Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Центр детского научного и инженерно-технического творчества»
города Невинномысска

СОГЛАСОВАНО
Педагогическим советом
Протокол № 1
от «27» августа 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____Т.В. Чилхачоян
«27» августа 2026 г.

Дополнительная общеобразовательная программа технической направленности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по курсу «Физика (Основной курс, полная программа)»

8-11 класс

Срок реализации программы – 4 года

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 008830DD740B303171238478D0E3864D90
Владелец: ЧИЛХАЧОЯН ТАТЬЯНА ВАЛЕРЬЕВНА
Действителен: с 04.05.2026 по 28.07.2027
Время подписи: 28.08.2026 в 15:34:32
Организация: МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "ЦЕНТР ДЕТСКОГО НАУЧНОГО И ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА" ГОРОДА НЕВИННОМЫССКА
Должность: Директор

Подписано с помощью цифрового сервиса «На-Подписи»

Авторы - составители:
Баранникова Е.Г.. к.п.н., доцент, педагог
Холощак Э.А., педагог
Рыбникова Г.Н., педагог
Сасин А.В., педагог

Невинномысск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка
2. Учебно-тематический план и содержание
3. Организационно-педагогические условия реализации программы
4. Список литературы

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа технической направленности «Физика (Основной курс, полная программа)» Дополнительной научно-образовательной программы для школьников российских регионов, проявляющих интерес к инженерно-техническому творчеству, естественно-научными и математическим дисциплинам (далее – программа) предназначается для обучающихся 8-11 классов направления «Физика» и имеет углубленный уровень.

Актуальность программы обусловлена требованиями современного общества к формированию системы работы с заинтересованными инженерным и научно-техническим творчеством детьми в условиях дополнительного образования.

Программа разработана на основе следующих документов:

– закон Российской Федерации «Об образовании» (Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ);

– приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. №629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

– концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. №678-р);

– постановление Главного государственного санитарного врача от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи»;

– постановление Главного государственного санитарного врача от 28.01.2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Педагогическая целесообразность программы обуславливается стимулированием интересов учащихся к дисциплинам технического направления, экспериментальным исследованиям, проектной деятельности, в обеспечении адаптации школьников к жизни в обществе, профессиональной ориентации, а также выявлении и поддержке учащихся, проявивших выдающиеся способности.

Программа может быть реализована с помощью дистанционных технологий, технологий смешанного и модульного обучения.

Цель программы – формирование интереса учащихся в углубленном изучении физики.

Задачи программы:

- обеспечить усвоение базовых физических понятий;
- сформировать и развить творческое мышление в области «физика» и навыки самостоятельного проведения лабораторного эксперимента (проектной деятельности);

- сформировать навык использования математического аппарата и основных естественнонаучных законов для решения практических и экспериментальных задач по физике;
- показать привлекательность профессий, получаемых на базе физико-математического образования;
- сформировать навыки самостоятельной работы с источниками информации;
- сформировать навыки осмысленного чтения, потребность в постоянном саморазвитии;
- психологическая подготовка к выпускным экзаменам.

Объем, содержание и планируемые результаты программы определены, исходя из особенностей интересов и потребностей учащихся в области технических наук. Вместе с тем при определении объема и содержания программы учитывалась сложность конкретной темы по отношению к другим темам раздела, возможность приобретения учащимися практического опыта и осуществления межпредметных связей. Порядок тем и блоков, представленный в учебно-тематическом плане, допускается корректировать в пределах программы класса.

К отличительным особенностям программы данного курса относится расширение и углубление знаний учащихся по многим разделам физики. Курс дополняет и развивает школьный курс, а также является информационной поддержкой дальнейшего образования и ориентирован на удовлетворение образовательных потребностей школьников, их аналитических и синтетических способностей.

Срок реализации программы – 4 года.

Продолжительность учебного года – 34 недели.

Общий объем – 544 часов.

Формы и режим занятий:

Занятия проводятся по 4 часа в неделю в постоянных группах учащихся 8-11 классов (оптимальное количество участников в группе: 8-12 человек), в форме теоретических, практических и индивидуальных занятий, а также консультаций по выполнению проектов.

Ожидаемые результаты освоения программы курса:

В результате обучения по данной программе учащийся будет:

- **знать** основные законы и формулы из различных разделов физики в объёме данной программы (базовые физические понятия)**;**
- **владеть** навыками работы с измерительными приборами; навыками самостоятельной работы с источниками информации; навыками осмысленного чтения;
- **уметь** решать физические задачи повышенного и высокого уровней.

Результаты освоения программы определяются с использованием пятибалльной шкалы.

Контроль освоения программы – текущий, промежуточный и итоговый.

Текущий контроль осуществляется на занятиях (ответы у доски, письменные работы, практические работы и устные ответы, домашние задания); после изучения блока или набора взаимосвязанных блоков (выделенных педагогом) защита практической работы или устный опрос.

Промежуточный контроль проводится в соответствии с учебно-тематическим планом после освоения темы или набора взаимосвязанных тем в форме контрольной работы, содержащей устную и практическую часть или защиты практической работы.

Программой не предусмотрено использование тестов для итогового контроля.

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ
8 КЛАСС

[136 часов, 4 часа в неделю]

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	в том числе	
			теоретические часы	практические часы
Тема 1	**Тепловые явления**	**46**	**18**	**28**
Блок 1	Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества. Техника безопасности при работе в физической лаборатории	4	4	
Блок 2	Теплообмен без изменения агрегатного состояния. Уравнение теплового баланса	10	4	6
Блок 3	Агрегатные состояния вещества	14	6	8
Блок 4	Тепловые машины. КПД двигателя	10	4	6
Блок 5	Лабораторный практикум: "Тепловые явления"	8		8
Тема 2	**Электрические явления. Постоянный ток**	**50**	**22**	**28**
Блок 1	Электростатика	6	4	2
Блок 2	Сила тока. Закон Ома	8	4	4
Блок 3	Электрические цепи. Измерительные приборы в электрических цепях.	22	10	12
Блок 4	Закон Джоуля -Ленца	8	4	4
Блок 5	Лабораторный практикум: "Электричество"	6		6
Тема 3	**Магнитные явления**	**24**	**16**	**8**
Блок 1	Магнитное поле	8	8	
Блок 2	Электродвигатели. Электромагнитная индукция	14	8	6
Блок 3	Лабораторный практикум: "Магнетизм"	2		2
	Закрепление и обобщение пройденных тем	**4**		
	Резерв	**12**		
Всего		**136**	**56**	**64**

9 КЛАСС

[136 часов, 4 часа в неделю]

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	в том числе	
			теоретические часы	практические часы
Тема 1	**Механические явления**	**54**	**20**	**34**
Блок 1	Кинематика. Техника безопасности при работе в физической лаборатории	14	6	8
Блок 2	Динамика	14	6	8
Блок 3	Статика, условия равновесия	6	2	4
Блок 4	Законы сохранения в механике	12	6	6
Блок 5	Лабораторный практикум: «Механика»	8		8
Тема 2	**Колебания и волны**	**48**	**24**	**24**
Блок 1	Механические колебания и волны	18	10	8
Блок 2	Световые явления	16	8	8
Блок 3	Электромагнитные колебания и волны	8	6	2
Блок 4	Лабораторный практикум «Колебания и волны»	6		6
Тема 3	**Квантовые явления**	**18**	**8**	**10**
Блок 1	Строение атома и атомного ядра	16	8	8
Блок 2	Лабораторный практикум «Квантовые явления»	2		2
	Закрепление и обобщение пройденных тем	**4**		
	Резерв	**12**		
Всего		**136**	**52**	**68**

10 КЛАСС

[136 часов, 4 часа в неделю]

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	в том числе	
			теоретические часы	практические часы
Тема 1	**Механика**	**34**	**18**	**16**
Блок 1	Кинематика. Техника безопасности при работе в физической лаборатории	6	4	2
Блок 2	Динамика	8	6	2
Блок 3	Статика твердого тела	4	2	2
Блок 4	Законы сохранения в механике	8	6	2
Блок 5	Лабораторный практикум: «Механика»	8		8
Тема 2	**Молекулярная физика и термодинамика**	**40**	**18**	**22**
Блок 1	Основы молекулярно-кинетической теории	12	6	6
Блок 2	Термодинамика. Тепловые машины	14	6	8
Блок 3	Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы.	10	6	4
Блок 4	Лабораторный практикум «Молекулярная физика и термодинамика»	4		4
Тема 3	**Электродинамика**	**46**	**20**	**26**
Блок 1	Электрическое поле	16	8	8
Блок 2	Постоянный электрический ток	18	8	10
Блок 3	Токи в различных средах	4	4	
Блок 4	Лабораторный практикум: «Электродинамика»	8		8
	Закрепление и обобщение пройденных тем	**4**		
	Резерв	**12**		
Всего		**136**	**56**	**64**

11 КЛАСС

[136 часов, 4 часа в неделю]

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	в том числе	
			теоретические часы	практические часы
Тема 1	**Электродинамика**	**20**	**8**	**12**
Блок 1	Магнитное поле. Техника безопасности при работе в физической лаборатории	6	4	2
Блок 2	Электромагнитная индукция	6	4	2
Блок 3	Лабораторный практикум: «Электродинамика»	8		8
Тема 2	**Колебания и волны**	**66**	**34**	**32**
Блок 1	Механические колебания	8	6	2
Блок 2	Электромагнитные колебания	10	6	4
Блок 3	Механические и электромагнитные волны	16	10	6
Блок 4	Оптика	22	12	10
Блок 5	Лабораторный практикум «Колебания и волны»	10		10
Тема 3	**Основы специальной теории относительности**	**6**	**4**	**2**
Блок 1	Основы СТО	6	4	2
Тема 4	**Квантовая физика**	**28**	**16**	**12**
Блок 1	Корпускулярно-волновой дуализм	8	4	4
Блок 2	Физика атома	4	2	2
Блок 3	Физика атомного ядра и элементарных частиц	14	10	4
Блок 4	Лабораторный практикум: «Квантовая физика»	2		2
	Закрепление и обобщение пройденных тем	**4**		
	Резерв	**12**		
Всего		**136**	**62**	**58**

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ
8 КЛАСС

[136 часов, 4 часа в неделю]

ТЕМА 1. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Блок 1. **Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества**

Техника безопасности при работе в физической лаборатории. Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества. Опыты, подтверждающие основные положения МКТ. Масса и размер атомов и молекул. Модели твердого, жидкого и газообразного вещества. Объяснение свойств твердого, жидкого и газообразного состояний вещества на основе положений МКТ. Кристаллические и аморфные тела. Смачивание и капиллярность. Поверхностное натяжение.

Блок 2. **Теплообмен без изменения агрегатного состояния. Уравнение теплового баланса**

Внутренняя энергия. Температура. Тепловое расширение тел. Связь температуры вещества с хаотическим движением его частиц. Способы изменения внутренней энергии. Количество теплоты. Теплопередача. Необратимость процесса теплопередачи. Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Нагревание и охлаждение. Удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса. Энергия топлива. Удельная теплота сгорания.

Блок 3. **Агрегатные состояния вещества**

Фазовые переходы. Закон сохранения энергии в тепловых процессах. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. График плавления и отвердевания. Преобразование энергии при изменениях агрегатного состояния вещества. Испарение и конденсация. Удельная теплота парообразования и конденсации. Постоянство температуры при плавлении и кипении. Влажность.

Блок 4. **Тепловые машины. КПД двигателя**

Работа газа и пара при расширении. Принципы работы тепловых двигателей. Паровая турбина. Двигатель внутреннего сгорания. Преобразование энергии в тепловых двигателях. КПД теплового двигателя.

Блок 5. **Лабораторный практикум: "Тепловые явления"**

Лабораторная работа. Измерение температуры различными приборами. Определение температуры и давления атмосферного воздуха.

Лабораторная работа. Исследование изменения со временем температуры остывающей воды.

Лабораторная работа. Определение удельной теплоемкости твердого тела.

Лабораторная работа. Определение тепловых потерь при смешении воды разной температуры.

Лабораторная работа. Измерение влажности воздуха.

Лабораторная работа. Определение удельной теплоты плавления льда.

Лабораторная работа. Измерение температуры кристаллизации вещества.

Лабораторная работа. Исследование свойств переохлажденной жидкости.

ТЕМА 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

Блок 1. **Электростатика**

Электризация тел. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Два вида электрического заряда. Дискретность электрического заряда. Электрон. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Электроскоп. Строение атомов. Объяснение электрических явлений. Проводники и диэлектрики. Взаимодействие заряженных тел. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей.

Блок 2. **Сила тока. Закон Ома**

Постоянный электрический ток. Условия существования электрического тока. Источники электрического тока. Действия электрического тока. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях и газах. Сила тока. Единицы силы тока. Измерение силы тока. Напряжение. Единицы напряжения. Измерение напряжения. Зависимость силы тока от напряжения. ВАХ. Сопротивление. Единицы сопротивления. Закон Ома для участка электрической цепи. Расчет сопротивления проводников. Удельное сопротивление. Примеры на расчет сопротивления проводников, силы тока и напряжения. Реостаты.

Блок 3. **Электрические цепи. Измерительные приборы в электрических цепях**

Электрическая цепь и ее составные части. Последовательное и параллельное соединение проводников. Расчет токов и напряжения в электрических цепях. Независимый контур. Правила Кирхгофа. Измерительные приборы в электрических цепях: амперметр, вольтметр. Решение задач.

Блок 4. **Закон Джоуля-Ленца**

Работа электрического тока. Мощность электрического тока. Единицы работы электрического тока, применяемые на практике. КПД. Счетчик электрической энергии. Электронагревательные приборы. Расчет электроэнергии, потребляемой бытовыми приборами. Количество теплоты, выделяемое проводником с током. Закон Джоуля-Ленца. Лампа накаливания. Короткое замыкание. Предохранители.

Блок 5. **Лабораторный практикум: "Электричество"**

Лабораторная работа. Исследование способов электризации. Изучение взаимодействия заряженных тел.

Лабораторная работа. Изучение зависимости силы тока от напряжения.

Лабораторная работа. Измерение сопротивления проводника с помощью амперметра и вольтметра.

Лабораторная работа. Определение удельного сопротивления проводника.

Лабораторная работа. Измерение работы и мощности тока в электрической лампе.

Лабораторная работа. Изучение параллельного и последовательного соединений проводников.

ТЕМА 3. МАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.

Блок 1. **Магнитное поле**

Постоянные магниты. Взаимодействие постоянных магнитов. Магнитное поле. Магнитное поле Земли и его значение для жизни на Земле. Опыт Эрстеда. Магнитное поле электрического тока. Магнитное поле катушки с током. Применение электромагнитов в технике.

Блок 2. **Электродвигатели**

Действие магнитного поля на проводник с током. Электродвигатель постоянного тока. Использование электродвигателей в технических устройствах и на транспорте. Магнитный поток. Опыты Фарадея. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Электрогенератор. Способы получения электрической энергии. Электростанции на возобновляемых источниках энергии.

Блок 3. **Лабораторный практикум: «Магнетизм»**

Лабораторная работа. Изучение полей постоянных магнитов.

Лабораторная работа. Изучение явления электромагнитной индукции.

9 КЛАСС

[136 часов, 4 часа в неделю]

ТЕМА 1. МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Блок 1. **Кинематика**

Техника безопасности при работе в физической лаборатории. Механическое движение. Способы описания механического движения. Система координат. Понятие о радиус-векторе. Материальная точка, система отсчета, относительность механического движения. Уравнения движения тела в общем случае. Частные случаи. Равномерное движение. Работа с графиками. Проблема нахождения мгновенной скорости Траектория, путь, перемещение. Скорость. Средняя скорость. Ускорение среднее и мгновенное. Равноускоренное движение. Зависимость скорости от времени. Графики. Проблема вычисления пути при неравномерном движении. Суммирование бесконечно малых величин. Графическая интерпретация. Свободное падение. Горизонтальный бросок. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.

Поступательное и вращательное движение. Равномерное движение по окружности. Период и частота обращения. Линейная и угловая скорости. Центростремительное ускорение.

Блок 2. **Динамика**

Инерциальные системы отсчета, первый закон Ньютона. Классический закон сложения скоростей. Сила. Измерение сил. Второй закон Ньютона. Инертная масса. Третий закон Ньютона. Принцип суперпозиции сил. Сила упругости. Закон Гука. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Трение качения. Сила сопротивления движению (жидкое трение). Движение с сопротивление вязкой среды. Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения. Движения спутников. Гравитационное взаимодействие. Космические скорости.

Блок 3. **Статика, условия равновесия**

Абсолютно твердое тело. Условия равновесия твердого тела. Момент силы. Центр тяжести. Виды равновесия. Статика при действии непараллельных сил, условие отсутствия вращения тела. Метод виртуальных перемещений.

Блок 4. **Законы сохранения в механике**

Импульс материальной точки и системы тел. Закон изменения и сохранения импульса. Упругие и неупругие столкновения. Запись второго закона Ньютона через импульс. Реактивное движение. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью Земли. Потенциальная энергия упруго деформированного тела. Закон сохранения механической энергии.

Блок 5. **Лабораторный практикум «Механика»**

Лабораторная работа. Определение ускорения свободного падения на машине Атвуда.

Лабораторная работа. Изучение кинематики поступательного движения с помощью машины Атвуда.

Лабораторная работа. Изучение динамики поступательного движения с помощью машины Атвуда.

Лабораторная работа. Определение коэффициента трения покоя.

Лабораторная работа. Определение коэффициента трения-скольжения.

Лабораторная работа. Исследование закона сохранения импульса и энергии.

Лабораторная работа. Скатывание тела с наклонной плоскости.

Лабораторная работа. Упругое и неупругое соударения шаров.

ТЕМА 2. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Блок 1. **Механические колебания и волны**

Колебательное движение. Основные характеристики колебаний: период, частота, амплитуда. Свободные колебания. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Математический и пружинный маятник. Превращение энергии при механических колебаниях. Механические волны. Свойства механических волн. Продольные и поперечные волны. Длина волны и скорость ее распространения. Механические волны в твердом теле. Сейсмические волны. Звук. Распространение и отражение звука. Громкость звука и высота тона. Акустический резонанс. Инфразвук и ультразвук.

Блок 2. **Световые явления**

Лучевая модель света. Источники света. Прямолинейное распространение света. Затмения Солнца и Луны. Отражение света. Плоское зеркало. Закон отражения света. Преломление света. Закон преломления света. Полное внутреннее отражение света. Использование полного внутреннего отражения в оптических световодах. Линзы. Оптическая сила линзы. Ход лучей в линзе. Оптическая система фотоаппарата, микроскопа и телескопа. Построение изображений в линзах. Формула тонкой линзы. Глаз как оптическая система. Зрение. Близорукость и дальнозоркость.

Блок 3. **Электромагнитные колебания и волны**

Электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн. Использование электромагнитных волн для сотовой связи. Электромагнитная природа света. Скорость света. Волновые свойства света. Разложение белого света в спектр. Опыты Ньютона. Виды спектров. Спектральный анализ. Сложение спектральных цветов. Дисперсия света. Физический смысл показателя преломления. Интерференция и дифракция света.

Блок 4. **Лабораторный практикум «Колебания и волны»**

Лабораторная работа. Определение жесткости пружины.

Лабораторная работа. Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний нитяного маятника от его длины.

Лабораторная работа. Определение ускорения свободного падения.

Лабораторная работа. Исследование зависимости угла преломления светового луча от угла падения на границе «воздух-стекло»

Лабораторная работа. Изучение свойств изображения в собирающей линзе. Измерение фокусного расстояния и оптической силы линзы.

Лабораторная работа. Наблюдение сплошного и линейчатого спектров.

ТЕМА 3. КВАНТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Блок 1. **Строение атома и атомного ядра**

Радиоактивность. Модели атомов. Альфа, бета и гамма-излучения. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Модель атома Бора. Испускание и поглощение света атомом. Кванты. Строение атомного ядра. Нуклонная модель атомного ядра. Радиоактивные превращения. Изотопы. Период полураспада атомных ядер. 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 звезд. Ядерная энергетика. Действия радиоактивных излучений на живые организмы.

Блок 2. **Лабораторный практикум «Квантовые явления»**

Лабораторная работа. Изучение деления ядра атома урана по фотографии треков.

Лабораторная работа. Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям.

10 КЛАСС

[136 часов, 4 часа в неделю]

ТЕМА 1. МЕХАНИКА

Блок 1. **Кинематика**

Техника безопасности при работе в физической лаборатории. Механическое движение. Система отсчета. Относительность механического движения. Прямая и обратная задачи механики. Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси координат. Траектория. Перемещение. Скорость. Их проекции на оси координат. Равномерное прямолинейное движение. Графическое описание

равномерного прямолинейного движения. Сложение перемещений и скоростей. Неравномерное движение. Мгновенная скорость. Ускорение. Зависимость координат, скорости, ускорения и пути материальной точки от времени и их графики. Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость. Период и частота обращения. Центростремительное (нормальное), касательное (тангенциальное) и полное ускорение материальной точки.

Блок 2. **Динамика**

Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Принцип относительности Галилея. Неинерциальные системы отсчёта (определение, примеры). Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона для материальной точки. Третий закон Ньютона для материальных точек. Закон всемирного тяготения. Эквивалентность гравитационной и инертной массы. Сила тяжести. Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты. Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера. Первая космическая скорость. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Вес тела, движущегося с ускорением. Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе, её зависимость от скорости относительного движения. Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда.

Блок 3. **Статика твердого тела**

Абсолютно твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Сложение сил, приложенных к твёрдому телу. Центр тяжести тела. Условия равновесия твёрдого тела. Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие.

Блок 4. **Законы сохранения в механике**

Импульс материальной точки, системы материальных точек. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Момент импульса материальной точки. Представление о сохранении момента импульса в центральных полях. Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы. Мощность силы. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле однородного шара (внутри и вне шара). Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии. Упругие и неупругие столкновения. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости как следствие закона сохранения механической энергии.

Блок 5. **Лабораторный практикум «Механика»**
Лабораторная работа. Изучение движения тела по окружности
Лабораторная работа. Измерение жесткости пружины
Лабораторная работа. Измерение коэффициента трения скольжения.
Лабораторная работа. Изучение движения тела, брошенного горизонтально.
Лабораторная работа. Изучение закона сохранения механической энергии.
Лабораторная работа. Изучение равновесия тела под действием нескольких сил.

ТЕМА 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Блок 1. **Основы молекулярно-кинетической теории**

Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ), их опытное обоснование. Диффузия. Броуновское движение. Характер движения и взаимодействия частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. Масса и размеры молекул (атомов). Количество вещества. Постоянная Авогадро. Тепловое равновесие. Температура и способы её измерения. Шкала температур Цельсия. Модель идеального газа в молекулярно-кинетической теории: частицы газа движутся хаотически и не взаимодействуют друг с другом. Газовые законы. Уравнение Менделеева–Клапейрона. Абсолютная температура (шкала температур Кельвина). Закон Дальтона. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества. Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара. Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа). Связь абсолютной температуры термодинамической системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения её частиц.

Блок 2. **Термодинамика. Тепловые машины**

Термодинамическая (ТД) система. Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа. Квазистатические и нестатические процессы. Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме. Теплопередача как способ изменения внутренней энергии термодинамической системы без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение. Количество теплоты. Теплоёмкость тела. Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Уравнение Майера. Удельная теплота сгорания топлива. Расчёт количества теплоты при теплопередаче. Понятие об адиабатном процессе. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии термодинамической системы. Второй закон термодинамики для равновесных процессов: через заданное равновесное состояние термодинамической системы проходит единственная адиабата. Второй закон термодинамики для неравновесных процессов: невозможно передать теплоту от более холодного тела к более нагретому без компенсации (Клаузиус). Необратимость природных процессов. Принципы действия тепловых машин. КПД. Максимальное значение

КПД. Цикл Карно.

Блок 3. **Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы**

Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация. Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций. Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования. Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара. Зависимость температуры кипения от давления в жидкости. Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел, объёмное и линейное расширение. Преобразование энергии в фазовых переходах. Уравнение теплового баланса. Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под искривлённой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.

Блок 4.**Лабораторный практикум: "МКТ"**

Лабораторная работа. Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака.

Лабораторная работа. Изучение закона Бойля-Мариотта.

ТЕМА 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Блок 1. **Электрическое поле**

Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона. Электрическое поле. Его действие на электрические заряды. Напряжённость электрического поля. Линии напряжённости электрического поля. Однородное электрическое поле. Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для электростатического поля (как однородного, так и неоднородного). Принцип суперпозиции электрических полей. Поле точечного заряда. Поле равномерно заряженной сферы. Поле равномерно заряженного по объёму шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. Картины линий напряжённости этих полей и эквипотенциальных поверхностей. Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов. Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества. Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.

Блок 2. **Постоянный электрический ток**

Сила тока. Постоянный ток. Условия существования постоянного

электрического тока. Источники тока. Напряжение U и ЭДС $\mathscr{E}$. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения. Удельное сопротивление вещества. Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников. Расчёт разветвлённых электрических цепей. Правила Кирхгофа. Работа электрического тока. Закон Джоуля–Ленца. Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Мощность источника тока. Короткое замыкание. Конденсатор в цепи постоянного тока.

Блок 3. **Токи в различных средах**

Электрическая проводимость различных веществ. Электронная проводимость твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства p–n-перехода. Полупроводниковые приборы. Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза. Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Различные типы самостоятельного разряда. Молния. Плазма.

Блок 6. **Лабораторный практикум: "Электродинамика"**

Лабораторная работа. Изучение электростатического поля.

Лабораторная работа. Определение заряда и емкости конденсатора.

Лабораторная работа. Параллельное и последовательное соединение проводников.

Лабораторная работа. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

11 КЛАСС

[136 часов, 4 часа в неделю]

ТЕМА 1. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Блок 1. **Магнитное поле**

Техника безопасности при работе в физической лаборатории. Взаимодействие постоянных магнитов и проводников с током. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции. Магнитное поле проводника с током (прямого проводника, катушки и кругового витка). Опыт Эрстеда. Правило правого винта. Сила Ампера, её направление и модуль. Правило левой руки для силы Ампера. Рамка с током в магнитном поле. Электродвигатель. Сила Лоренца, её направление и модуль. Правило левой руки для силы Лоренца. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы Лоренца. Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики, пара- и диамагнетики.

Блок 2. **Электромагнитная индукция**

Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. ЭДС индукции. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко. ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле. Индуктивность. Катушка индуктивности в цепи постоянного тока. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля катушки с током. Электромагнитное поле.

Блок 3. **Лабораторный практикум: "Постоянное магнитное поле"**

Лабораторная работа. Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.

Лабораторная работа. Изучение зависимости силы Ампера от силы тока.

Лабораторная работа. Определение магнитной индукции на основе измерения силы Ампера.

Лабораторная работа. Исследование явления самоиндукции.

ТЕМА 2. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Блок 1. **Механические колебания**

Колебательная система. Свободные колебания. Гармонические колебания. Кинематическое и динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического и кинематического описания. Амплитуда и фаза колебаний. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения. Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника. Понятие о затухающих колебаниях. Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Влияние затухания на вид резонансной кривой. Автоколебания.

Блок 2. **Электромагнитные колебания**

Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре. Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре. Затухающие электромагнитные колебания. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток. Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения при различной форме зависимости переменного тока от времени. Синусоидальный переменный ток. Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока. Резонанс токов. Резонанс напряжений. Идеальный трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии. Экологические риски при производстве электроэнергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни.

Блок 3. **Механические и электромагнитные волны**

Механические волны, условия их распространения. Поперечные и продольные

волны. Период, скорость распространения и длина волны. Свойства механических волн: отражение, преломление, интерференция и дифракция. Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука. Шумовое загрязнение окружающей среды. Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов $\vec{E}, \vec{B}, \vec{v}$ в электромагнитной волне. Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, интерференции и дифракция. Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту. Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. Электромагнитное загрязнение окружающей среды.

Блок 4. **Оптика**

Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света. Точечный источник света. Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале. Сферические зеркала. Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Постоянство частоты света и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред. Ход лучей в призме. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет. Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения. Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от её геометрии и относительного показателя преломления. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой. Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах. Оптические приборы. Разрешающая способность. Глаз как оптическая система.

Пределы применимости геометрической оптики. Волновая оптика. Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников. Примеры классических интерференционных схем. Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решётку. Поляризация света.

Блок 5. **Лабораторный практикум «Колебания и волны»**

Лабораторная работа. Измерение периода свободных колебаний нитяного и пружинного маятников.

Лабораторная работа. Преобразование энергии в пружинном маятнике.

Лабораторная работа. Изучение резонанса в электрическом колебательном контуре.

Лабораторная работа. Определение индуктивности катушки.

Лабораторная работа. Определение показателя преломления стекла.

Лабораторная работа. Измерение длины световой волны.

ТЕМА 3. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Блок 1. **Основы СТО**

Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности. Пространственно-временной интервал. Преобразования Лоренца. Условие причинности. Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины. Релятивистский закон сложения скоростей. Энергия и импульс релятивистской частицы. Связь массы с энергией и импульсом релятивистской частицы. Энергия покоя.

ТЕМА 4. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Блок 1. **Корпускулярно-волновой дуализм**

Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно чёрного тела).Закон смещения Вина. Гипотеза Планка о квантах. Фотоны. Энергия и импульс фотона. Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта. Давление света (в частности, давление света на абсолютно поглощающую и абсолютно отражающую поверхность). Опыты П.Н. Лебедева. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся частицы. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах. Специфика измерений в микромире. Соотношения неопределённостей Гейзенберга.

Блок 2. **Физика атома**

Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода. Спонтанное и вынужденное излучение света. Лазер.

Блок 3. **Физика атомного ядра и элементарных частиц**

Нуклонная модель ядра Гейзенберга–Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы. Радиоактивность. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада. Радиоактивные изотопы в природе. Свойства ионизирующего излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Естественный фон излучения. Дозиметрия. Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерные реакторы. Проблемы управляемого термоядерного синтеза. Экологические аспекты развития ядерной энергетики. Методы регистрации и исследования элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Барионы, мезоны и лептоны. Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов. Физика за пределами Стандартной модели. Тёмная материя и тёмная энергия. Единство физической картины мира.

Блок 4. **Лабораторный практикум: «Квантовая физика»**

Лабораторная работа. Наблюдение линейчатого спектра.

Лабораторная работа. Исследование треков частиц по готовым фотографиям.

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Занятия проводятся в постоянных группах учащихся (оптимальное количество участников в группе: 8-12 человек), в форме теоретических, практических и индивидуальных занятий и консультаций (проектная деятельность, подготовка к олимпиадам, конференциям).

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Учебники и учебные пособия

1. Астахов, А.В. Курс физики. Том 1. Механика. Кинетическая теория материи: учеб. пособие для школьников /А. В. Астахов.–М.: Физматлит, 1977.–382 с.
2. Бутиков, Е.И.Физика для поступающих в вузы: учеб. пособие для школьников и абитуриентов / Е.И.Бутиков,А.Л. Быков, А.С. Кондратьев.– М.: Наука, 1982. – 608 с.
3. Дик,Ю.И., Кабардин, О.Ф., Орлов, В.А. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики. 10-11 класс: учеб. пособие для школьников / Ю.И.Дик, О.Ф.Кабардин, В.А. Орлов.–М.: Просвещение, 2002 и др.– 157 с.
4. Кикоин, А.К. Физика. Механика. 10 класс: учеб. пособие для школьников/ А.К Кикоин.– М.: Просвещение, 2012. –128 с.
5. Матвеев, А. Н. Молекулярная физика: учеб. пособие для вузов / А. Н. Матвеев.–М.: Высшая школа, 1981. – 400 с.
6. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм: учеб. пособие для вузов / А. Н. Матвеев. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2010. – 400 с.
7. Матвеев, А. Н. Механика и теория относительности: учеб. для вузов / А. Н. Матвеев.– 3-е изд. – М.: ООО «Издательский дом "ОНИКС 21 век"», ООО «Издательство "Мир и Образование"», 2003.– 432 с.
8. Мякишев, Г.Е. Физика. 10 класс: учеб. пособие для школьников/ Г.Е.Мякишев, Б.Б.Буховцев, Н.Н. Сотский. – М.: Просвещение, 2010 и др. – 366с.
9. Мякишев, Г.Е. Физика. 11 класс: учеб. пособие для школьников/ Г.Е. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. – 3-е изд. –М.: Просвещение, 2014 и др.– 400 с.
10. Ландсберг, Г.С. Оптика/ Г.С.Ландсберг: учеб. пособие для вузов –М.: Наука, 1976.– 928 с.
11. Пинский, А.А. Физика. 10 класс: учеб. пособие для школьников / А.А. Пинский, О.Ф. Кабардин. – М.: 2011 и др. – 431 с.
12. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика: учебное пособие / И. В. Савельев. 5-е изд., перераб. и доп. –СПб.: Лань, 2006. – 352 с.
13. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебное пособие/ И. В. Савельев. –СПб.: Лань, 2006. – 500 с.

14. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элемента: учебное пособие/ И. В. Савельев.– СПб.: Лань, 2007. – 308 с.
15. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов/ Д.В. Сивухин.– М.: Наука, 1979.– 520 с.
16. Широков, Ю.М. Курс физики, том 2. Электромагнитное поле: учеб. пособие для вузов/ Ю.М. Широков, А.В. Астахов. –М.: Наука, 1980. – 360 с.
17. Широков, Ю.М. Курс физики в 3-х томах. Том 3. Квантовая физика: учеб. пособие для вузов / Ю.М. Широков, А.В. Астахов. – М.: Наука, 1983.– 240 с.
18. Яворский, Б.М. Основы физики. Том 1: учеб. пособие для вузов/ Б.М.Яворский,А.А. Пинский.– М.: Наука, 2003. – 453 с.
19. Яворский, Б.М., Пинский, А.А. Основы физики. Том 2: учеб. пособие для вузов/ Б.М.Яворский, А.А. Пинский. –М.: Наука, 2003.

Сборники задач

1. Бендриков, Г.А. Физика. Задачи для поступающих в вузы: учеб. пособие для школьников и абитуриентов / Г.А. Бендриков, Б.Б. Буховцев, Г.Я. Мякишев. –М.: МГУ, 2000.– 397 с.

2. Бутиков, Е.И.Физика в примерах и задачах: учеб. пособие для школьников и абитуриентов /Е.И. Бутиков, А.А. Быков, А.С. Кондратьев.–СПб.: Издательство ЛГУ, 1989.–463с.

3. Варламов, С.Д. Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах: учеб. пособие для школьников / Варламов С.Д., Зильберман А.Р., Зинковский В.И. – М.: МЦНМО, 2017.–184 с.

4. Гельфгат, И.М.1001 задача по физике с решениями: учеб. пособие для школьников/ Гельфгат И.М., Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А. –Харьков-Москва: Наука, 1996. – 596с.

5. Гольдфарб, Н.И. Сборник задач по физике: учеб. пособие для школьников/Н.И. Гольдфарб.– М.: Высшая школа, 1982.– 351 с.

6. Задачи по физике: учеб. пособие для школьников/ Савченко О.Я. [и др.]// под ред. Савченко О.Я. – Новосибирск: НГУ, 1999. –370 с.

7. Зильберман, А. Р. Раз задача, два задача: учеб. пособие для школьников /Зильберман А. Р.,Буздин А. И., Кротов С. С.–М.: Наука. Гл. ред. Физматлит, 1990. –240с.

8. Малинин, А.Н. Сборник вопросов и задач по физике. 10-11 класс: учеб. пособие для школьников /А.Н. Малинин. –М.: Просвещение, 2002. – 220 с.

9. Меледин,Г.Ф. Физика в задачах: экзаменационные задачи с решениями: учеб. пособие для школьников / Г.Ф. Меледин. –М.: Наука. Гл. ред. Физматлит, 1990.– 272с.

10. Сборник задач по физике: для 10-11 классов с углубленным изучением физики: учеб. пособие для школьников / Козел С.М. [и др.]// под редакцией С.М. Козела. – М.: Вербум-М, 2003.– 264 с.

11. Тепловые явления. Постоянный ток. Оптика. Сборник задач для подготовки к олимпиадам по физике. 8 класс: учеб. пособие для школьников/ Замятин М.Ю [и др.]// под редакцией Замятина М.Ю. – М.: Шанс, 2018. – 358 с.
12. 3800 задач по физике для школьников и поступающих в вузы:учеб. пособие для школьников и абитуриентов/ Н.В.Турчин, [и др.]// под редакцией Н.В.Турчина.– М.: Дрофа, 2000. – 672 с.