

РЕКОМЕНДОВАНО

Координационным советом
учебно-методических объединений
в системе общего образования
Самарской области

(протокол от 17 августа 2021 года № 44)



Самарский региональный центр
для одаренных детей



**Примерная дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа естественнонаучной
направленности «Цифровая лаборатория физического
эксперимента»**



Автор-составитель:

Полежаев Роман Геннадьевич, к.ф.-м.н., заместитель директора по
организации профильных смен, учитель физики Самарского регионального
центра для одаренных детей

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Цифровая лаборатория физического эксперимента» является программой естественно-научной **направленности**, профиль – физика.

Актуальность программы

Физика как наука о наиболее общих законах природы, вносит существенный вклад в систему знаний об окружающем мире. Ее основная практико-ориентированная (экспериментальная) составляющая имеет важное значение в развитии современных научно-технологических направлений в таких областях, как генетика, нано-электроника, физическая химия и т.д. Цифровизация информации крайне необходима для точного исследования объектов мира галактик и элементарных частиц. Использование современного цифрового оборудования по физике позволяет наглядно, эффективно проанализировать и предсказать результаты новых экспериментальных результатов.

Отличительные особенности программы

Программа «Цифровая лаборатория физического эксперимента» рассчитана на 16 занятий, разделенных на 5 разделов (модулей):

- Фазовые переходы.
- Постоянный электрический ток.
- Постоянное магнитное поле.
- Элементы статики и гидростатики.
- Колебательные системы.

Каждый раздел обучения представлен как этап работы, связанный с решением экспериментальной задачи средствами цифрового лабораторного оборудования.

Содержание программы ориентирует обучающихся на постоянное взаимодействие друг с другом и преподавателем, решение практических задач осуществляется с использованием методики обработки результатов экспериментальных данных. Также программа ориентирует обучающихся на поиск разных подходов к решению поставленной задачи, с использованием полученных знаний в рамках практической деятельности.

Программа дает возможность раскрыть изучаемый раздел с цифровой точки зрения, взглянуть на решение экспериментальной задачи под новым углом для достижения максимального результата.

Адресат программы

Программа «Цифровая лаборатория физического эксперимента» предназначена для детей от 14 до 16 лет.

В группы принимаются обучающиеся 8-9 классов. Группа может состоять из детей одного возраста или быть разновозрастной. Для изучения некоторых тем модулей 9 класса необходим краткий теоретический блок для группы 8 класса.

Для вхождения в образовательный процесс в рамках данной программы

необходим профильный уровень знаний по математике и информатике, т.к. для работы с цифровой лабораторией необходимо уметь графически интерпретировать информацию и верно варьировать в компьютерной среде программы параметры выбранной модели.

Так как программа разделена на модули и предполагает большое количество экспериментальной работы, предполагается формирование мини-групп (по 2 человека в каждой) для достижения максимального результата.

Объем и срок освоения программы

Срок освоения программы – 5 дней. На полное освоение программы требуется 16 часов по схеме: 4,3,3,3,3 на каждый день.

Форма обучения – очная, работа в мини-группах.

Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий

Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 40 минут, между занятиями установлены 10-минутные перемены.

Педагогическая целесообразность

Педагогическая целесообразность этой программы заключается в том, что, она является целостной и непрерывной в течении всего процесса обучения, и позволяет школьнику шаг за шагом раскрывать в себе творческие возможности и самореализоваться в современном мире. Проведение и обработка экспериментальных результатов каждой задачи формирует общую картину миропонимания и способствует развитию научного способа мышления.

Цель программы: формирование целостной картины изучаемых природных явлений, освоение элементов исследовательской деятельности, ознакомление с методиками обработки экспериментальных результатов с использованием цифровой образовательной среды, подготовка обучающихся к участию в конференциях и фестивалях, олимпиадах естественно-научной направленности.

Задачи дополнительной общеразвивающей программы:

Образовательные:

- знакомство с принципом работы датчиков цифровой лаборатории по физике;
- формирование навыков составления алгоритмов обработки экспериментальных результатов в оболочке программы цифровой образовательной среды;
- формирование навыков работы с цифровыми датчиками и вспомогательным лабораторным оборудованием;
- умение анализировать экспериментальные данные и их представление в графическом или другом символьном виде.
- формирование навыков исследовательской деятельности по предметам естественно-математического цикла в процессе

анализа и обработки экспериментальных данных для обоснования и аргументации рациональности деятельности в рамках проектной деятельности.

Развивающие:

- способствовать развитию творческих способностей каждого ребенка на основе личностно-ориентированного подхода;
- развить интерес к физике, как экспериментальной науке;
- развитие творческого потенциала и самостоятельности в рамках мини-группы;
- развитие психофизических качеств, обучающихся: память, внимание, аналитические способности, концентрацию и т.д.

Воспитательные:

- формирование ответственного подхода к решению экспериментальных задач;
- формирование навыков коммуникации среди участников программы;
- формирование навыков командной работы.

Принципы отбора содержания

Образовательный процесс строится с учетом следующих принципов:

1. Культуросообразности и природосообразности. В программе учитываются возрастные и индивидуальные особенности детей.
2. Системности. Полученные знания, умения и навыки, обучающихся системно применяют на практике, создавая проектную работу. Это позволяет использовать знания и умения в единстве, целостности, реализуя собственный замысел, что способствует самовыражению ребенка, развитию его творческого потенциала.
3. Комплексности и последовательности. Реализация этого принципа предполагает постепенное введение обучающихся в мир экспериментальной исследовательской физики.
4. Наглядности. Использование наглядности повышает внимание обучающихся средствами работы на цифровом лабораторном оборудовании, углубляет их интерес к изучаемому материалу, способствует развитию внимания, воображения, наблюдательности, мышления.

Основные формы и методы

В ходе реализации программы используются следующие **формы обучения:**

По охвату детей: групповые, коллективные.

По характеру учебной деятельности:

- беседы (вопросно-ответный метод активного взаимодействия педагога и обучающихся на занятиях, используется в теоретической части занятия);
- защита практической работы (используется на творческих

- отчетах, фестивалях, конкурсах, как итог проделанной работы);
- практические занятия (проводятся после изучения теоретических основ с целью сборки установок и отработки результатов экспериментальных исследований);
- наблюдение (применяется при изучении какого-либо объекта, предметов, природных явлений);

На занятиях создается атмосфера доброжелательности, доверия, что во многом помогает развитию творчества и инициативы ребенка. Выполнение экспериментальных заданий помогает ребенку в приобретении устойчивых навыков работы с различными цифровыми датчиками и лабораторным оборудованием. Участие детей в фестивалях, конкурсах, экспериментальных турах олимпиады разных уровней является основной формой контроля усвоения программы обучения и диагностики степени освоения практических навыков ребенка.

Методы обучения

В процессе реализации программы используются различные методы обучения.

1. Методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности:

- наглядные (показ видеоматериалов и иллюстраций, показ работы с цифровым и лабораторным оборудованием);
- практически-действенные (технологии подключения цифрового оборудования к лабораторным установкам в процессе решения практических задач);
- проблемно-поисковые (анализ проблемной ситуации по способам измерения наблюдаемой физической величины);
- методы самостоятельной работы и работы под руководством педагога (сборка установок, обработка результатов, анализ и достоверность полученных данных);
- информационные (лекция; семинар; беседа; речевая инструкция по технике безопасности при работе с лабораторным оборудованием; устное изложение; объяснение нового материала и способов выполнения задания; объяснение последовательности действий и содержания; обсуждение; педагогическая оценка процесса деятельности и ее результата).

2. Методы контроля и самоконтроля за эффективностью учебно-познавательной деятельности:

- устный контроль и самоконтроль (беседа, рассказ ученика, объяснение, устный опрос);
- практический контроль и самоконтроль (анализ умения работать с лабораторным оборудованием);
- наблюдения (анализ экспериментальных данных в процессе исследовательской деятельности).

Для создания комфортного психологического климата на занятиях применяются следующие педагогические приёмы: создание ситуации успеха,

моральная поддержка, одобрение, похвала, поощрение, доверие, доброжелательно-требовательная манера.

В ходе реализации программы используются следующие **типы занятий**:

- комбинированное (совмещение теоретической и практической частей занятия; проверка знаний ранее изученного материала; изложение нового материала, закрепление новых знаний, формирование умений переноса и применения знаний в новой ситуации, на практике; отработка навыков и умений, необходимых при работе с экспериментальной установкой);
- теоретическое (сообщение и усвоение новых знаний при объяснении новой темы, изложение нового материала, основных понятий, определение терминов, совершенствование и закрепление знаний);
- контрольное (проводится в целях контроля и проверки знаний, умений и навыков учащегося через защиту практической работы);
- практическое (является основным типом занятий, используемых в программе, как правило, содержит формирование умений и навыков, их осмысление и закрепление на практике при выполнении экспериментальных заданий, инструктаж при выполнении практических работ, использование всех видов практик);
- вводное занятие (проводится в начале курса с целью знакомства с образовательной программой, составление индивидуальной траектории обучения; а также при введении в новую тему программы).

Планируемые результаты

По итогам обучения по программе ребенок демонстрирует следующие результаты:

- знает принципы работы на оборудовании цифровой лаборатории по физике;
- знает алгоритмы обработки экспериментальных результатов в цифровой образовательной среде;
- правила техники безопасности при работе с экспериментальными установками;
- умеет генерировать цифровые датчики с вспомогательным лабораторным оборудованием;
- умеет анализировать, обрабатывать экспериментальные данные, проверять достоверность полученных результатов.

Механизм оценивания образовательных результатов

Уровень теоретических знаний.

- Низкий уровень. Обучающийся знает фрагментарно изученные физические процессы и закономерности. Изложение материала сбивчивое, требующее корректировки наводящими вопросами.
- Средний уровень. Обучающийся знает физические

закономерности, но для полного раскрытия темы требуются дополнительные вопросы.

- Высокий уровень. Обучающийся знает физические закономерности и понимает процессы физических явлений. Может дать логически выдержанный ответ, демонстрирующий полное владение материалом.

Уровень практических навыков и умений. Владение технологиями работы в цифровой среде, анализ и достоверность полученных результатов:

- Низкий уровень. Требуется постоянная консультация педагога при программировании параметров в цифровой среде.
- Средний уровень. Требуется периодическое консультирование о том, какие методы используются при анализе результатов измерений, программирование параметров в цифровой среде.
- Высокий уровень. Самостоятельный выбор методов анализа и обработки экспериментальных результатов, свободное владение программным обеспечением цифровой образовательной среды.

Сопряжение цифровых датчиков с лабораторными установками:

- Низкий уровень. Не может собрать установку с датчиками без помощи педагога.
- Средний уровень. Может собрать установку с датчиками при подсказке педагога.
- Высокий уровень. Способен самостоятельно собрать установку с датчиками, проявляя творческие способности.

Формы подведения итогов реализации программы

Отслеживание результатов образовательного процесса осуществляется по результатам защиты практических работ.

При подведении итогов освоения программы используются:

- опрос;
- наблюдение;
- анализ, самоанализ,
- собеседование;
- выполнение творческих заданий;
- участие детей в экспериментальных турах олимпиад, конкурсах и фестивалях различного уровня.

Материально-техническое обеспечение:

1. Датчики цифровой лаборатории Releon:

- датчик относительной влажности (от 0 до 100%);
- цифровой датчик температуры (от -20 до 120 °С);
- цифровой датчик абсолютного давления (от 0 до 500 кПа);
- датчик магнитного поля (от -80 до 80 мТл);
- датчик напряжения (от -2 до 2 В; от -5 до 5 В; от -10 до 10 В; от -15 до

15 В);

- датчик тока (от -1 до 1 А);
- датчик акселерометр (2g, 4g, 8g);
- USB двухканальный осциллограф (от 0 до 100 В);
- ноутбук с программным обеспечением.

2. Вспомогательное оборудование:

- металлический шарик;
- мерные стаканы, мензурки, емкости до от 250 мл до 500 мл с горячей, холодной водой;
- электрическая плитка;
- лампа накаливания;
- источник питания;
- соединительные провода;
- ключ;
- реостат;
- спиральный резистор или спираль;
- горелка (свечка);
- резисторы или магазин сопротивлений;
- полосовой магнит;
- прямой проводник;
- деревянная линейка (от 0-30 см), любая линейка, карандаш;
- электронные весы (от 0 до 200 г);
- монетка;
- поплавков или прямоугольная коробочка с отверстием для датчика;
- акселерометр (датчик ускорения) на пружине известной жесткости;
- штатив с лапкой и муфтой;
- конденсатор постоянной емкости или магазин конденсаторов.

Организация рабочего пространства обучающегося осуществляется с использованием здоровьесберегающих технологий. В ходе занятия в обязательном порядке проводится физкультпаузы, направленные на снятие общего и локального мышечного напряжения от компьютера с цифровой лаборатории. В содержание физкультурных минуток включаются упражнения на снятие зрительного и слухового напряжения, напряжения мышц туловища и мелких мышц кистей, на восстановление умственной работоспособности.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
Программа 5 дней обучения (16 часов)

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Раздел	Тема	Кол-во часов			Форма подведения итогов
		теория	практика	всего	
Фазовые переходы	1. Вводное занятие: Программное обеспечение Releon. Техника безопасности	1	0	1	Опрос Опрос, наблюдение, собеседование, дополнительное творческое задание, анализ достоверности результатов
	2. Определение удельной теплоемкости металлического шарика	0,5	1,5	2	
	3. Изучение относительной влажности горячего и холодного воздуха.	0,5	0,5	1	
Постоянный электрический ток	1. Построение вольт-амперной характеристики лампы накаливания.	0,5	1,5	2	Опрос, наблюдение, собеседование, дополнительное творческое задание, анализ достоверности результатов
	2. Изучение зависимости сопротивления спирали резистора от температуры.	0,5	0,5	1	
Постоянное магнитное поле	1. Магнитное поле прямого проводника с током	0,5	1,5	2	Опрос, наблюдение, собеседование, дополнительное творческое задание, анализ достоверности результатов
	2. Зависимость магнитного поля полосового магнита от расстояния	0,5	0,5	1	
Элементы статики и гидростатики	1. Определение плотности деревянной линейки МОЖГА	0,5	1,5	2	Опрос, наблюдение, собеседование, дополнительное творческое задание, анализ достоверности результатов
	2. Изучение зависимости давления в жидкости от глубины погружения.	0,5	0,5	1	
Колебательные системы	1. Гармонические колебания. Определение характеристик колебательного движения пружинного маятника	0,5	1,5	2	Опрос, наблюдение, собеседование, дополнительное творческое задание, анализ достоверности результатов
	2. Анализ электромагнитных колебаний конденсатора в цепи переменного тока	0,5	0,5	1	
	Всего	6	10	16	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа 5 дней обучения (16 часов)

Раздел «Фазовые переходы».

Тема 1. Вводное занятие. Программное обеспечение Releon. Техника безопасности.

Теория: Прямые и косвенные измерения. Методика обработки результатов измерений. Основные требования к выполнению практических работ. Техника безопасности при работе обучающихся со вспомогательным лабораторным оборудованием, сопряженным с цифровыми датчиками. Инструкция по каждому модулю. Особенности программного обеспечения Releon. Цифровые датчики. Подключение к ноутбуку. Графическая интерпретация экспериментальных данных.

Формы занятий: лекция, беседа.

Тема 2. Определение удельной теплоемкости металлического шарика.

Теория: нагревание и охлаждение тел. Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества. Уравнение теплового баланса. Обсуждение тепловых потерь.

Практика: расчёт удельной теплоемкости металлического шарика, используя процесс теплообмена между шариком и горячей водой в мерном стакане.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: датчик температуры, металлический шарик, мерный стакан с горячей водой

Тема 3. Изучение относительной влажности горячего и холодного воздуха.

Теория: испарение и конденсация. Насыщенный пар. Давление насыщенного пара. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Парциальное давление. Абсолютная и относительная влажность воздуха.

Практика: определение относительной влажности холодного воздуха (воздуха в помещении) с помощью датчика относительной влажности. Для определения относительной влажности горячего воздуха необходима электрическая плитка, нагревающая воздух. Таким образом, с помощью датчика происходит фиксация относительной влажности воздуха по мере его нагревания. Целесообразно построить и проанализировать график зависимости относительной влажности от температуры.

Формы занятий: беседа, практическая работа

Оборудование: датчик температуры, электрическая плитка, датчик относительной влажности воздуха.

Раздел «Постоянный электрический ток».

Тема 1. Построение вольт-амперной характеристики лампы накаливания.

Теория: сила тока, напряжение, сопротивление, электрическая цепь. Закон Ома для участка цепи.

Практика: сборка электрической цепи (последовательное соединение источника питания, реостата, лампочки, ключа, датчика тока; параллельно к лампе подсоединяем датчик напряжения). Регулятором реостата меняем накал лампы (необходимо зафиксировать не менее трех положений накала лампы: накал при максимальном сопротивлении реостата, при минимальном, несколько промежуточных положений реостата). Фиксируем показания датчиков тока и напряжения для каждого положения реостата. Используя цифровую оболочку программы, заносим данные в таблицу и строим по этим данным вольт-амперную характеристику (ВАХ) лампы накаливания. Возможна нелинейная зависимость. В этом случае необходимо обязательно прокомментировать причину нелинейности ВАХ.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: источник питания, ключ, реостат, лампа накаливания, соединительные провода, датчик тока, датчик напряжения.

Тема 2. Изучение зависимости сопротивления спирали резистора от температуры.

Теория: электрический ток в металлах. Зависимость сопротивления металла от температуры.

Практика: сборка электрической цепи (последовательное соединение источника питания, спирали-резистора, ключа, датчика тока; параллельно к спирали-резистору подсоединяем датчик напряжения). Под спиралью ставим горелку или свечку. Фиксируем показания датчиков тока и напряжения по мере нагревания спирали. Используя цифровую оболочку программы, заносим данные в таблицу, вычисляем по закону Ома сопротивление спирали-резистора по мере его нагрева и строим по этим данным график зависимости сопротивления спирали от температуры. Сопротивление спирали в эксперименте будет меняться незначительно, поэтому лучше подобрать спираль из легкоплавкого металла, либо значительно изменять степень нагрева спирали.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: источник питания, ключ, спираль-резистор, соединительные провода, датчик тока, датчик температуры, датчик напряжения, горелка или свеча.

Раздел «Постоянное магнитное поле».

Тема 1. Магнитное поле прямого проводника с током.

Теория: магнитное поле прямого проводника с током. Опыт Ампера.

Практика: сборка электрической цепи (последовательное соединение источника питания, прямого проводника, ключа, реостата, датчика тока). Датчик магнитного поля подключается напротив проводника и при замыкании ключа фиксирует индукцию магнитного поля. Для анализа зависимости силы тока от появления вокруг проводника магнитного поля, меняем положение реостата. Возможно, при неизменной силе тока перемещать датчик магнитного поля (по прямой: ближе, дальше). Целесообразно провести графический анализ зависимости индукции магнитного поля от величины силы тока.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: источник питания, ключ, датчик тока, датчик магнитного поля, прямой проводник, реостат.

Тема 2. Зависимость магнитного поля полосового магнита от расстояния.

Теория: естественные и искусственные магниты, полюса магнита.

Практика: проводится т.н. проверка зависимости индукции магнитного поля полосового магнита от расстояния. Проверка проводится как для северного, так и для южного полюсов магнита. Целесообразно провести графический анализ зависимости индукции магнитного поля магнита от расстояния.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: датчик магнитного поля, полосовой магнит.

Раздел «Элементы статики и гидростатики».

Тема 1. Определение плотности деревянной линейки МОЖГА.

Теория: условие равновесия рычага. Плотность вещества.

Практика: деревянная линейка МОЖГА представляет собой рычаг. На одном конце линейки помещается монетка, масса которой измеряется с помощью электронных весов. *Массу линейки считаем неизвестной и не измеряем её на электронных весах.* Для равновесия монетки на линейке используем карандаш в качестве точки опоры. Второй линейкой изменяем линейные размеры линейки МОЖГА (для вычисления объема). Используя условие равновесия (правило моментов сил), определяем плотность деревянной линейки.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: деревянная линейка МОЖГА, линейка, монетка, электронные весы, карандаш

Тема 2. Изучение зависимости давления в жидкости от глубины погружения.

Теория: давление. Гидростатическое давление. Закон Паскаля.

Практика: проводится анализ давления жидкости поплавок (коробочки), соединенного с датчиком давления от глубины погружения поплавок (коробочки) в сосуд с водой. Целесообразно построить график зависимости давления поплавок (коробочки) в жидкости от глубины погружения в воду. Также можно проверить закон Паскаля, поворачивая поплавок (коробочку) в разные стороны.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: абсолютный датчик давления, сосуд с водой (мерный стакан), линейка.

Раздел «Колебательные системы».

Тема 1. Гармонические колебания. Определение характеристик колебательного движения пружинного маятника.

Теория: характеристики колебательного движения: амплитуда колебаний, период, частота.

Практика: в качестве груза на пружине выступает сам акселерометр, прикрепленный к пружине известной жесткостью. Пружина и акселерометр подвешены на штативе. Записывая второй закон Ньютона для акселерометра и измеряя заранее массу акселерометра, определяем амплитуду колебаний акселерометра. Используя формулу периода колебаний пружинного маятника, определяем период и частоту колебаний акселерометра. Стоит отметить, что колебания должны быть приближены к гармоническим, поэтому отклонение акселерометра от положения равновесия небольшое.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: штатив с лапкой и муфтой, акселерометр, пружина с известной жесткостью, электронные весы.

Тема 2. Анализ электромагнитных колебаний конденсатора в цепи переменного тока.

Теория: конденсатор в цепи постоянного и переменного тока. Краткое устройство осциллографа.

Практика: поведение конденсатора в цепи постоянного и переменного тока. Анализ данных с осциллографа.

Формы занятий: практическое занятие.

Оборудование: осциллограф, конденсатор постоянной емкости, лампа накаливания, ключ, соединительные провода.

Организационно-педагогические условия реализации программы

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование в области, соответствующей профилю кружка, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению «Образование и педагогика» без предъявления требований к стажу работы.

Мотивационные условия

На учебных занятиях и массовых мероприятиях особое место уделяется формированию мотивации обучающихся к занятию дополнительным образованием. Для этого:

- удовлетворяются разнообразные потребности обучающихся: в создании комфортного психологического климата, в отдыхе, общении и защите, принадлежности к детскому объединению, в самовыражении, творческой самореализации, в признании и успехе;
- дети включаются в практический вид деятельности при групповой работе, с учетом возрастных особенностей и уровнем сохранности здоровья;
- на занятиях решаются задачи проблемного характера посредством включения в научно-исследовательскую деятельность;
- проводятся профессиональные пробы и другие мероприятия, способствующие профессиональному самоопределению обучающихся.

Методические материалы

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

Интернет-ресурсы:

Видеоматериалы по работе на платформе Releon. // URL:
<https://rl.ru/solutions/complekts.php?id=3242800204>

Список литературы:

Нормативные правовые акты

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
- Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2012 № 599.
- Указ Президента Российской Федерации «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 № 597.
- Распоряжение Министерства Просвещения от 12 .01.2021 № Р-6 «Об утверждении методических рекомендаций по созданию и функционированию в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей».
- Приказ Министерства просвещения РФ от 09.11.2018 г. № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно- эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».

Для педагога дополнительного образования и обучающихся:

- Саранин В.А., Иванов В.Ю. Экспериментальные исследовательские задачи по физике 7-11 класс. - М.: Вако, 2015.
- Варламов С.Д., Зильберман А.Р., Зинковский В.И. Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах. - М. Издательство МЦИМО, 2009.
- Лозовенко С.В., Трушина Т.А. Реализация образовательных программ по физике из части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений с использованием оборудования детского технопарка «Школьный Кванториум».- М.:2021.
- Кравченко Н.С. Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме. - Томск, 2011.

