

Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение «Правдинский центр образования»

Рекомендовано к принятию
Педагогическим советом
Муниципального казенного
общеобразовательного учреждения
«Правдинский центр образования»
Протокол № 1
от «30» августа 2022 года

Утверждена
приказом МКОУ
«Правдинский ЦО»
от «30» августа 2022 года
№ 208-Д



**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа
«Экспериментальная физика»**

возраст обучающихся: 13-17 лет, срок реализации: 1 года

Автор-составитель:
Ремизова Елена Георгиевна,
учитель физики

п. Правда – 2022 г.

Пояснительная записка

Данная программа «Экспериментальная физика» имеет естественнонаучную, техническую и исследовательскую направленность. Курс «Экспериментальная физика» предназначен для учащихся 13-17 лет, желающих приобрести опыт самостоятельного проведения экспериментов по физике.

Нормативно правовое обеспечение дополнительной общеразвивающей программы на 2022/23 учебный год. Программа основывается на положениях основных законодательных и нормативных актов Российской Федерации

1. Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (с изменениями).

2. Федеральный Закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» от 31.07.2020 № 403-ФЗ.

3. Проект Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г.

4. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 25 мая 2015 г. № 996-р).

5. План мероприятий по реализации Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждён распоряжением Правительства РФ от 12 ноября 2020 г. № 2945-р)

6. 06 Приказ Министерства просвещения Российской Федерации «Об Целевой модели развития региональных систем утверждения дополнительного образования детей» от 03.09.2019 г. № 467.

7. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи (утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. № 28).

8. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) (Приложение к письму Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 № 09-3242).

9. Методическое пособие «Реализация образовательных программ естественнонаучной и технологической направленностей по физике с использованием оборудования центра «Точка роста», Москва, 2021.

На обучение отводится 37 часов - 1 тема в неделю по 1 часу (45 мин). Форма проведения занятий планируется как для всей группы (групповая) - для освещения общих теоретических и других вопросов, передача фронтальных знаний, так и мелкогрупповые по 2-3 человека для индивидуального усвоения полученных знаний и приобретения практических навыков.

Курс построен с опорой на знания и умения учащихся, приобретённые на уроках физики. Курс углубляет и систематизирует знания учащихся о способах измерения физических величин, способствует развитию умения анализировать результаты физических опытов и наблюдений, создает предпосылки для становления и развития у школьников исследовательской компетенции, которая расценивается как важнейшая способность человека к познанию.

В работе со школьниками на первое место выходит самостоятельная деятельность учащихся, применение ими исследовательских методов, развитие навыков поэтапного выполнения задания, проектная деятельность.

Изучение физики в школе представляется важным для формирования научного мировоззрения, развитие представлений на практике о научном методе познания. Данный курс позволяет учащимся более глубоко и осмысленно изучать практические и теоретические вопросы физики.

Школьная программа не предусматривает широкого применения самостоятельного эксперимента на уроках физики. Фронтальный эксперимент,

иллюстрирующий справедливость законов и явлений природы, не способен вызвать живой интерес к предмету у большинства учащихся. А ведь физика – наука экспериментальная, в том смысле, что основные законы природы, изучением которых занимается, устанавливаются на основании данных экспериментов.

Учебный эксперимент по физике, проводимый на традиционном оборудовании (без применения цифровых лабораторий), не может в полной мере обеспечить решение всех образовательных задач в современной школе. Сложившаяся ситуация обусловлена существованием ряда проблем:

традиционное школьное оборудование из-за ограничения технических возможностей не позволяет проводить многие количественные исследования;

- длительность проведения физических исследований не всегда согласуется с длительностью учебных занятий;

- возможность проведения многих физических исследований ограничивается требованиями техники безопасности и др.

Цифровая лаборатория Z.LABS кардинальным образом изменяет методику и содержание экспериментальной деятельности и помогает решить вышеперечисленные проблемы. Широкий спектр цифровых датчиков позволяет учащимся знакомиться с параметрами физического эксперимента не только на качественном, но и на количественном уровне. С помощью цифровой лаборатории можно проводить длительный эксперимент даже в отсутствие экспериментатора. При этом измеряемые данные и результаты их обработки отображаются непосредственно на экране компьютера.

Курс включает в себя самостоятельные исследовательские работы учащихся — от постановки задачи до защиты собственного проекта.

Особое внимание в курсе уделено тем инженерным решениям, основанным на знании законов физики, которые нашли широкое применение в науке и технике; а самостоятельные исследования имеют также цель развивать практические умения для создания экспериментальных установок, стимулируют поиск инженерного решения для конструирования собственных моделей.

Цель курса: дать возможность учащимся, интересующимся физикой, познакомиться с основными методами физической науки, овладеть измерительными и другими экспериментальными умениями.

Задачи курса:

- познакомить с основными путями и методами применения знаний по физике на практике;

- научить выполнять экспериментальные задания;

- углубить знания о методах расчета погрешностей измерения;

- познакомить с использованием измерительных приборов и применением их на практике;

- способствовать развитию умений наблюдать, анализировать, устанавливать причинно-следственные связи, формулировать гипотезы, обосновывая их и проверяя на практике;

- систематизировать и обобщить знания учащихся об экспериментальном методе познания природы;

- развивать критическое мышление при оценивании результатов проделанных экспериментов;

- воспитывать трудолюбие, творческое отношение к труду и инициативу, расширять межпредметные связи между физикой и трудовым обучением, математикой, помогать в выборе дальнейшего профиля обучения.

Сроки реализации программы: 1 год.

В коллектив могут быть приняты все желающие.

Режим занятий: очный, 1 час в неделю, всего 37 часов.

В рамках курса «Экспериментальная физика» предусмотрены следующие направления деятельности: выполнение исследовательских экспериментальных работ:

1. Изучение методики эксперимента;
2. Изучение методов обработки экспериментальных данных;
3. Изучение методов проверки теории.

Изучение курса «Экспериментальная физика» направлено на формирование личностных, метапредметных и предметных результатов обучения, соответствующих требованиям федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования:

Личностные результаты:

- Формирование ответственного отношения к учению, готовности и способности к самообразованию и саморазвитию на основе мотивации к обучению и познанию, развитие самостоятельности в приобретении и совершенствовании новых знаний;
- Формирование познавательных интересов, развитие интеллектуальных, творческих способностей, формирование осознанного выбора и построение дальнейшей индивидуальной траектории образования;
- Воспитание российской гражданской идентичности: патриотизма, уважения к Отечеству, осознания вклада отечественных учёных в развитие мировой науки;
- Формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, убежденности в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважения к творцам науки и техники, отношения к физике как к элементу общечеловеческой культуры;
- Умение контролировать процесс и результат учебной и исследовательской деятельности в процессе изучения законов природы;
- Формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, детьми старшего и младшего возраста, взрослыми в процессе образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности;
- Формирование основ экологической культуры, соответствующей современному уровню экологического мышления, развитие опыта экологически ориентированной рефлексивно-оценочной деятельности в жизненных ситуациях
- Критичность мышления, инициатива, находчивость, активность при решении практических задач.

Метапредметные результаты:

- Умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учёбе, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;
- Умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;
- Умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации;
- Устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;
- Развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий;
- Первоначальные представления об идеях и о методах физики как об универсальном инструменте науки и техники, о средстве моделирования явлений и процессов;

- Умение видеть физическую задачу в контексте проблемной ситуации в других дисциплинах, в окружающей жизни;
- Умение находить в различных источниках информацию, необходимую для решения физических задач, и представлять её в понятной форме, принимать решение в условиях неполной или избыточной, точной или вероятностной информации;
- Умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учета интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение.
- Умение выдвигать гипотезы при решении задачи понимать необходимость их проверки;
- Понимание сущности алгоритмических предписаний и умение действовать в соответствии с предложенным алгоритмом.

Предметные результаты:

- Осознание ценности и значения физики и ее законов для повседневной жизни человека и ее роли в развитии материальной и духовной культуры.
- Формирование представлений о закономерной связи и познаваемости явлений природы, об объективности научного знания, о системообразующей роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий.
- Формирование представлений о закономерной связи и познаваемости явлений природы, об объективности научного познания, о системообразующей роли физики для развития других наук, техники и технологий.
- Формирование первоначальных представлений о физической сущности явлений природы, видах материи, усвоение основных идей механики, молекулярной физики, электродинамики, физики атома и атомного ядра.
- Усвоения смысла физических законов, раскрывающих связь физических явлений, овладение понятийным аппаратом и символическим языком физики.
- Формирование научного мировоззрения как результата изучения фундаментальных законов физики; умения пользоваться методами научного познания природы: проводить наблюдения, строить модели и выдвигать гипотезы, отыскивать и формулировать доказательства выдвинутых гипотез; планировать и выполнять эксперименты, проводить прямые и косвенные измерения с использованием приборов, обрабатывать результаты измерений, понимать неизбежность погрешностей любых измерений, оценивать границы погрешностей измерений, представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и формул.
- Нахождение зависимости между физическими величинами, выводиться из экспериментальных фактов и теоретических моделей физические законы, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- Понимание физических основ и принципов действия (работы) машин и механизмов, средств передвижения и связи, бытовых приборов, промышленных технологических процессов, влияния их на окружающую среду; осознание возможных причин техногенных и экологических катастроф;
- Формирование умения применять теоретические знания по физике на практике, решать физические задачи; планировать в повседневной жизни свои действия с применением полученных знаний законов механики; умения пользоваться физическим текстом (анализировать, извлекать необходимую информацию), точно и грамотно выражать свои мысли с применением математической терминологии и символики, проводить классификации, логические обоснования;
- Владение базовым понятийным аппаратом по основным разделам содержания.

В процессе формирования экспериментальных умений по физике учащийся учится представлять информацию об исследовании в четырёх видах:

- в вербальном: описывать эксперимент, создавать словесную модель эксперимента, фиксировать внимание на измеряемых физических величинах, терминологии;
- в табличном: заполнять таблицы данных, лежащих в основе построения графиков (при этом у учащихся возникает первичное представление о масштабах величин);
- в графическом: строить графики по табличным данным, что позволяет перейти к выдвигению гипотез о характере зависимости между физическими величинами (при этом учитель показывает преимущество в визуализации зависимостей между величинами, наглядность и многомерность);
- в аналитическом (в виде математических уравнений): приводить математическое описание взаимосвязи физических величин, математическое обобщение полученных результатов.

В этом плане цифровые лаборатории позволяют существенно экономить время, которое можно потратить на формирование исследовательских умений учащихся, выражающихся в следующих действиях:

- определение проблемы;
- постановка исследовательской задачи;
- планирование решения задачи;

В содержании:

- построение моделей;
- выдвигение гипотез;
- экспериментальная проверка гипотез;
- анализ данных экспериментов или наблюдений;
- формулирование выводов.

Отслеживание результатов образовательного процесса осуществляется по результатам выполнения лабораторных работ. При подведении итогов освоения программы используются:

- опрос;
- наблюдение;
- анализ, самоанализ,
- собеседование;
- выполнение творческих заданий;
- презентации;
- участие в олимпиадах по физике, участие в тематических конкурсах.

Учебно – тематический план

N п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
Механика – 1 час					
1.	Изучение колебаний пружинного маятника	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
Молекулярная физика – 11 часов					
2.	Определение объема выделяемого тепла при нагревании и охлаждении	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
3.	Определение удельной теплоты плавления льда	1	0,25	0,75	наблюдение,

					опрос
4.	Закон Паскаля. Определение давления жидкости.	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
5.	Атмосферное и барометрическое давление. Магдебургские полушария.	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
6.	Определение удельной теплоемкости вещества.	1	1	0	наблюдение, опрос
7.	Изучение процесса кипения воды.	1	0	1	наблюдение, опрос
8.	Исследование изобарного процесса (Закон Гей-Люссака)	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
9.	Исследование изохорного процесса	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
10.	Исследование изотермического процесса	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
11.	Получение теплоты при трении и ударе	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
12.	Итоговый урок по темб «Молекулярная физика»	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос

Законы постоянного тока-14 часов

13.	Изучение последовательного и параллельного соединения проводников	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
14.	Изучение смешанного соединения проводников	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
15.	Измерение работы и мощности тока	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос

16.	Изучение закона Джоуля - Ленца	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
17.	Изучение зависимости мощности и КПД источника от напряжения на нагрузке	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
18.	Изучение закона Ома для полной цепи	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
19.	Измерение сопротивления проводника (Закон Ома для участка цепи)	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
20.	Реостат. Управление силой тока в цепи. Делитель напряжения	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
21.	Электрический ток в электролитах.	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
22.	Закон Ома для участка цепи	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
23.	Закон Ома для полной цепи.	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
24.	Последовательное соединение проводников	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
25.	Параллельное соединение проводников	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
26.	Смешанное соединение проводников	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
Переменный ток – 11 часов					
27.	Изучение законов Ома для цепи переменного тока	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
28.	Самоиндукция при замыкании и размыкании цепи.	1	0	1	наблюдение, опрос

29.	Изменение характеристик переменного тока осциллографом	1	1	0	наблюдение, опрос
30.	Активное сопротивление в цепи переменного тока	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
31.	Емкость в цепи переменного тока	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
32.	Индуктивность в цепи переменного тока	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
33.	Последовательный резонанс	1	1	0	наблюдение, опрос
34.	Параллельный резонанс	1	0	1	наблюдение, опрос
35.	Диод в цепи переменного тока	1	1	0	наблюдение, опрос
36.	Действующее значение переменного тока	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос
37.	Итоговый урок	1	0,25	0,75	наблюдение, опрос

Содержание программы

Тема 1. Механика – 1 час

Теория: Период колебания.

Практика: Выявление взаимосвязи периода колебаний пружинного маятника от массы груза и степени жесткости пружинного элемента.

Тема 2. Молекулярная физика – 11 часов

Теория: Количество теплоты. Теплообмен. Закон Паскаля. Абсолютное и барометрическое давление. Удельная теплоемкость. Закон Гей –Люссака. Электролиты.

Практика: Выявление количества теплоты, отданное горячей водой и получение холодной при теплообмене. Анализ закона Паскаля экспериментальным путем. Определение экспериментальным путем абсолютного и барометрического давления. Расчет точного значения удельной теплоемкости железа. Исследование изобарного процесса. Выявление соотношения между измерениями давления и температуры газообразного вещества при его изохорном нагревании. Выявление соотношения между измерениями давления и объема газа при его изотермическом процессе. Анализ процесса перехода механической энергии во внутреннюю. Эксперимент по прохождению тока в жидких средах.

Тема 3. Законы постоянного тока-14 часов

Теория: Законы электрического тока. Мощность и работа тока. Закон Джоуля – Ленца. КПД. Закон Ома. Закон Ома для участка цепи. Закон Ома для полной цепи. Принцип работы реостата. Электрический ток в электролитах.

Практика: Определение экспериментальным путем справедливости законов электрического тока для последовательного и параллельного соединения проводников. Экспериментальным путем удостовериться в истинности основных законов смешанного соединения проводников. Расчет мощности и совершенной работы тока, Выявление количества теплоты, выделяемой при прохождении электрического тока. Зависимость мощности и КПД от сопротивления нагрузок. Экспериментальным путем удостовериться в истинности закона Ома для участка полной цепи. Владение навыками выполнения измерений сопротивления проводника с помощью вольтметра и амперметра. Демонстрация функции реостата в качестве делителя напряжения и регулятора тока в цепи. Эксперимент по прохождению тока в жидких средах. Экспериментально удостовериться в истинности закона Ома для участка цепи. Овладеть навыками корректного измерения сопротивления проводника. Экспериментально удостовериться в истинности закона Ома для полной цепи. Экспериментально удостовериться в истинности закона электрического тока для последовательного и параллельного соединения проводников. Овладение навыками измерения сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра.

Тема 4. Переменный ток – 11 часов

Теория: Резонанс в цепи переменного тока. Самоиндукция. Характеристики переменного тока. Активное сопротивление в цепи переменного тока. Емкость в цепи переменного тока. Индуктивность. Последовательный и параллельный резонанс. Диод в цепи переменного тока. Действующее значение переменного тока. Затухающие колебания. Взаимоиндукция. Трансформатор.

Практика: Определение истинности закона Ома. Проведение эксперимента на задержку нарастания и падения тока при выполнении замыкания и размыкания электрической цепи. Проведение измерений формы, периода и амплитуды переменного тока с помощью осциллографа. Выявление взаимосвязи сопротивления от частоты переменного тока, сдвиг фаз между током и напряжением. Определение для конденсатора, катушки индуктивности зависимость сопротивления от частоты переменного тока, сдвиг фаз между током и напряжением. Анализ явления резонанса для последовательного и параллельного колебательного контура. Анализ особенности прохождения переменного электрического тока через полупроводниковый диод. Определение действующего значения переменного тока. Изучение на практике затухающие колебания в колебательном контуре. Практическое ознакомление и анализ принципа работы трансформатора.

Методическое обеспечение

Методическое обеспечение программы включает приёмы и методы организации образовательного процесса, дидактические материалы, техническое оснащение занятий. Для обеспечения наглядности и доступности изучаемого материала педагог использует различные методические и дидактические материалы.

Наглядные пособия:

- схематические (цифровое оборудование, схемы, презентации, алгоритмы);
- естественные и натуральные (вспомогательное оборудование для практических работ);
- объемные (макеты);
- иллюстрации, слайды, графики, фотографии и рисунки экспериментальных результатов измерений;
- звуковые (видеоматериалы)

Информационное обеспечение программы.

1. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Учеб. пособие: В 3 кн. Кн. 1 Механика - М ФИЗМАТ- ЛИТ, 2004. - 352 с.
2. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Учеб. пособие: В 3 кн. Кн. 3. Строение и свойства вещества. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 336 с.
3. Громов С.В. Физика: механика. Теория относительности. Электродинамика: учеб. для 10 кл общеобразоват. учреждений: профил. уровень / С.В. Громов, Н.В. Шаронова; под ред. Н.В. Шароновой. 8-е изд., доп. и перераб. - М.: Просвещение, 2007. - 415 с.
4. Громов С.В. Физика: Учеб. для 7 кл. общеобразоват. учреждений / С.В. Громов, И.А. Родина. - 4-е изд. - М.: Просвещение, 2002. - 158 с.
5. Гирке Р., Шпрокхоф Г. Эксперимент по курсу элементарной физики. Часть 4. Жидкости и газы. Перевод с немецкого А.П. Ломана. Под редакцией П.А. Знаменского, П.А. Рымкевича – М. Учпедгиз 1959. - 368 с. "
6. Ковтунович М.Г. Домашний эксперимент по физике: пособие для учителя / М.Г. Ковтунович - М.: Гуманитар, изд. центр ВЛАДОС, 2007. - 207 с. (Библиотека учителя физики).
7. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. Т.1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. - М.: Наука, 1985. - 606 с.
8. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. Т. 2. Электричество и магнетизм - М • Наука 1985. - 479 с.
9. Майер В.В. Электричество: учебные экспериментальные доказательства. - М • ФИЗМАТ ЛИТ 2006. - 232 с.
10. Шутов В.П., Сухов В.Г., Подлесный Д.В. Эксперимент в физике. Физический практикум - М.: ФИЗМАТ ЛИТ, 2005. - 184 с.
- И. Шпрокхоф Г. Эксперимент по курсу элементарной физики. Часть 3. Теплота. Перевод с немецкого А.П. Ломана. Под редакцией Л.А. Знаменского, П.А. Рымкевича. - М.: Учпедгиз, 1965. - 228 с.
12. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы, т. I. Механика. Теплота. Пособие для учителя. Под ред. А.А. Покровского. Изд. 2-е, перераб. М.: «Просвещение» 1972. - 367 с.
13. Лабораторный практикум по физике / С.В. Степанов, С.А. Смирнов; под ред. С.В. Степанова. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. - 112 с.: ил. - (Профессиональное образование).
14. Руководство к лабораторным занятиям по физике. Под ред. Л.Л. Гольдина, изд. 2-е, переработанное. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1973. - 688 с.
15. Практикум по физике в средней школе: Дидакт. материал/ В.А. Буров, Ю.И. Дик, Б.С. Зворыкин и др. Под ред. А.А. Покровского. - 2-е изд. М.: Просвещение, 1982. - 192 с.
16. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. - 19-е изд. - М.: Просвещение, 2010. - 366 с.
17. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений и шк. с углубл. изучением физики: профил. уровень / [О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Э.Е. Эвенчик и др.]; под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина, - Рос. акад. наук, Рос. акад. образования, изд-во «Просвещение». - 13-е изд. - М • Просвещение 2011. - 431 с.
18. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе. Пособие для учителей. Под ред. А.А. Покровского, Изд. 2-е, перераб. М., «Просвещение», 1974. - 208 с. Интернет-ресурсы:
19. Учебные пособия и инструкции. // URL: <https://appliedrobotics.ru/7page id=670>