

Департамент образования Администрации ГО «Город Архангельск»  
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
городского округа «Город Архангельск» «Средняя школа № 20  
имени Героя Советского Союза П.М. Норицына» (МБОУ СШ № 20)  
163060 г. Архангельск ул. 23-й Гвардейской дивизии, д. 8, тел.(факс): 64-01-67  
E-mail: [direktor@schooltwenty.ru](mailto:direktor@schooltwenty.ru)

Рассмотрено на заседании ШМС  
Руководитель ШМС: \_\_\_\_\_/Л.А.Богданова/  
Протокол № 01 от 30.08.2021 г.

Утверждаю:  
Директор \_\_\_\_\_/Ю.С. Лозиняк/  
Приказ № 237 от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
«ФИЗИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»**

Составитель: к.ф.-м.н. доцент Ляхов Н.Н.

Программа разработана в дополнение  
к рабочей программе по учебному  
предмету «Физика», реализуемой  
в учебниках А.В. Перышкин, Е.М.  
Гутник. Физика. 9 класс. М.: Дрофа, 2011  
и А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. Физика.  
8 класс. М.: Дрофа, 2019.

Архангельск  
2021

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В условиях научно-технической революции в сфере производства и в транспортной индустрии все больше требуется работники, которые способны управлять сложными современными машинами, автоматическими системами, внедрять принципиально новые технологии. Физика как наука позволяет понять законы природы и успешно использовать достижения современных технологий и влиять на появление новых.

Предлагаемый курс «Физика на железнодорожном транспорте» (далее – курс) является прикладным, при изучении которого учащиеся знакомятся с основными методами применения знаний о физических явлениях на железной дороге, в транспортном строительстве и машиностроении.

В курсе подчеркивается роль физики в современном производстве, что способствует развитию интереса учащихся к современной технике и транспорту, формированию мотивации для углубленного изучения предмета и продолжения обучения в сфере железнодорожного транспорта.

Изучение курса начинается в 8 классе (рассматриваются тепловые, электрические, магнитные и световые явления) и продолжается в 9 классе (основы кинематики и динамики, законы сохранения в механике, механические колебания и волны, электромагнитные явления, строение атома и атомного ядра).

Курс знакомит с историей внедрения новой техники и технологий на Российских железных дорогах. Действие физических законов раскрывается на примерах, взятых из конкретной практики железнодорожного транспорта, исторических фактах, специальных лабораторных экспериментах, содержит качественные и расчётные задачи. Выполнение данных заданий не только помогает изучению физики, но и позволяет выявлять межпредметные связи со смежными отраслями знаний, что в определенной степени влияет на уровень профессиональной подготовки. При этом усиливается практическая направленность изучения физики, углубляются знания материала основного и прикладного содержания курса.

При изучении данного курса для стимулирования интереса учащихся и развития навыков работы с дополнительными источниками информации используются поисковые и проектные задания. В рамках курса предусматриваются практические занятия: выполнение работ специализированного лабораторного практикума и экскурсии на предприятия железнодорожной отрасли.

**Цель курса:** углубление содержания основного курса физики и формирование учебно-познавательных, информационно-технологических компетенций и компетенций личностного саморазвития учащихся,

способствующих профессиональной ориентации на профессии железнодорожного транспорта.

#### **Задачи курса:**

– усвоение знаний о фундаментальных физических законах и принципах, применяемых в железнодорожной отрасли; наиболее важных открытиях в области физики, оказавших влияние на развитие железнодорожного транспорта; методах научного познания природы;

– овладение умениями проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практического использования физических знаний;

– обобщение и расширение знаний о профессиях железнодорожной отрасли;

– развитие интеллектуальных и творческих способностей, коммуникативных качеств учащихся в процессе приобретения знаний и умений по физике с использованием различных источников информации и современных информационных технологий, направленное на формирование познавательного интереса к профессиям железнодорожной отрасли.

#### **Формы организации образовательного процесса:**

Экскурсии: подростки с педагогом отправляются на объекты железной дороги реально или виртуально для фиксации проблемы или постановки задачи, где в процессе общения с учителем они систематизируют теоретические основы рассматриваемых физических явлений.

Лабораторный практикум: выполнение лабораторных работ позволит овладеть умениями самостоятельно ставить физические опыты, фиксировать наблюдения и измерения, анализировать их делать выводы в целях дальнейшего использования.

Решение кейса: кейс представляет комплект материалов, разработанных на основе производственных ситуаций, формирующих у обучающихся навыки самостоятельного конструирования алгоритмов решения производственных задач. Результаты выполненных кейсов, если это теоретическая проблема, то конкретное ее решение, если практическая - конкретный результат, готовый к использованию (на уроке, в школе, в реальной жизни). В процессе решения кейсов у учащихся возникают идеи для индивидуальных проектов, которые они смогут выполнить в рамках проектной деятельности.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА

Курс должен проводиться в рамках внеурочной деятельности образовательной организации. Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту, внеурочная деятельность является составной частью учебно-воспитательного процесса и одной из форм организации свободного времени учащихся. Данный курс может быть отнесен к общеинтеллектуальному направлению, одному из 5-ти направлений развития личности.

Количество часов, отводимых на изучение курса: 8 класс - 17 часов (1 час в две недели), 9 класс - 17 часов (1 час в две недели).

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

### **Предметные:**

В результате реализации программы учащиеся будут уметь:

- характеризовать физические понятия;
- различать явления по описанию их характерных свойств и на основе опытов, демонстрирующих данное физическое явление;
- распознавать проявление изученных физических явлений в окружающем мире;
- описывать изученные свойства тел и физические явления, используя физические величины;
- решать расчетные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины: на основе анализа условия задачи;
- распознавать проблемы, которые можно решить при помощи физических методов; используя описание исследования, выделять проверяемое предположение, оценивать правильность порядка проведения исследования, делать выводы;
- проводить опыты по наблюдению физических явлений или физических свойств тел;
- распознавать простые технические устройства и измерительные приборы по схемам и схематичным рисункам;
- приводить примеры практического использования физических знаний в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде.

### **Метапредметные:**

В результате реализации программы учащиеся:

овладеют навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;

научатся понимать различия между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами;

овладеют навыками универсальных учебных действиями на примерах гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез, разработки теоретических моделей процессов или явлений;

сформируют умения воспринимать и перерабатывать информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами,

научатся выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нем ответы на поставленные вопросы и излагать его;

научатся искать, анализировать и отбирать информацию с использованием различных источников и новых информационных технологий для решения познавательных задач;

развьют навыки монологической и диалогической речи, умения выражать свои мысли и способности выслушивать собеседника, понимать его точку зрения, признавать право другого человека на иное мнение;

овладеют эвристическими методами решения проблем;

сформируют умение работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию.

### **Личностные:**

В результате реализации программы учащиеся:

сформируют познавательный интерес, интеллектуальные и творческие способности;

преодолеют убеждения «физика – сложный предмет, и мне он в жизни не пригодится»;

сформируют убежденность в возможности познания закономерностей природы и техники через моделирование физических процессов;

повысят осознанность соблюдения правил техники безопасности на транспорте и в быту;

утвердятся в выборе физико-технического профиля при дальнейшем обучении.

## **СОДЕРЖАНИЕ КУРСА**

### **8 класс (17 ч)**

#### **Модуль «Введение» (1 ч)**

Исторические этапы развития железнодорожного транспорта в России и мире. Измерения и погрешности измерений физических величин на транспорте. Использование смартфона и других цифровых технологий для измерений.

#### **Модуль «Тепловые явления» (4 ч)**

Расширение тел при нагревании. Термическое расширение на подвижном составе и инфраструктуре железнодорожного транспорта, способы его учета и компенсации. Измерение температуры рельсов и элементов подвижного состава. Тепловое излучение и дистанционное измерение температуры буксовых узлов.

Статическое и динамическое давления газа. Система пневматического торможения. Поезда на воздушной подушке. Тепловые машины на железной дороге. Виды топлива и их энергетическая эффективность. КПД локомотива. Существующие и перспективные системы отопления, теплоизоляции и вентиляции пассажирских вагонов. Теплоизоляция в путевом хозяйстве.

#### **Модуль «Электрические явления» (4 ч)**

Постоянный электрический ток на железной дороге. Первые электрические экипажи и современные электровозы. Проблема передачи электроэнергии к локомотиву. Электрическая цепь современной железной дороги. Закон Ома для участка цепи. Реостаты в системе управления локомотива. Падение напряжения на элементах тяговой сети железной дороги. Проблемы тягового электроснабжения постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца. Тепловые потери электрической энергии. Потери энергии в тяговой сети. Системы электрообогрева вагонов. Потери энергии и блуждающие токи. Электроконтактная сварка рельсов.

#### **Модуль «Магнитные явления» (3 ч)**

Магнитное поле как источник сил, действующих на проводник с током. Закон Ампера. Работа тягового двигателя локомотива. Магнетизм на транспорте. Влияние магнитного поля на работу рельсовой цепи. Магнитная дефектоскопия. Магнитная подвеска высокоскоростных поездов. Использование явления сверхпроводимости. Электромагнитное реле и рельсовые цепи в системе автоблокировки на железной дороге. Электромагниты при ремонте пути и погрузо-разгрузочных работах.

### **Модуль «Оптические явления» (2 ч)**

Геометрическая оптика на железной дороге. Устройство прожектора. Волоконно-оптические кабели на железнодорожном транспорте. Оптоволоконные линии связи. Цвет на транспорте. Световая сигнализация. Инфракрасное излучение и его регистрация. Тепловизионный контроль. Светодалномеры. Светоотражающие покрытия. Фотохромные материалы.

### **Обобщающее занятие, лабораторный практикум (3 ч)**

## **9 класс (17 ч.)**

### **Модуль «Основы кинематики» (3ч)**

Скорости и ускорения на железнодорожном транспорте. Маршрутная, конструкторская и эксплуатационная скорости транспортных средств. Допустимые ускорения на железнодорожном транспорте. Непогашенное ускорение. Тормозной путь поезда. Круговые и переходные кривые железнодорожного пути. Кинематика колёсной пары в рельсовой колее.

### **Модуль «Основы динамики» (4 ч)**

Динамика движения локомотива. Динамика движения поезда на подъемах, спусках и поворотах. Сила трения на железной дороге. Трение качения, трение скольжения. Силы в системе колесо-рельс. Сцепление колеса с рельсом. Способы торможения подвижного состава. Механическая работа и мощность локомотива. Ширина колеи и устойчивость поезда. Устройство рельсовой колеи в кривых участках пути. Закон сохранения импульса и реактивное движение. Реактивный двигатель на локомотиве. Гравитационно-вакуумный транспорт. Столкновение вагонов на сортировочной горке и при маневровых работах. Закон сохранения механической энергии.

### **Модуль «Механические колебания и волны» (3 ч)**

Колебания подвижного состава. Допустимые колебания на железной дороге. Учёт колебаний в пассажирских и грузовых перевозках. Резонанс. Колебания мостов, искусственных сооружений и других элементов железнодорожной инфраструктуры. Автоколебания проводов контактной сети. Звук, инфразвук и ультразвук на транспорте. Шум и вибрация. Виброзащита и шумозащита. Вибродиагностика. Ультразвуковая дефектоскопия.

### **Модуль «Электромагнитные колебания и волны» (3 ч)**

Магнитное поле. Однородное и неоднородное магнитное поле. Электромагнитная индукция, Закон Фарадея. Правило Ленца.

Переменный электрический ток и гармонические колебания. Генераторы постоянного и переменного тока. Генератор на тепловозе. Понятие о трехфазном электрическом токе. Трансформатор. Система однофазного переменного тока на железнодорожном транспорте. Устройство и работа электровоза переменного тока. Принцип работы выпрямительно-инверторного преобразователя на электровозе. Рекуперация. Влияние тягового подвижного состава на систему тягового электроснабжения переменного тока. Электромагнитное поле. Радиосвязь на железной дороге. Радиопомехи от контактной сети. Понятие об электромагнитной экологии. Проблемы электромагнитной совместимости устройств железнодорожной автоматики.

### **Модуль «Атом и атомное ядро» (1 ч)**

Радиоактивное излучение и его применение в системах контроля. Светоизлучающие краски. Радиоизотопные датчики. Перспективы использования ядерной энергии.

### **Модуль итоговый (2 ч)**

Использование достижений современной науки на железнодорожном транспорте. Перспективы развития железнодорожной отрасли России.

## **ВИДЫ И ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ РЕАЛИЗАЦИИ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Виды контроля:

- предварительный (направлен на выявление имеющихся знаний, умений, навыков);
- текущий (позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения, навыки, обеспечивает стимулирование и мотивацию образовательной деятельности);
- тематический (завершает деятельность по теме или разделу программы);
- итоговый (определяет эффективность реализации курса).

Для контроля знаний, умений и навыков учащихся и проверки результативности обучения предусмотрены следующие мероприятия: лабораторные работы, физические практикумы, проекты, решение кейсов, итоговая конференция.

Эффективность преподавания курса может быть подтверждена анализом текущих отметок и результатов ГИА по предметам, связанным с курсом, проведением анкетирования удовлетворенности занятиями среди учащихся и педагогов.



## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

**8-9 класс (1 ч в две недели; всего 34 ч за 2 года)**

Темы для изучения	Основное содержание по темам	Рекомендации к занятию
<b>8 класс (17 ч)</b>		
<b>Введение (1 ч)</b>		
Введение	Исторические этапы развития железнодорожного транспорта в России и мире. Измерения и погрешности измерений физических величин на транспорте. Использование смартфона и других цифровых технологий для измерений	Фронтальная лабораторная работа «Измерение физических величин и оценка погрешности измерений»
<b>Тепловые явления (4 ч)</b>		
Термическое расширение	Расширение тел при нагревании. Термическое расширение на подвижном составе и инфраструктуре железнодорожного транспорта, способы его учета и компенсации. Измерение температуры рельсов и элементов подвижного состава. Тепловое излучение и дистанционное измерение температуры буксовых узлов	Видеосюжет и видеозадача «Расчет температурного зазора», «Расчет механического напряжения в бесстыковом пути»
Давление газа	Статическое и динамическое давления газа. Система пневматического торможения. Поезда на воздушной подушке	Лабораторный практикум
Тепловые машины	Тепловые машины на железной дороге. Виды топлива и их энергетическая эффективность. КПД локомотива	Выполнение расчета энергетической эффективности и КПД тепловоза и паровоза. Поиск в интернете необходимых данных
Тепловые процессы	Существующие и перспективные системы отопления и вентиляции пассажирских вагонов	Фронтальная лабораторная работа «Определение характеристик теплоизоляционных материалов». Кейс «Рекуператор в пассажирском вагоне»
<b>Электрические явления (4 ч)</b>		
Электрификация железных дорог	Постоянный электрический ток на железной дороге. Первые электрические экипажи и современные электровозы	Видеоэкскурсия в локомотивное депо
Тяговое электроснабжение	Проблема передачи электроэнергии к локомотиву. Электрическая цепь современной железной дороги	Макет «Электрифицированная железная дорога». Видеосюжет «Элементы тягового электроснабжения»
Тяговое электроснабжение	Закон Ома для участка цепи. Реостаты в системе управления локомотива. Падение напряжения на элементах тяговой сети железной дороги. Проблемы тягового электроснабжения постоянного тока	
Потери электрической энергии	Закон Джоуля-Ленца. Тепловые потери электрической энергии. Потери энергии в тяговой сети. Системы электрообогрева вагонов. Потери энергии и блуждающие токи	Видеозадача «Сварка рельсов на РСП»
<b>Физический практикум (2 ч)</b>		
<b>Модуль «Магнитные явления» (3 ч)</b>		

Тяговый двигатель локомотива	Магнитное поле как источник сил, действующих на проводник с током. Закон Ампера. Работа тягового двигателя локомотива	Фронтальная лабораторная работа «Определение характеристик электродвигателя постоянного тока»
Магнетизм на транспорте	Влияние магнитного поля на работу рельсовой цепи. Магнитная дефектоскопия. Магнитная подвеска высокоскоростных поездов. Использование явления сверхпроводимости	Видеозадача «Ложное срабатывание автоблокировки»
Электромагниты	Электромагнитное реле в системе автоблокировки на железной дороге. Электромагниты при ремонте пути и погрузо-разгрузочных работах	Макет «Светофорная сигнализация». Видеозадача «Электромагнит на ремонте пути»
<b>Модуль «Оптические явления» (2 ч)</b>		
Геометрическая оптика на железной дороге	Устройство прожектора. Оптические кабели на транспорте. Оптоволоконные линии связи	Фронтальная лабораторная работа «Принцип работы оптоволоконна»; «Устройство оптического кабеля»
Цвет на транспорте	Световая сигнализация. Светодальномеры. Светоотражающие покрытия. Фотохромные материалы	Групповой натурный эксперимент «Дальность обнаружения объекта без светоотражающей наклейки на одежде (рюкзаке) и с наклейкой»
<b>Обобщающий модуль (1 ч)</b> Решение кейсов		
<b>9 класс (17 ч)</b>		
<b>Модуль «Основы кинематики» (3 ч)</b>		
Скорости на железнодорожном транспорте	Скорости и ускорения на железнодорожном транспорте. Маршрутная, конструкторская и эксплуатационная скорости транспортных средств	Видеозадача «Равномерное движение поезда на перегоне»
Допустимые ускорения на железнодорожном транспорте	Допустимые ускорения на железнодорожном транспорте. Непогашенное ускорение. Тормозной путь поезда	Видеозадача «Стартующая электричка»
Кинематика колёсной пары	Круговые и переходные кривые железнодорожного пути. Кинематика колёсной пары в рельсовой колее	Видеозадача «План пути с квадрокоптера» Видео сюжет «Колесная рельсовой колее»
<b>Модуль «Основы динамики» (4 ч)</b>		
Динамика движения поездов	Динамика движения локомотива. Динамика движения поезда на подъемах, спусках и поворотах	Видеозадачи «Поезд на подъеме», «Поезд на повороте»
Силы трения на железной дороге	Сила трения на железной дороге. Трение качения, трение скольжения. Силы в системе колесо-рельс. Сцепление колеса с рельсом. Способы торможения подвижного состава	Фронтальная лабораторная работа «Измерение силы трения скольжения и трения качения». Видеозадача «Зачем песок на локомотиве»
Работа, мощность и энергия	Механическая работа и мощность локомотива. Закон сохранения импульса и реактивное движение. Реактивный двигатель на локомотиве. Гравитационно-вакуумный транспорт	
Законы сохранения	Столкновение вагонов на сортировочной горке и при маневровых работах. Закон сохранения механической энергии	Видео экскурсия

<b>Модуль «Механические колебания и волны» (3 ч)</b>		
Колебания подвижного состава	Колебания подвижного состава. Допустимые колебания на железной дороге. Учёт колебаний в пассажирских и грузовых перевозках	
Вынужденные колебания	Резонанс. Колебания мостов, искусственных сооружений и других элементов железнодорожной инфраструктуры. Автоколебания проводов контактной сети	
Звуковые колебания и волны	Звук, инфразвук и ультразвук на транспорте. Шум и шумозащита. Ультразвуковая дефектоскопия	
<b>Модуль «Электромагнитные колебания и волны» (3 ч)</b>		
Электромагнитная индукция	Магнитное поле. Однородное и неоднородное магнитное поле. Электромагнитная индукция, Закон Фарадея. Правило Ленца. Переменный электрический ток и гармонические колебания. Генераторы постоянного и переменного тока. Генератор на тепловозе. Понятие о трехфазном электрическом токе	
Переменный электрический ток на транспорте	Трансформатор. Система однофазного переменного тока на железнодорожном транспорте. Устройство и работа электровоза переменного тока. Принцип работы выпрямительно-инверторного преобразователя на электровозе. Рекуперация	Наблюдать осциллограммы гармонических колебаний напряжения и силы тока в цепи
Электромагнитное излучение	Электромагнитное поле. Радиосвязь на железной дороге. Радиопомехи от контактной сети. Понятие об электромагнитной экологии. Проблемы электромагнитной совместимости устройств железнодорожной автоматики	
<b>Модуль «Атом и атомное ядро» (1 ч)</b>		
Физика атома и атомного ядра	Радиоактивное излучение и его применение в системах контроля. Светоизлучающие краски. Радионуклидные датчики. Перспективы использования ядерной энергии	Лабораторная работа «Измерение радиоактивности на элементах железнодорожного пути и ИССО»
<b>ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ (2 ч)</b>		
<b>Итоговая конференция (1 ч)</b>		

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

1. Рабочая программа курса.
2. Сборник задач.
3. Методические рекомендации для организации практической работы.
4. Комплект видеосюжетов <https://yadi.sk/d/jY4hbfJtSDcBFQ?w=1>

**ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ КУРСА  
«ФИЗИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»**

№ п.п.	Название позиции	Кол-во
1	Комплект для практикума по механике	4
2	Комплект для практикума по электричеству	4
3	Цифровая лаборатория по физике для ученика STEM	4
4	ФГОС комплект. Лабораторный комплект (набор) по механике	5
5	Радиоконструктор	1
6	ФГОС комплект. Лабораторный комплект (набор) по электродинамике	5
7	ФГОС комплект. Лабораторный комплект (набор) по молекулярной физике и термодинамике	5
8	Набор «Юный физик» (120 экспериментов)	10
9	Механика Галилео	10
10	Комплект оборудования для кабинета физики	1
11	Набор демонстрационный «Механические явления»	1
12	Набор демонстрационный «Постоянный ток»	1
13	Набор демонстрационный «Полупроводниковые приборы»	1
14	Набор демонстрационный «Электродинамика	1
15	Набор для демонстрации электрических полей	1
16	Высоковольтный генератор 30 кВ (источник высокого напряжения)	1
17	Комплект оборудования «ФГОС-лаборатория»	4
18	ОГЭ-лаборатория 2020	4
19	Регистратор данных (ноутбук)	15
20	«Летающий поезд»	5
21	Поезд на магнитной подушке	5

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокин, С.М. Физика в истории железных дорог / С.М. Кокин, В.А. Селезнев. – Долгопрудный.: Интеллект, 2016. – 296 с.
2. Чарноцкая, Л.П. Железная дорога от А до Я / Л.П. Чарноцкая. – М.: Транспорт, 1990. – 205 с.
3. Общий курс железных дорог: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Под ред. Ю. И. Ефименко. – М.: Академия, 2005. – 256 с.
4. Пёрышкин, А.В. Физика. 8 класс / А.В. Пёрышкин, Е.М. Гутник. – М.: Дрофа, 2011. – 192 с.
5. Пёрышкин, А.В. Физика. 9 класс. / А.В. Пёрышкин, Е.М. Гутник. – М.: Дрофа, 2011 – 304 с.
6. Лукашик, В.И. Сборник задач по физике. 7-9 класс / В.И. Лукашик. – М.: Просвещение, 2007 – 240 с.
7. Сидоров, Н.И. Как устроен и работает электровоз / Н. И. Сидоров. - 4е изд., перераб. и доп. - Москва: Транспорт, 1980. – 223 с.
8. Булынский, А.Н. Физика на железнодорожном транспорте: учеб.-метод. пособие / А.Н. Булынский. – Костанай: Кушмурунская средняя школа, 2013. – 49 с.