

Министерство образования Кировской области

Кировское областное государственное образовательное автономное учреждение
дополнительного профессионального образования
Институт развития образования Кировской области
(КОГОАУ ДПО «ИРО Кировской области»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ИРО Кировской области

Н.В. Соколова

№4 от 27.04.2024

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
(повышения квалификации)

**Организация физического эксперимента в соответствии
с требованиями обновленных ФГОС**

для учителей физика

(в количестве 24 ч.)

Киров 2024

Раздел 1. Характеристика программы

1.1. Цель реализации программы – совершенствование профессиональных компетенций педагогов, необходимых при проведении физических экспериментов в соответствии с требованиями обновленных ФГОС.

1.2. Планируемые результаты обучения:

Трудовая функция	Трудовое действие	Знать	Уметь
Общепедагогическая функция. Обучение	Осуществление профессиональной деятельности в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования.	содержание нормативно-правового обеспечения организации и проведения физического эксперимента при реализации обновленных ФГОС и ФООП ООО и СОО по физике; методику проведения физического эксперимента по механике, молекулярной физике и термодинамике, электродинамике, колебаниям и волнам, геометрической оптике, квантовой физике; требования охраны труда и техники безопасности.	Применять разнообразные методы и приемы для проведения физического эксперимента по механике, молекулярной физике и термодинамике, электродинамике, колебаниям и волнам, геометрической оптике, квантовой физике с учетом требований охраны труда и техники безопасности в соответствии с федеральными образовательными программами по физике в 7-9 и 10-11 классов базового и углубленного уровня

1.3. Категория слушателей:

учителя физики

1.4. Форма обучения – Очная**1.5. Срок освоения программы: 24 ч.****Раздел 2. Содержание программы**

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего часов	Виды учебных занятий, учебных работ		Формы контроля
			Лекция, час	Интерактивное (практическое) занятие, час	
	Входная диагностика	1		1	тест
1	Модуль 1. Нормативно-правовое обеспечение организации и проведения физического эксперимента при реализации обновленных ФГОС и ФООП ООО и СОО по физике	2	2		
1.1.	Физический эксперимент в ФГОС и Федеральных рабочих программах по учебному предмету «Физика» ООО и СОО на базовом и углублённом уровнях	1	1		
1.2.	Требования техники безопасности по организации и при проведении физического эксперимента	1	1		
	Модуль 2. Физический эксперимент как важное средство обучения физике	2	2		
2.1.	Формы использования физического	1	1		

	эксперимента в образовательном процессе				
2.2.	Методика проведения физического эксперимента	1	1		
3.	Модуль 3. Физический эксперимент	19	6	13	
3.1.	Физический эксперимент по механике	4	1	3	
3.2.	Физический эксперимент по молекулярной физике и термодинамике	3	1	2	
3.3.	Физический эксперимент по электродинамике	3	1	2	
3.4.	Физический эксперимент по теме «Колебания и волны»	3	1	2	
3.5.	Физический эксперимент по геометрической оптике	2	1	1	
3.6.	Физический эксперимент по квантовой физике	2	1	1	
	Итоговая аттестация	2	0	2	Тест, практическая работа
	Итого	24	10	14	

2.2. Рабочая программа

Входная диагностика (Интерактивное (практическое) занятие - 1 ч.)
Практическая работа·тестирование.

Модуль 1. Нормативно-правовое обеспечение организации и проведения физического эксперимента при реализации обновленных ФГОС и ФООП ООО и СОО по физике (лекции – 2 ч.).

Тема 1.1. Физический эксперимент в ФГОС и Федеральных рабочих программах по учебному предмету «Физика» ООО и СОО на базовом и углублённом уровнях (1 ч.).

Лекция. Нормативное обеспечение проведения физического эксперимента при реализации обновленных федеральных государственных образовательных стандартов и федеральных рабочих программ базового и углубленного уровня по физике основного общего и среднего общего образования. Рабочая программа по физике базового и углубленного уровня основного общего и среднего общего образования. Поурочное планирование. Электронные (цифровые) образовательные ресурсы.

Тема 1.2. Требования техники безопасности по организации и при проведении физического эксперимента (1 ч.).

Лекция. Организация охраны труда при проведении физического эксперимента. Требования СанПиНов к образовательному процессу по физике, в том числе при проведении физических экспериментов.

Модуль 2. Физический эксперимент как важное средство обучения физике (лекции – 2 ч.).

Тема 2.1. Формы использования физического эксперимента в образовательном процессе (1 ч.).

Лекция. Физический эксперимент, цели, задачи, реализация в учебной деятельности. Демонстрационный физический эксперимент. Роль и место демонстрационного эксперимента в учебном курсе физики. Лабораторные физические опыты в урочной учебной деятельности. Организация и проведение практической работы по физике. Виртуальный физический эксперимент, IT-лабораторный физический эксперимент и мысленный эксперимент. Самостоятельный эксперимент, как основа обучения физике на углубленном уровне в средней школе. Домашний физический эксперимент как эффективное методическое средство обучения физике.

Тема 2.2. Методика проведения физического эксперимента (1 ч.)

Лекция. Интегративная методика проведения демонстрационного физического эксперимента.

Модуль 3. Физический эксперимент (лекции – 6 ч., интерактивные (практические) занятия – 11 ч.)

Тема 3.1. Физический эксперимент по механике (лекция – 1 ч., интерактивное (практическое) занятие – 3 ч.).

Лекция. Учебное оборудование по механике. Физический эксперимент по механике. Требования техники безопасности. Требования к проведению физического эксперимента по механике.

Интерактивные (практические) занятия

Проведение опытов (7-9 классы)¹.

- Опыты, демонстрирующие зависимость растяжения (деформации) пружины от приложенной силы.

- Опыты, демонстрирующие зависимость силы трения скольжения от веса тела и характера соприкасающихся поверхностей.

Проведение физического эксперимента (10-11 класс).

- Изучение неравномерного движения с целью определения мгновенной скорости.

- Исследование соотношения между путями, пройденными телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении с начальной скоростью, равной нулю.

- Изучение движения тела, брошенного горизонтально.

- Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения.

- Изучение абсолютно неупругого удара с помощью двух одинаковых нитяных маятников.

- Исследование связи работы силы с изменением механической энергии тела на примере растяжения резинового жгута.

Тема 3.2. Физический эксперимент по молекулярной физике и термодинамике (лекция – 1 ч., интерактивное (практическое) занятие – 2 ч.).

Лекция. Учебное оборудование по молекулярной физике и термодинамике. Физический эксперимент по молекулярной физике и термодинамике. Требования к проведению физического эксперимента по молекулярной физике и термодинамике. Требования техники безопасности.

Интерактивные (практические) занятия

Проведение опытов (7-9 классы).

- Опыты по наблюдению теплового расширения газов.

- Опыты по обнаружению действия сил молекулярного притяжения.

Проведение физического эксперимента (10-11 класс).

- Определение массы воздуха в классной комнате на основе измерений объёма комнаты, давления и температуры воздуха в ней.

- Исследование зависимости между параметрами состояния разреженного газа.

- Измерение относительной влажности воздуха.

¹ Содержание Федеральной рабочей программы по физике 7-9 классы

Тема 3.3. Физический эксперимент по электродинамике (лекция – 1 ч., интерактивное (практическое) занятие – 2 ч.).

Лекция. Учебное оборудование по электродинамике. Физический эксперимент по электродинамике. Требования техники безопасности. Требования к физическому эксперименту по электродинамике.

Интерактивные (практические) занятия

Проведение опытов (7-9 классы)

- Опыты по наблюдению электризации тел индукцией и при соприкосновении.
- Исследование действия электрического поля на проводники и диэлектрики.
- Исследование зависимости силы тока, идущего через резистор, от сопротивления резистора и напряжения на резисторе.

Проведение физического эксперимента (10-11 класс).

- Измерение электроёмкости конденсатора.
- Изучение смешанного соединения резисторов.
- Измерение электродвижущей силы источника тока и его внутреннего сопротивления.

Тема 3.4. Физический эксперимент по теме «Колебания и волны» (лекция – 1 ч., интерактивное (практическое) занятие – 2 ч.).

Лекция. Учебное оборудование, используемое при изучении темы «Колебания и волна». Физический эксперимент по электромагнитным явлениям. Требования техники безопасности. Требования к физическим экспериментам по электромагнитным явлениям.

Интерактивные (практические) занятия

Проведение опытов (7-9 классы).

- Моделирование невозможности разделения полюсов магнита.
- Магнитное поле тока. Электромагнит.
- Электродвигатель постоянного тока.
- Исследование явления электромагнитной индукции.
- Опыты Фарадея.
- Изучение свойств электромагнитных волн с помощью мобильного телефона.

Проведение физического эксперимента (10-11 класс).

- Исследование действия постоянного магнита на рамку с током.
- Исследование явления электромагнитной индукции.
- Исследование переменного тока в цепи из последовательно соединённых конденсатора, катушки и резистора.

Тема 3.5. Физический эксперимент по геометрической оптике (лекция – 1 ч., интерактивное (практическое) занятие – 1 ч.)

Лекция. Учебное оборудование по волновой и геометрической оптике. Физический эксперимент по оптике. Требования техники безопасности. Требования к физическому эксперименту по оптике.

Интерактивные (практические) занятия

Проведение опытов (7-9 классы).

- Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы.
- Опыты по восприятию цвета предметов при их наблюдении через цветные фильтры

Проведение физического эксперимента (10-11 класс)

- Измерение показателя преломления стекла.
- Исследование свойств изображений в линзах.

Тема 3.6. Физический эксперимент по квантовой физике (лекция – 1 ч., интерактивное (практическое) занятие – 1 ч.)

Лекция. Учебное оборудование для опытов по квантовой физике. Демонстрационные опыты по квантовой физике. Требования техники безопасности.

Интерактивные (практические) занятия

Проведение опытов (7-9 классы).

- Измерение радиоактивного фона.

Проведение физического эксперимента (10-11 класс).

- Наблюдение линейчатого спектра.
- Исследование треков частиц (по готовым фотографиям).

Итоговая аттестация. (интерактивное (практическое) занятие- 2 ч.)

Практическая работа: тестирование

Практическая работа. Выполнение физического эксперимента по предложенной преподавателем теме.

Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

Входной контроль

Форма: тестирование

Описание, требования к выполнению:

Тестирование включает 10 заданий, на выполнение отводится 30 минут.

Критерии оценивания:

Тест считается выполненным при верных ответах на 70% заданий.

Количество попыток: не ограничено

Примеры заданий:

1. Назовите основные виды учебного эксперимента:

- демонстрационный, лабораторный или фронтальный, практикум, внеклассные наблюдения и опыты;
- демонстрационный, лабораторный, практикум;
- демонстрационный и лабораторный.

2. Демонстрация может выступать:

- в качестве метода;
- в качестве методического приема;
- в качестве метода или приема.

3. Среди названных требований к проведению демонстраций, проводимых с

помощью ЦОР (наглядность, надежность, убедительность, видимость, кратковременность) не хватает требования:

- а) эстетичности,
- б) системности,
- в) названы все требования.

4. Школьный физический эксперимент играет роль (выберите полный ответ):

- а) Источника знаний.
- б) Наглядности.
- в) Средства обучения.
- г) Метода обучения.
- д) Приема обучения.
- е) Активизации познавательной деятельности учащихся.

5. Благодаря компьютеру в процессе обучения (выберите полный ответ)

- а) достигается высокая степень варьированности демонстраций;
- б) уменьшается время показа демонстраций;
- в) активизируется учебная деятельность учащихся;
- г) активизируется деятельность учителя;
- д) происходит перенос акцента с обучающей деятельности учителя на познавательную деятельность учащихся.

6. Шунт амперметра предназначен для:

- а) регулировки силы тока на данном участке цепи.
- б) уменьшения погрешности измерений амперметра.
- в) изменения предела измерения прибора.
- г) повышения надежности и безопасности измерения.

7. Что предполагает этап чувственно-конкретного восприятия в формировании научного понятия?

- а) абстрагирование, т.е. отделение существенных признаков понятия от несущественных;
- б) целенаправленное восприятие органами чувств важнейших проявлений и свойств предмета изучения;
- в) обобщение наблюдаемых сторон и свойств объекта в виде наглядно-образной модели;
- г) обогащение эмоционально-чувственной сферы личности учащегося;
- д) нет правильного ответа.

8. Выберите обязательные типы уроков для построения их системы при изучении раздела курса физики:

- а) урок изучения нового материала, урок применения знаний умений и навыков, урок - лабораторная работа, урок обобщения знаний, урок контроля и коррекции знаний, урок нетрадиционного типа;
- б) урок-игра, урок решения задач, урок- практикум (лабораторная работа), урок – контрольная работа, урок усвоения знаний, урок систематизации знаний, урок-семинар;
- в) урок изучения нового материала, урок применения знаний умений и навыков, урок обобщения знаний, урок контроля и коррекции знаний.

9. К динамическим демонстрационным моделям относятся:

- а) модель с открытым доступом в блок ввода данных;
- б) модель, не изменяющаяся с течением времени;
- в) модель с закрытым доступом в блок ввода данных.

10. Компьютерный демонстрационный физический эксперимент может использоваться как:

- а) традиционный источник «готового знания»;
- б) средство наглядности;
- в) тренажер;
- г) средство контроля ученых достижений учащихся.

Ответы.

- 1. а)
- 2. в)
- 3. б)
- 4. б), в), г), д), е).
- 5. а), в), д).
- 6. в)
- 7. б)
- 8. а)
- 9. а)
- 10. б)

Итоговая аттестация

1 часть

Форма: тестирование

Описание, требования к выполнению:

Тестирование включает 10 заданий, на выполнение отводится 30 минут.

Критерии оценивания:

Тест считается выполненным при верных ответах на 80% заданий.

Количество попыток: 1 раз

Примеры заданий:

1. Выберите верную типологию средств обучения физике:

- а) демонстрационное оборудование, ТСО, таблицы, рисунки, модели, книги;
- б) вербальные, наглядные, специальные, технические;
- в) словесные, наглядные, практические.

2. В школьных физических кабинетах для обеспечения ученических лабораторных столов используются напряжения:

- а) 220В;
- б) 36В и 42В;
- в) 36В.

3. Среди названных требований к проведению демонстраций, проводимых с помощью ЦОР (наглядность, системности, убедительность, видимость, кратковременность) не хватает требования:

- а) надежности,
- б) эстетичность,
- в) названы все требования.

4. Физический эксперимент в плане развития личности преимущественно должен иметь характер:

- а) репродуктивный;
- б) продуктивный;
- в) творческий.

5. Наиболее значимые цели, реализуемые с помощью ЦОР в системе школьного физического эксперимента (выберите полный ответ):

- а) индивидуализация и дифференциация процесса обучения;
- б) осуществление контроля с обратной связью, с диагностикой и оценкой результатов;
- в) уменьшения трудозатрат учителя;
- г) усиление мотивации обучения;
- д) существенно расширяет возможности применения компьютера, как средства обучения;
- е) увеличение размеров важных деталей приборов и установки;
- ж) проверки качества проведенного наблюдения.

6. Добавочное сопротивление вольтметра предназначено для:

- а) регулировки напряжения на данном участке цепи;
- б) уменьшения погрешности измерений вольтметра;
- в) повышения надежности и безопасности измерения;
- г) изменения предела измерения прибора.

7. Расположите элементы структуры организации процесса наблюдения в нужном порядке

- А) фиксирование полученной в процессе наблюдения информации
- Б) подведение к выводам и обобщениям;
- В) обеспечение условий наблюдения;
- Г) выбор объекта наблюдения;
- Д) проверка качества проведенного наблюдения;

8. Цепочка «факты-модель-следствия-эксперимент» – это:

- а) путь научного познания,
- б) этапы процесса усвоения знаний,
- в) элементы знаний в физике.

9. Компьютерный демонстрационный физический эксперимент может использоваться как:

- а) тренажер;
- б) средство контроля учебных достижений учащегося;
- в) для измерения физической величины;
- г) средство наглядности;
- д) источник «готового знания».

10. Преимущество компьютерного моделирования с помощью ЦОР по сравнению с реальным физическим экспериментом заключается в том, что оно (выберите полный ответ):

- а) предоставляет возможность визуализации упрощенной модели реального явления;
- б) позволяет наглядно иллюстрировать физические эксперименты и явления, воспроизводить их тонкие детали, которые могут быть незамечены наблюдателем при реальных экспериментах;
- в) позволяет поэтапно включать в рассмотрение дополнительные факторы, которые постепенно усложняют модель и приближают её к реальному физическому явлению;
- г) позволяет моделировать ситуации, нереализуемые экспериментально в школьном кабинете физики.

Ответы.

- 1. а)
- 2. б)
- 3. а)
- 4. в)
- 5. а), б), г), д).
- 6. г)
- 7. Г-В-А-Б-Д
- 8. а)
- 9. г)
- 10. а), б), в), г)

2 часть.

Выполнение физического эксперимента по предложенной преподавателем теме.

Задание. Выполнить физический эксперимент² по предложенной преподавателем теме. Оформить результаты. Сделать вывод

Критерии оценки:

№ п/п	Критерий	Количество баллов
1.	Правильный подбор оборудования	0-1
2.	Правильно собрана экспериментальная установка согласно заданию	0-1
3.	Выполнен рисунок экспериментальной установки	0-1
4.	Правильно записаны результаты прямых измерений с учетом абсолютных погрешностей измерений	0-1
5.	Получен правильный результат	0-1
ИТОГО		Макс. 7

Работа считается выполненной, если учитель набрал 5 баллов

² По изученному учебному материалу

Примерный перечень заданий для выполнения физического эксперимента:

1. Используя штатив с муфтой и лапкой, пружину, динамометр, линейку и три груза, соберите экспериментальную установку для измерения жёсткости пружины. Определите жёсткость пружины, подвесив к ней три груза. Для измерения веса грузов воспользуйтесь динамометром. Абсолютную погрешность измерения силы с помощью динамометра принять равной $\pm 0,1$ Н, абсолютную погрешность измерения удлинения пружины с помощью линейки принять равной ± 2 мм.

2. Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R1, соберите экспериментальную установку для определения мощности, выделяемой на резисторе. С помощью реостата установите в цепи силу тока 0,3 А. Абсолютная погрешность измерения силы тока с помощью амперметра равна $\pm 0,1$ А; абсолютная погрешность измерения напряжения с помощью вольтметра равна $\pm 0,2$ В.

3. Используя осветитель с моделью предмета, направляющую, линзу 2 и экран, соберите оптическую установку для изучения свойств изображения, полученного с помощью собирающей линзы 2. Получите изображение предмета, расположенного на расстоянии 18 см от линзы. Абсолютная погрешность измерения расстояния равна ± 2 мм.

4. Используя каретку (брусок) с крючком, динамометр, два груза, направляющую рейку (А), соберите экспериментальную установку для измерения работы силы трения скольжения при движении каретки с грузами по поверхности рейки на расстояние в 40 см. Абсолютную погрешность измерения силы с помощью динамометра принять равной $\pm 0,1$ Н.

5. Соберите экспериментальную установку для определения работы электрического тока, совершаемой в резисторе, используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный R2. При помощи реостата установите в цепи силу тока 0,5 А. Определите работу электрического тока в резисторе в течение 5 мин. Абсолютная погрешность измерения силы тока с помощью амперметра равна $\pm 0,1$ А; абсолютная погрешность измерения напряжения с помощью вольтметра равна $\pm 0,2$ В.

6. Используя брусок с крючком и нитью, динамометры 1 и 2, набор из трёх грузов, направляющую рейку А, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы трения скольжения между бруском и поверхностью горизонтальной рейки от силы нормального давления. С помощью динамометра 1 определите силу трения скольжения, помещая на брусок поочередно один, два и три груза. Для определения веса бруска с грузами воспользуйтесь динамометром 2. Абсолютную погрешность измерения сил принять равной цене деления используемого динамометра.

Пример выполнения физического эксперимента.

Задание:

Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_1 , соберите экспериментальную установку для определения мощности, выделяемой на резисторе. С помощью реостата установите в цепи силу тока $0,3$ А. Абсолютная погрешность измерения силы тока с помощью амперметра равна $\pm 0,1$ А; абсолютная погрешность измерения напряжения с помощью вольтметра равна $\pm 0,2$ В.

Выполнение физического эксперимента

1. Оборудование.

Источник питания постоянного тока: выпрямитель с входным напряжением $36+42$ В или батарейный блок $1,5+7,5$ В с возможностью регулировки выходного напряжения.

Вольтметр двухпредельный: предел измерения 3 В, $C = 0,1$ В; предел измерения 6 В, $C = 0,2$ В

Амперметр двухпредельный: предел измерения 3 А, $C = 0,1$ А; предел измерения $0,6$ А, $C = 0,02$ А

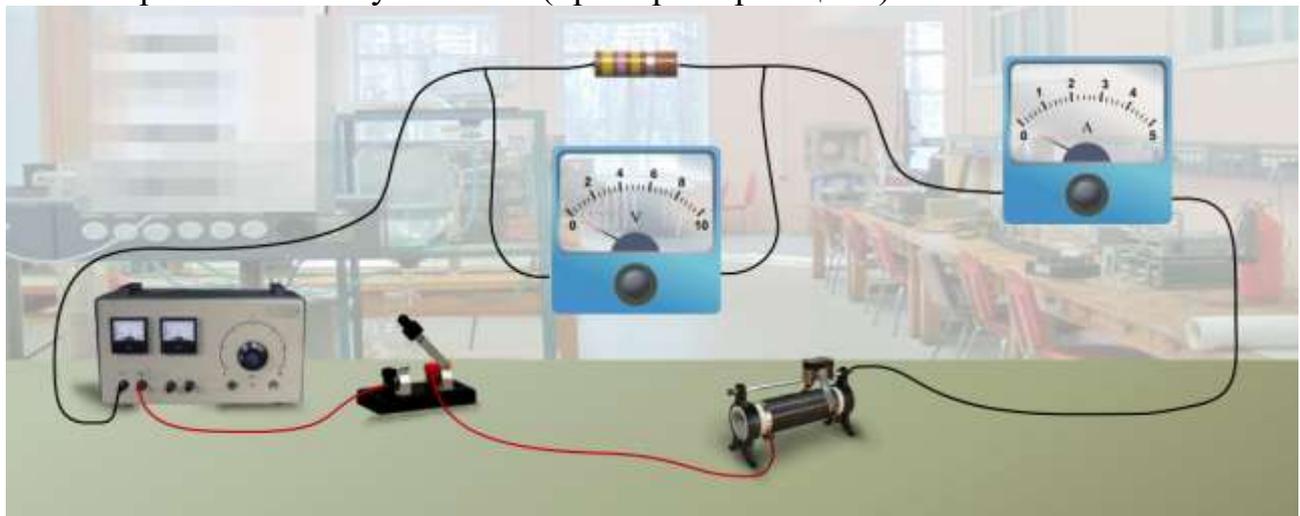
Резистор, обозначить R_1 : сопротивление $(4,7 \pm 0,5)$ Ом.

Переменный резистор (реостат): сопротивление 10 Ом.

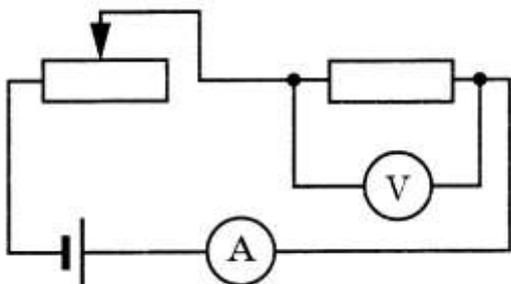
Соединительные провода, 10 шт.

Ключ.

2. Экспериментальная установка (пример сборки цепи)



3. Рисунок экспериментальной части



4. Результаты прямых измерений с учетом абсолютных погрешностей измерений

$$P = U \cdot I.$$

$$I = (0,3 \pm 0,1) \text{ A}; U = (1,7 \pm 0,2) \text{ В}.$$

5. Ответ

$$P = 0,5 \text{ Вт}.$$

Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Организационно-методическое и информационное обеспечение программы

Нормативные документы

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ (в последней редакции) – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 (дата обращения: 21.04.2024)
2. Приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 N 287 (ред. от 08.11.2022) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования" — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389560/ (дата обращения: 21.04.2024).
3. Приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 N 413 (ред. от 12.08.2022) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования" (Зарегистрировано в Минюсте России 07.06.2012 N 24480) — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131131/ (дата обращения: 21.04.2024).
4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 370 "Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования"
5. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 371 "Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования"
6. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании), (воспитатель, учитель)» (ред. от 16. 06. 2019 г.) (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 октября 2013г. № 544н, с изменениями, внесёнными приказом Министерства труда и соцзащиты РФ от 25 декабря 2014 г. № 1115н и от 5 августа 2016 г. № 422н) — URL: <http://профстандартпедагога.рф> (дата обращения: 21.04.2024).

Литература

Основная литература

1. Смирнов, А.В. Оборудование школьного физического кабинета : учебное пособие для студентов педагогических вузов / А.В. Смирнов, С.А. Смирнов, С.В. Степанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». - Москва : Московский педагогический государственный университет, 2015. - 244 с. - Режим доступа: по подписке
2. Ловягин, С.А. Изучение механических явлений в основной школе: экспериментальный метод и исторический подход : учебное пособие / С.А. Ловягин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». - Москва : Московский педагогический государственный университет, 2015. - 276 с. : ил. - Режим доступа: по подписке.
3. Наумчик, В.Н. Физика и техника в демонстрационном эксперименте: очерки истории : пособие : [12+] / В.Н. Наумчик, Т.А. Ярошенко. - Минск : РИПО, 2017. - 280 с. : ил. - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Ахутин, А.В. История принципов физического эксперимента: От Античности до XVII в. : монография / А.В. Ахутин. - Москва : Директ-Медиа, 2014. - 293 с. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228428>
2. ван Саан, А. 365 экспериментов на каждый день=365 Experimente fur jeden Tag : научно-популярное издание : [12+] / А. ван Саан ; пер. с нем. Л.В. Донского ; ил. Д. Туст. - 4-е изд., испр. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2019. - 255 с. : ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561680>
3. Личностно-ориентированное обучение физике в профильной школе : практикум / авт.-сост. И.М. Агибова, В.К. Крахоткина, О.В. Федина ; Министерство образования и науки Российской Федерации и др. - Ставрополь : СКФУ, 2017. - 100 с. : табл. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494768>

Электронные обучающие материалы

Интернет-ресурсы

1. Библиотека цифрового образовательного контента - URL: <https://urok.apkpro.ru/>
2. Российская электронная школа - URL: <https://resh.edu.ru/>

4.2. Материально-технические условия реализации программы Технические средства обучения

На группу из 25 обучаемых:

№ п/п	Наименование	Количество
1	Комплекты для проведения физического практикума по механике	10 комп.
2	Комплекты для проведения физического практикума по молекулярной физике и термодинамике	10 комп.
3	Комплекты для проведения физического практикума по электродинамике	10 комп.
4	Комплекты для проведения физического практикума по теме «Колебания и волны»	10 комп.
5	Комплекты для проведения физического практикума по геометрической оптике	10 комп.
6	Комплекты для проведения физического практикума по квантовой физике	10 комп.