потенциальная энергия (в т.ч. тела в однородном гравитационном поле), упругие и неупругие столкновения.  Уметь формулировать закон сохранения импульса и теорему об изменении кинетической энергии материальной точки, давать определение потенциальных и непотенциальных сил; формулировать закон сохранения механической энергии. Приводить примеры случаев, когда импульс тела сохраняется или не сохраняется, когда</p>	
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				механическая энергия системы сохраняется или не сохраняется, упругих и неупругих столкновений.	
12	Определение теплоемкости твердого тела (практикум)	2	Количество теплоты. Теплоемкость тела. Удельная и молярная теплоемкости вещества. Уравнение теплового баланса. Тепловое равновесие	Оперировать понятиями: количество теплоты, теплоемкость тела, удельная и молярная теплоемкости вещества, тепловое равновесие. Уметь формулировать уравнение теплового баланса, собирать экспериментальную установку. Приводить примеры тел, обладающих одинаковой теплоемкостью, но различной удельной	

				<p>теплоемкостью. Применять уравнение теплового баланса для описания процесса теплообмена твердого тела с водой. Исследовать теплообмен между твердым телом и жидкостями и интерпретировать результаты этих опытов. Определять теплоемкость твердого тела на основании результатов опытов по изучению теплообмена между твердым телом и жидкостями с разными температурами, оценивать абсолютную и относительную погрешности измеренной</p>	
--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				<p>величины. Использовать термометр. Устанавливать взаимосвязи между законом сохранения энергии и уравнением теплового баланса. Решать задачи на применение уравнения теплового баланса</p>	
13	Измерение температуры рук экспериментатора и давления, которое могут создать его легкие (практикум)	2	<p>Давление, объем, температура, количество вещества. Идеальный газ. Уравнение Менделеева–Клапейрона. Газовые законы. Газовый термометр</p>	<p>Оперировать понятиями: давление, объем, температура, количество вещества, идеальный газ. Уметь записывать уравнение Менделеева–Клапейрона, формулировать газовые законы, собирать экспериментальную установку. Знать устройство и</p>	

				<p>принцип работы газового термометра. Приводить примеры поведения газа при изменении его давления, объема, температуры.52 Применять линейку и секундомер. Определять температуру и давление идеального газа по результатам опытов с самодельным газовым термометром. Использовать линейку и самодельный газовый термометр. Устанавливать взаимосвязи между внешними и внутренними макропараметрами термодинамической системы. Решать</p>	
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				задачи на применение уравнения Менделеева–Клапейрона	
14	<p>Эффективный коэффициент жесткости системы.</p> <p>Определение модуля Юнга проволоки с помощью рычага.</p> <p>Определение предела упругой деформации (практикум)</p>	2	<p>Деформации твердого тела. Растяжение и сжатие. Модуль Юнга. Упругие и неупругие деформации. Предел упругих деформаций. Закон Гука. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твердого тела. Рычаг</p>	<p>Оперировать понятиями: упругие и неупругие деформации, предел упругой деформации, модуль Юнга, момент силы относительно оси вращения, плечо силы, рычаг. Уметь формулировать закон Гука для деформации растяжения однородного стержня с постоянным поперечным сечением, условие равновесия абсолютно твердого тела, собирать экспериментальную установку.</p>	

				<p>Приводить примеры упругих и неупругих деформаций, материалов с различными модулями Юнга. Применять закон Гука для расчета деформации растяжения проволоки. Исследовать зависимость удлинения проволоки от величины растягивающей ее силы и интерпретировать полученные результаты, в том числе для определения предела упругой деформации. Определять модуль Юнга проволоки на основании результатов опытов</p>	
--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				<p>по растяжению проволоки с помощью различных по величине сил, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренного модуля Юнга. Использовать неравноплечий рычаг для увеличения силы и перемещения. Решать задачи на применение закона Гука для расчета растяжения и сжатия стержней</p>	
15	Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва (практикум)	2	<p>Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Сила поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под</p>	<p>Оперировать понятиями: поверхностное натяжение, коэффициент поверхностного натяжения, капиллярные явления. Уметь</p>	

			<p>искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа</p>	<p>записывать формулу для силы поверхностного натяжения, формулу силы, необходимой для отрыва от поверхности воды проволочной рамки, от ее периметра и интерпретировать результаты проведенных измерений. Определять коэффициент поверхностного натяжения жидкости по результатам проведенных измерений, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной величины. Использовать рычаг</p>	
--	--	--	------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				<p>для создания силы заданной величины. Решать задачи на применение формулы для силы поверхностного натяжения и формулы Лапласа Лапласа для определения давления под искривленной поверхностью жидкости, собирать экспериментальную установку. Приводить примеры поверхностных явлений и капиллярных явлений. Применять метод отрыва рамки от поверхности жидкости для измерения коэффициента поверхностного натяжения</p>	
--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				жидкости. Исследовать зависимость величины	
16	Определение точки росы (практикум)	1	Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема насыщенного пара. Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность	Оперировать понятиями: насыщенный и ненасыщенный пар, влажность воздуха, абсолютная и относительная влажность. Уметь качественно описывать зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема насыщенного пара, собирать экспериментальную установку. Приводить примеры насыщенного и ненасыщенного пара. Исследовать	

				<p>процесс выпадения росы при понижении температуры влажного воздуха и интерпретировать полученные результаты. Определять по полученным экспериментальным данным температуру точку росы, и затем, с помощью таблицы зависимости давления насыщенного пара воды от температуры, относительную влажность воздуха, а также абсолютные и относительные погрешности этих величин. Использовать термометр. Решать задачи на</p>	
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				вычисление абсолютной и относительной влажности	
17	Знакомство с электрическим конденсатором (практикум)	2	<p>Электрический заряд.  Электрическое поле.  Напряженность и потенциал электрического поля.  Разность потенциалов и напряжение. Измерение напряжения. Вольтметр.  Конденсатор.  Емкость конденсатора.  Параллельное и последовательное соединение конденсаторов</p>	<p>Оперировать понятиями: электрический заряд, электрическое поле, напряженность и потенциал электрического поля, разность потенциалов и напряжение, конденсатор, емкость конденсатора.  Уметь вычислять заряд конденсатора по его емкости и напряжению, применять формулы для расчета емкости при последовательном и параллельном соединении</p>	

				<p>конденсаторов, собирать электрическую цепь. Приводить примеры последовательного и параллельного соединения конденсаторов. Исследовать зависимость напряжения на конденсаторе от его емкости и интерпретировать результаты этого эксперимента. Определять отношение электрических емкостей двух конденсаторов по измеренным значениям напряжения на них, оценивать абсолютные и относительные погрешности измеряемых</p>	
--	--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

				величин. Использовать вольтметр. Решать задачи на соединение конденсаторов	
18	Изучение процесса разрядки конденсатора (практикум)	2	<p>Электрический заряд.  Электрическое поле.  Напряженность и потенциал электрического поля.  Разность потенциалов и напряжение. ЭДС источника тока.  Измерение напряжения. Вольтметр. Конденсатор.  Емкость конденсатора.  Электрическое сопротивление. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи.  Конденсатор в цепи постоянного тока</p>		
<b>ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ</b>		34			

## 11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
1	Определение удельного сопротивления материала проволоки (практикум)	2	Сила тока. Напряжение. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения. Удельное сопротивление вещества		
2	Измерение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода (практикум)	2	Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства р-п-перехода. Полупроводниковый диод		

3	Изучение зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны (практикум)	2	Гармонические колебания. Их кинематическое, динамическое и энергетическое описание. Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника		
4	Изучение зависимости амплитуды колебаний пружинного маятника от времени (практикум)	2	Гармонические колебания. Амплитуда, период и частота колебаний. Понятие о затухающих колебаниях.		
5	Измерение активного и реактивного сопротивлений катушки индуктивности (практикум)	2	Переменный ток. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения. Синусоидальный переменный ток. Резистор, конденсатор и катушка		

			<p>индуктивности в цепи синусоидального переменного тока. Активное и реактивное (емкостное и индуктивное) сопротивление</p>		
6	<p>Введение в экспериментальную акустику (лекция)</p>	2	<p>Механические волны, условия их распространения. Поперечные и продольные волны. Период, частота, скорость распространения и длина волны. Отражение, преломление, интерференция и дифракция волн. Звук как механическая волна. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Обертоны. Тембр звука</p>		

7	Стоячие механические волны (лекция)	2	<p>Стоячая механическая волна как сумма двух волн, бегущих в противоположных направлениях. Поперечные и продольные стоячие волны. Период, частота, скорость распространения и длина стоячей волны. Узлы и пучности. Влияние границ одномерной среды на формирование стоячих волн. Резонаторы с открытыми и закрытыми концами. Условия образования стоячих звуковых волн в различных резонаторах. Основной тон и обертоны стоячей звуковой волны</p>		
---	-------------------------------------	---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

8	Измерение показателя преломления плоскопараллельной пластины (практикум)	2	Луч света. Отражение света. Законы отражения света. Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления		
9	Измерение показателя преломления призмы по минимальному углу отклонения лазерного луча (практикум)	2	Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Призма. Преломляющий угол призмы		
10	Применение эффекта полного внутреннего отражения в измерениях (лекция)	2	Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения		

11	Проверка формулы тонкой линзы с помощью метода параллакса, примененного для определения положения изображения (практикум)	2	Собирающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от ее геометрии и относительного показателя преломления. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой. Параллакс		
12	Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы (практикум)	3	Рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Формула тонкой линзы. Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к ее главной оптической оси		

			<p>Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах</p>		
13	<p>Определение длины волны лазерного излучения с помощью схемы Юнга (практикум)</p>	2	<p>Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников. Примеры классических интерференционных схем</p>		
14	<p>Изучение спектра света различных источников с помощью дифракционной решетки (практикум)</p>	2	<p>Дифракция света. Дифракционная решетка. Условия наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на</p>		

			<p>дифракционную решетку.  Оперировать понятиями: дифракция, дифракционная решетка, фотон, уровень энергии атома, излучение и поглощение фотона, спектр излучения, спектроскоп. Уметь записывать условия Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой.  Виды спектров.  Спектроскоп</p>		
15	Определение постоянной Планка (практика)	2	<p>Фотоэффект.  Внешний фотоэффект. Законы и теория фотоэффекта</p>		
16	Наблюдение избирательности внутреннего фотоэффекта к длине волны света (практикум)	2	<p>Светодиод, интенсивность излучения, фотон,</p>		

			электрон. Энергия и импульс фотона. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта		
17	Обобщающее занятие	1	игра		
<b>ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ</b>		34			



**ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
10 КЛАСС**

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
<b>ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ</b>		0	0	0	

## 11 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
<b>ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ</b>		0	0	0	





ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 520251343390373548250310750880108285629354443738

Владелец Сомов Сергей Николаевич

Действителен с 07.05.2025 по 07.05.2026