



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение  
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ФИЗИКИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

**Содержание и организация занятий физического практикума по  
кинематике и динамике в классах физико-математического профиля**

**Выпускная квалификационная работа по направлению  
44.03.05 Педагогическое образование**

**Направленность программы бакалавриата  
«Физика. Математика»**

**Форма обучения очная**

Проверка на объем заимствований:  
85% авторского текста

Работа рекомендована к защите

«14» мая 2020 г.

зав. кафедрой ФиМОФ

Беспаль Ирина Ивановна

Выполнила:

Студентка группы ОФ-513/084-5-1  
Горбунова Кристина Сергеевна

Научный руководитель:

доктор пед. наук, профессор  
Даммер Манана Дмитриевна

Челябинск  
2020

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	6
1.1 Роль физического практикума в современной школе .....	6
1.2 Анализ литературы по методике организации и проведения физического практикума на материале разделов «кинематика» и «динамика» .....	8
1.3 Анализ особенностей разделов «кинематика» и «динамика» .....	17
Выводы по 1 главе .....	20
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА НА МАТЕРИАЛЕ РАЗДЕЛОВ «КИНЕМАТИКА» И «ДИНАМИКА» В МЕХАНИКЕ .....	22
2.1 Разработка занятий физического практикума на материале разделов «кинематика» и «динамика» .....	22
2.2 Разработка методических рекомендаций по проведению физического практикума на материале разделов «кинематика» и «динамика» для учителей .....	35
2.3 Эмпирическое исследование актуальности проведения физического практикума в классах физико-математического профиля на материале разделов «кинематика» и «динамика» в механике .....	39
Выводы по 2 главе .....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 АНКЕТА ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИХ КЛАССОВ, ПРОШЕДШИХ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Физика играет одну из важнейших ролей в естествознании, определяя стиль и уровень научного мышления человека. Именно физика наиболее полно показывает способность человеческого разума к анализу любой сложной ситуации, выявлению её фундаментальных качественных и количественных аспектов и доведению уровня понимания до возможности теоретического представления характера и результатов её развития во времени.

Физический практикум проводится с целью повторения, углубления, расширения и обобщения полученных знаний из разных тем курса физики; развития и совершенствования у учащихся экспериментальных умений путем использования сложного оборудования, сложного эксперимента; формирования у них самостоятельности при решении задач, связанных с экспериментом. Физический практикум не связан по времени с изучаемым материалом, он проводится, как правило, в конце учебного года, иногда — в конце первого и второго полугодий, и включает серию опытов по той или иной теме. Физический практикум может быть проведён как в классическом варианте со сложным оборудованием, так и в виртуальном с помощью специально подготовленных программ.

Методика организации физического практикума, ориентированного на повторение, закрепление и обобщение изученного теоретического материала, разработана Ю.И. Диком, В.А. Орловым Л.И. Анциферовым, О.Ф. Кабардиным и другими. Изменения, происходящие в школьном образовании, привели к пересмотру роли и места физического практикума в учебном процессе и появлению различных точек зрения по поводу его организации в школе. Л.В. Тищенко предлагает в качестве средства реализации деятельностного подхода в профильных классах лабораторные практикумы, особенность которых заключается в выполнении

старшеклассниками работ без предоставления им инструкции, при этом основной целью является «научить ставить цель исследования». Н.В. Первышина обосновала методику проведения физического практикума в классах с углубленным изучением физики как отдельного учебного предмета, сопровождающего основной курс физики. Такой же практики придерживаются в челябинском физико-математическом лицее № 31.

Проблемой изучения методологии науки в средней школе занимались Н.Е. Важеевская, Г.М. Голин, В.В. Майер, В.Г. Разумовский, Н.П. Семькин, П.Ф. Чолпан и другие. Все авторы подчеркивают необходимость формирования методологических знаний в области физического эксперимента. Однако в методической литературе недостаточно освещен вопрос формирования методологических знаний и умений при выполнении работ физического практикума.

Таким образом, физический практикум является неотъемлемой частью углубленного курса физики. Хорошо разработанная система практикума позволит каждому ученику научиться самостоятельным, поисково-исследовательским видам работы.

**Актуальность** данной темы заключается в том, что обучение физике нельзя представить только в виде теоретических занятий, даже если на них учащимся показывают демонстрационный эксперимент. Чувственное восприятие изучаемых процессов и явлений невозможно без соответствующей практической работы собственными руками. Практикум в наше время может выполнять более широкий спектр функций, что требует пересмотра как содержания, так и методики проведения физического практикума.

**Объект исследования:** обучение физике в классах физико-математического профиля.

**Предмет исследования:** физический практикум в классах физико-математического профиля на материале разделов кинематика и динамика.

Вышесказанное определило **цель выпускной квалификационной работы:** анализ и разработка методики подготовки и проведения физического практикума в классах физико-математического профиля на материале разделов кинематика и динамика.

**Основные задачи выпускной квалификационной работы:**

1. Раскрыть значение физического практикума по физике.
2. Провести анализ методических разработок физического практикума.
3. Проанализировать особенности разделов физики «кинематика» и «динамика».
4. Разработать методические рекомендации на тему: «Содержание физического практикума по изучению разделов кинематики и динамики в механике».

**Работа проходила в несколько этапов:**

1. Ориентировочный (сентябрь-ноябрь 2018) – анализ современного состояния системы школьного физического образования, выделение проблемы исследования, обоснование ее актуальности.

2. Аналитический – изучение научно-педагогической литературы по проблемам экспериментальной подготовки учащихся при обучении физике.

3. Проектировочный (сентябрь 2018 – февраль 2019) – формулировка требований к содержанию, методам и формам организаций занятий физического практикума в профильных классах.

4. Апробационный (сентябрь 2018 – февраль 2020) – проверка адекватности подобранных нами заданий, поиск ошибок. Корректировка разработанных заданий и их апробация.

5. Обобщающий и систематизирующий (декабрь 2019 – май 2020) – анализ и систематизация результатов исследования, формулировка выводов, оформление квалификационной работы.

# ГЛАВА 1. АНАЛИЗ МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Роль физического практикума в современной школе

Разработкой школьного физического практикума занимались такие методисты как Л.И. Анциферов, В.А. Буров, Ю.И. Дик, Б.С. Зворыкин, О.Ф. Кабардин и другие. Традиционный физический практикум проводился в конце учебного года, и являлся неотъемлемой частью при обучении физике. Эти методики пользовались популярностью в школьном курсе физики примерно с 1970 года по 1990 года. После этого физический практикум на некоторое время пропал из школьного курса. Это можно объяснить изменениями в школьном образовании, что повлекло за собой сокращение часов на изучение предмета, и, тем самым, отказ от физического практикума.

В наше время требования к образованию под другим углом зрения рассматривают роль и место школьного физического практикума. Современные требования обусловлены развитием различных качеств школьников: познавательных умений, самостоятельности в поиске и изучении информации. Из этого можно сделать вывод, что физический практикум должен играть новую роль в системе физического образования, требуется обновление его целей, содержания, методики проведения занятий.

В настоящее время при изучении физики в высших учебных заведениях физический практикум является обязательной составляющей в системе занятий. Именно поэтому мы считаем, что физический практикум в школе, а тем более в профильных физико-математических классах, необходим для формирования знаний и умений у учащихся, для подготовки их к профессиональному образованию.

Основная задача физического практикума – углубленное изучение физических явлений, воспитание у учащихся навыков самостоятельной

исследовательской работы и грамотного измерения физических величин. Учащиеся во время практического занятия самостоятельно проводят физические опыты, знакомятся с важнейшими измерительными приборами, приобретают навыки правильно производить измерения и учатся обрабатывать полученные результаты.

Физический практикум призван решать следующие задачи:

1. Формирования интеллектуальных и практических умений в области физического эксперимента, позволяющих исследовать явления природы.
2. Формирования знаний по физике и о методах измерений физических величин и расчете погрешности измерений.
3. Формирования познавательного интереса к физике и технике.
4. Развитие творческих способностей.
5. Подготовка к продолжению образования и сознательному выбору профессии.

Итак, из всего вышесказанного, мы можем сформулировать определение физического практикума.

Физический практикум – неотъемлемая часть организации учебного процесса, целью которого является повторение, углубление, расширение и обобщение теоретических знаний курса физики, а также формирование практических умений, позволяющих исследовать явления природы.

Одним из достоинств физического практикума как метода обучения является то, что учитель имеет возможность учитывать индивидуальные особенности учащихся: способности, темп выполнения работы, интерес к предмету, практические умения и навыки.

Учитель может предложить кратковременные работы тем учащимся, которые быстрее другие справляются с очередным заданием.

Методисты, занимающиеся данной проблемой, считают, что выполнение учащимися работ лабораторного практикума способствует более конкретному восприятию учебного материала, повышению интереса

к физике, привитию ценных умений и навыков.

Из этого можно сделать вывод, что физический практикум является эффективным средством развития самостоятельности учащихся, что является неременным плюсом при развитии ребенка.

## 1.2 Анализ литературы по методике организации и проведения физического практикума на материале разделов «кинематика» и «динамика»

Нами были рассмотрены методические пособия следующих авторов Ю.И. Дика, В.А. Орлов, Л.И. Анциферов, О.Ф. Кабардин, В.И. Шутов, В.Г. Сухов и Д.В. Подлесный.

В учебнике Л.И. Анциферова «Физический практикум» рассматривается методика проведения лабораторных работ, структура описания к лабораторным работам, требования к оборудованию, а также описания 18 работ лабораторного практикума.

О методике проведения лабораторных работ точка зрения Л.И. Анциферова выглядит следующим образом: письменные руководства к работам практикума могут состоять из двух частей. Первая часть может содержать либо описание одного способа определения искомой величины (другой предлагается для самостоятельной разработки учащимся), либо описание метода, который следует применить в данной работе, либо описание установки, комплекта приборов, необходимых для выполнения предстоящих опытов. Вторая часть руководства может содержать задание, включающее вопросы для письменного ответа, экспериментальную познавательную задачу, указания к составлению отчета. Если в руководстве дано описание опыта, то теория вопроса предшествует перечню оборудования. Здесь, прежде всего, ставится вопрос. Затем идет его теоретическое рассмотрение, в процессе которого устанавливаются, какие физические величины необходимо измерить. Только после этого выясняют,

какое оборудование требуется для измерения искомых величин. Таким образом, оборудование выступает как средство для достижения цели, оно является логическим следствием теоретического рассмотрения вопроса. Вопросы, включенные в задание, помещаются перед экспериментальной задачей и подбираются так, чтобы они ориентировали учащихся в том направлении, в котором следует вести поиски при самостоятельной разработке опыта. Это требование к вопросам меняет их роль по сравнению с общепринятой нормой. Обычно вопросы помещены в конце инструкции, они направлены на повторение и углубление знаний. В нашем же случае они способствуют более успешному составлению плана по заданию и лучшему проведению самостоятельно разработанных опытов [2]. В своей методике Л.И. Анциферов предлагает необычный метод проведения лабораторной работы. Он предлагает не указывать оборудование, которое ученик использует в лабораторной работе, а предоставить ученику сначала теорию по данному опыту, а потом задать вопрос – какое оборудование понадобится, чтобы выполнить опыт по заданию. На наш взгляд это очень интересный подход, который побуждает учеников не только провести эксперимент из имеющегося оборудования, записать в таблицу измеряемые величины и посчитать искомую величину из известной или выведенной формулы, но и прочитать теорию, разобраться в физике данного опыта и, конечно же, правильно подобрать оборудование для проведения эксперимента.

Структура описания экспериментальной работы по Л.И. Анциферову довольно проста:

- 1) теоретические сведения;
- 2) описание установки;
- 3) ход работы;
- 4) задание.

По данной структуре мы видим, что ученики начинают знакомство сначала с теоретическим материалом, описанием установки, с примерным

ходом работы. Примечателен тот момент, что автор предлагает не терять время на физическом практикуме на ознакомление с теорией, а выдавать руководство к работе за неделю до занятия. Это позволяет ученику подробно ознакомиться с теоретическим материалом, подготовить ответы по данной работе и обдумать порядок выполнения работы. Стоит отметить то, что Л.И. Анциферов дает определенный план ответа о проделанной работе, который включает в себя следующие пункты:

- 1) название работы;
- 2) письменные ответы на вопросы;
- 3) рисунок схемы установки, запись конечной формулы и формулы для подсчета относительной погрешности искомой величины по описанному в руководстве способу;
- 4) разработать другой способ определения той или иной величины. Составить проект опыта, который должен содержать теорию вопроса (чертеж, способ определения скорости и вывод формулы), перечень оборудования, ход работы, формулу для подсчета относительной погрешности;
- 5) после этого составить отчет, в который включить данные всех измерений, расчеты с анализом погрешностей и ответы. Сделать вывод. Указать использованную литературу.

Автор уделяет особое внимание расчету погрешности. Он предлагает обговорить расчет погрешности с учащимися во вступительной беседе.

Чтобы избежать излишних вопросов со стороны учащихся, следует сформулировать порядок проведения расчетов:

1. Записать значения измеренных величин, входящих в конечную формулу.
2. Подсчитать средние значения измеренных величин и их абсолютные погрешности.

3. Пользуясь таблицей, записать формулу для подсчета относительной погрешности искомой величины и найти относительную погрешность.

4. Установить, с какой точностью следует подсчитывать искомую величину.

5. Определить искомую величину, подсчитать ее абсолютную погрешность и записать ответ.

Говоря об оборудовании для школьного эксперимента, Л.И. Анциферов также затрагивает и требования к нему:

1) приборы должны быть изготовлены так, чтобы все их детали были доступны изучению;

2) оборудование должно состоять не из отдельных заранее собранных установок, принцип действия которых ученик должен усваивать, а из небольших комплектов приборов, блоков и приспособлений, которые давали бы возможность собирать необходимые установки;

3) в комплекты оборудования должны входить только такие приборы, принцип действия которых изучался на уроках физики;

4) в тех работах, в которых предусматривается определение физической величины двумя способами, отдельные приборы по возможности должны быть унифицированы, т. е. применяться как для одного, так и для другого способа определения искомой величины [3].

В книге разделу «механика» отведен отдельный параграф, в который включены 6 экспериментальных работ. Одна из них направлена на определение ускорения свободного падения.

Авторы предлагают установку, состоящую из стержня, на который укреплен электрический мотор, делающий за каждую секунду один оборот, резиновой трубки, цилиндра, резиновой пробки для смягчения удара цилиндра при падении, струн и дисков из пенопласта.

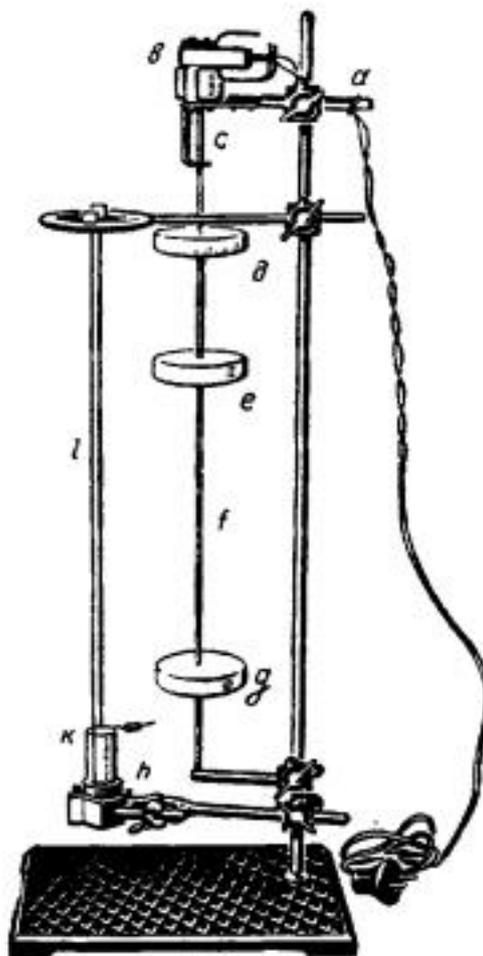


Рисунок 1 – Установка для определения ускорения свободного падения

На стержне «а» укреплен электрический мотор б, делающий за каждую секунду один оборот. Ось мотора соединяется с осью резиновой трубкой «с». На оси находятся пенопластовые диски d, e, g. По бортику диска «d» нанесена шкала (100 равных делений). На бортики нижних дисков наклеиваются полоски чистой бумаги. Цилиндр «к» с кистью при свободном падении скользит по направляющим струнам «l», которые входят в пазы, сделанные на поверхности цилиндра. Для смягчения удара цилиндра внизу в зажиме штатива устанавливается резиновая пробка «h», через которую пропущены направляющие струны «l». Цилиндр в верхнем положении может удерживаться рукой. При свободном падении цилиндра

кисть прочерчивает штрихи на бортиках вращающихся дисков. Диски  $g, e$  могут передвигаться вдоль оси « $f$ » и таким образом можно менять фиксируемое расстояние, которое проходит цилиндр [10]. Задача сводится к определению высоты  $H_2$  и времени  $t$ . Эти величины можно определить с помощью установки. Данный опыт нагляден и позволяет ученикам лучше понять данную тему. Для простоты проверки учеников, автор предоставляет вероятные варианты ответов, при использовании аналогичного оборудования.

Вторым нашим проанализированным учебником была книга, авторами которой являются Ю.И. Дик, В.А. Орлов, О.Ф. Кабардин. Эта книга специально предназначена для организации и проведения физического практикума как в классах с углублённым изучением физики, так и в классах общего образования.

Книга состоит из шести глав, в которых представлены лабораторные работы по всем изучаемым в школе разделам физики. По многим темам лабораторные работы представлены в нескольких вариантах. Варианты отличаются как по уровню сложности, так и по используемому оборудованию. Это дает возможность учителю подобрать лабораторную работу, соответствующую знаниям и умениям ученика.

Особое внимание авторы уделяют измерению погрешности, так как считают ее важной деталью при расчетах. Поэтому в данном учебнике предложено несколько способов для измерения погрешности:

- 1) инструментальная погрешность;
- 2) погрешность при косвенных измерениях (относительная погрешность);
- 3) случайная погрешность.

В отличие от учебника Л.И. Анциферова, авторы данного учебника структурируют ход каждой лабораторной работы так, чтобы каждый ученик действовал строго по заданной инструкции. Это значительно упрощает

деятельность ученика, но тем самым лишает его возможности творчески подходить к заданию.

Структура описания экспериментальной работы:

- 1) название экспериментальной работы;
- 2) цель экспериментальной работы;
- 3) оборудование;
- 4) содержание работы;
- 5) порядок проведения работы;
- 6) возможный вариант выполнения работы;
- 7) контрольные вопросы.

По данной структуре мы видим, что ученики сначала знакомятся с целью лабораторной работы, оборудованием, которое будут использовать при выполнении, содержанием работы в котором включена теория по данной теме, и только потом приступают к выполнению самого эксперимента по предоставленному плану действий. После проведенных измерений ученики выполняют необходимые вычисления и составляют отчет по проделанной работе, включая в него ответы на контрольные вопросы.

Мы рассматривали вторую главу, посвященную механике. В данной главе предложено четырнадцать лабораторных работ. В данной книге, как и у Л.И. Анциферова, предлагается лабораторная работа на измерение ускорения свободного падения. Цель данной работы: ознакомиться с методом определения ускорения свободного падения с помощью маятника.

Установка включает в себя штатив, шар, нить, секундомер, измерительную ленту.

## ■ ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

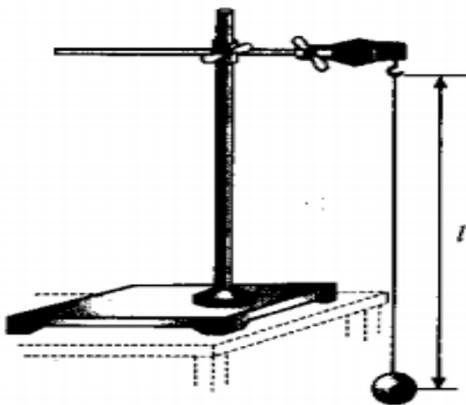


Рис. 25

1. Установите штатив на краю стола, привяжите шар на нити длиной 1 м к лапке штатива и установите штатив таким образом, чтобы маятник совершал свободные колебания (рис. 25).

2. Отклоните маятник от положения равновесия на небольшой угол и измерьте время  $t$ , за которое маятник совершает  $n = 20$  колебаний. Вычислите период колебания:

$$T = \frac{t}{20}.$$

3. Измерьте длину маятника (расстояние от точки подвеса до центра шара) и вычислите ускорение свободного падения  $g$  по формуле (2).

4. Оцените погрешность измерений:

$$\epsilon_g = \epsilon_l + 2\epsilon_T = \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t}{t},$$

где  $\Delta l = 1$  см;  $\Delta t = 0,5$  с.

Результаты измерений и вычислений запишите в отчетную таблицу.

ОТЧЕТНАЯ ТАБЛИЦА

$l, \text{ м}$	$n$	$t, \text{ с}$	$T, \text{ с}$	$g, \text{ м/с}^2$	$\epsilon_{g1}, \%$

1. Какова цель работы?
2. При каких условиях для определения периода колебания маятника можно пользоваться формулой (1)?
3. В каком случае можно получить более точный результат: при увеличении длины маятника или при ее уменьшении?
4. Зачем измерения периода колебания производятся по двадцати колебаниям, а не по одному колебанию?
5. Какое применение на практике может иметь измерение ускорения свободного падения с помощью маятника?

## Рисунок 2 – Вид указаний к выполнению работы

С одной стороны, ученик будет действовать по строго заданному плану, что сокращает время для подготовки. С другой стороны, как мы говорили ранее, это исключает возможность ученикам действовать творчески, быть своего рода «первопроходцами». В условиях ограниченности времени на выполнение эксперимента в школе, это самый рациональный способ.

Следующая книга, которую мы рассмотрели – «Эксперимент в физике. Физический практикум» авторов В.И. Шутов В.Г. Сухов и Д.В. Подлесный. В ней описаны экспериментальные работы, предназначенные для школ и классов с углубленным изучением физики в рамках физического практикума.

Книга состоит из 28 практических заданий по всем изучаемым в школе разделам физики. И так же, как и в ранее рассмотренных нами учебниках, авторы уделяют особое внимание расчету погрешности и обработке результатов измерений.

Описание каждой работы выполнено подробно. Особое внимание авторы уделяют теоретическому обоснованию применяемых экспериментальных методов, вопросам обработки результатов измерения и оценки их погрешности.

Структура описания экспериментальной работы:

- 1) название экспериментальной работы;
- 2) цель экспериментальной работы;
- 3) теоретическое введение;
- 4) экспериментальная часть;
- 5) обработка результатов измерения;
- 6) контрольные вопросы.

По данной структуре мы видим, что ученики сначала знакомятся с целью лабораторной работы, описанием экспериментальных установок и заданиями, регламентирующими последовательность работы учащихся во время измерений, и только потом приступают к выполнению самого эксперимента. После проведенных измерений ученики выполняют обработку полученных результатов и составляют отчет по проделанной работе, включая в него ответы на контрольные вопросы. Такая точность в формулировке требований обоснована тем, что в классах существуют учащиеся, которые не обладают опытом самостоятельной работы в физической лаборатории.

В своей методике авторы предлагают интересный метод построения хода занятия. Заранее учащимся выдается описание работы, которое они должны изучить и подготовить опорный конспект, в который будут включены необходимые таблицы и ответы на контрольные вопросы. Перед началом работы ученики получают допуск по предоставленному авторами плану.

Перечень вопросов для получения допуска:

- 1) цель работы;
- 2) основные физические законы, изучаемые в работе;

- 3) схема установки и принцип ее действия;
- 4) измеряемые величины и расчетные формулы;
- 5) порядок выполнения работы.

После получения допуска, учащиеся обязаны следовать порядку выполнения работы строго в соответствии с описанием. Работа в классе заканчивается выполнением предварительных расчетов. К следующему занятию учащиеся самостоятельно заканчивают обработку полученных экспериментальных данных, построение графиков и оформление отчета. На следующем занятии ученики защищают свою работу.

### 1.3 Анализ особенностей разделов «кинематика» и «динамика»

Кинематика есть раздел механики, посвященный изучению движения тел с геометрической точки зрения, без учета причин, вызывающих изменение этого движения, то есть сил [6].

При изучении раздела «кинематика» решается задача развития логического, теоретического и творческого мышления учащихся. Всё это возможно осуществить, опираясь на общие научные методы познания. Раздел кинематика изучается в основной и средней школе. В курсе физики основной школы место кинематики рассматривают с нескольких точек зрения. Так, например, учебно-методические комплекты таких авторов как А.В. Перышкина, Е.М. Гутник, Н.С. Пурышева, Н.Е. Важеевская предусматривают в своей программе изучение курса механики в 7 и 9 классах. По программе А.Е.Гуревича курс механики, а, следовательно, и раздел кинематика изучается только лишь в 9 классе. В программе Л.С. Хижняковой, также как и в программе А.Е. Гуревича, курс механики изучается единовременно, но в 8 классе. Подход, который применяется в программе учебно-методических комплектов авторов как А.В. Перышкина, Е.М. Гутник, Н.С. Пурышева, Н.Е. Важеевская определяется тем, что во время изучения раздела кинематика у учащихся формируются понятия,

которые в дальнейшем используются и в других разделах школьного курса физики. Именно поэтому эти знания закладываются еще в 7 классе при начальном изучении физики. Но, так как математический аппарат учащихся 7 и 8 классов не соответствует уровню знаний, который необходим для глубокого изучения механики, курс целесообразно изучать в 7 классе для базовых знаний и в 9 классе для углубленного изучения механики.

Изучение раздела кинематика является необходимым в образовательном и мировоззренческом значении. Первоначальные сведения из механики в школе изучают еще в 7 классе, а уже в 9 классе учащиеся повторяют уже изученные ранее ими темы с изучением дополнений новых для них сведений. В курсе физики за 9 класс именно с темы кинематика начинается изучение материала. Благодаря ей учащиеся узнают важные физические понятия, такие как: материальная точка, система отсчета, скорость, механическое движение, которыми в дальнейшем учащиеся активно пользуются этими понятиями в курсе механики, а также в других разделах физики.

Одной из задач при изучении темы кинематика является введение векторной записи формул перемещения и скорости. Также немаловажным является применение координатного метода в решении задач. Помимо аналитического изучения движения важную роль играют графики движения и скорости[20].

В средней школе раздел кинематика изучается в 10 классе. Основные понятия, изучаемые в данной теме: механическое движение, материальная точка, система отсчета, относительность механического движения, траектория, путь, перемещение, скорость, ускорение.

Еще одной особенностью раздела «Механика» является физический эксперимент. Используется он как основа изучения кинематики, так и для подтверждения справедливости изучаемых закономерностей. Фундаментальными опытами при этом являются опыты, связанные с изучением движения падающих тел и колебания маятников.

Динамика представляет собой часть механики, посвященная изучению движения материальных тел в зависимости от действующих на них сил. Движение тела определяется движением всех материальных точек и его составляющих; поэтому естественно начать изучение динамики с изучения движения материальной точки [7].

Динамика изучает законы движения тел и причины, которые вызывают или изменяют это движение. Основной задачей раздела в школьном курсе физики является изучение учащимися понятий динамики материальной точки; ознакомление учащихся с основными законами механики – законами Ньютона, и их применениями на практике. Сначала изучается первый закон Ньютона, вводят основные понятия, такие как «Масса» и «Сила». Следующим этапом является изучение второго закона Ньютона, в котором представляется связь между силой, массой и ускорением. В этой же теме рассматривают сложение сил. Это делается для того, чтобы записывать закон в случае действия на тело нескольких сил. Следующим этапом вводится третий закон Ньютона. Эти три закона считаются фундаментальными законами в механике, подтверждающимися при помощи эксперимента и на практике.

Одна из главных задач, которая стоит перед учащимися при изучении раздела «динамика», является развитие представлений о движении материи, пространстве и времени. Основные понятия, которые узнают учащиеся при изучении раздела, это такие понятия, как: взаимодействие тел, инерция, масса, инерциальная система отсчета, неинерциальная система отсчета, сила, импульс. Как и в кинематике, вышесказанные понятия используются не только в курсе механики, но и других курсах физики. Как пример можно привести такие понятия как «Масса» и «Сила». Помимо использования их в разделе механики, они также используются в процессе решения задач в молекулярной физике, термодинамике, электродинамике. Усвоение данных понятий важно для формирования мировоззрения учащихся [14].

При изучении взаимодействия и сил в механике, таких как гравитационных, сопротивления, упругости, выявляют зависимость их от взаимного расположения тел и от скорости движения одного тела относительно другого. После введения гравитационных сил, учащиеся изучают закон всемирного тяготения, понятие о силе тяжести центре тяжести и рассматривают движения, в которых изменение скорости происходит в результате действия силы тяжести. После этого рассчитывают первую космическую скорость. Следующим этапом идет изучение силы упругости, вес тела и закон Гука. Изучение силы трения, коэффициента трения и изменения скорости движущегося тела в результате действия силы трения является заключающим при рассмотрении видов сил в механике. Показывают, что гравитационные силы и силы упругости являются функцией расстояния между взаимодействующими телами, а силы трения – функцией относительной скорости.

#### Выводы по 1 главе

Исходя из всего вышесказанного, мы можем сделать вывод, что физический практикум играет важную роль для усвоения ранее изученных учащимися знаний по физике. Физический практикум помогает адаптироваться к предлагаемому ходу проведения занятия, тем самым упрощает учащимся, будучи студентами технических профессий, понимание выдвигаемых требований к проведению лабораторных работ в высшем учебном заведении.

Немаловажным является и то, что благодаря физическому практикуму учащиеся понимают, что данная деятельность им интересна, что они хотят продолжать изучение физики более углубленно, или же наоборот, после прохождения курса учащийся до конца осознает, что более углубленно он изучать это не хотел бы. Тем самым, благодаря занятиям физического

практикума у учащихся получится исключить вероятность неверного выбора будущей профессии.

## **ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА НА МАТЕРИАЛЕ РАЗДЕЛОВ «КИНЕМАТИКА» И «ДИНАМИКА» В МЕХАНИКЕ**

2.1 Разработка занятий физического практикума на материале разделов «кинематика» и «динамика»

На базе физико-математического факультета Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета мы проводили физический практикум с учащимися 10 классов 77 лицея и 121 школы города Челябинска. Практикум включал в себя лабораторные работы по разделам кинематика, динамика и законы сохранения.

При разработке содержания физического практикума были соединены методики разных авторов. От методики Л.И. Анциферова использовались некоторые приёмы, предложенные в его книге, а именно: ученикам сообщалось о практикуме заранее и выдавалось руководство к нему, чтобы обучающиеся разобрались в теории задания практикума. От методики, которую предлагают Ю.И. Дик, В.А. Орлов и О.Ф. Кабардин, была взята сама структура построения занятий. Как уже говорилось ранее, в отличие от учебника Л.И. Анциферова, авторы данного учебника структурируют ход каждой лабораторной работы так, чтобы каждый ученик действовал строго по заданному алгоритму. Это значительно упрощает деятельность ученика, но тем самым лишает его творчески подходить к заданию.

При разработке занятий физического практикума мы подбирали несколько экспериментальных работ по одной и той же теме. Это делалось с целью предоставления учащимся выбора. Вариативность вызывала у учащихся повышенный интерес к работе. Помимо стандартных экспериментальных работ на занятиях мы также использовали виртуальные лабораторные работы.

Физический практикум можно разделить условно на несколько

этапов. В первую очередь проводится вводная беседа, в которой обговариваются все требования к ученикам. Вторым этапом практикума — это подготовка полноценных ответов на вопросы по теоретическому материалу темы. Третий этап — индивидуальная беседа по теоретическим вопросам и разбор практических заданий. Далее учащиеся переходят к выполнению практической работы и заполнению отчетного листа. Заключительный этап — это защита своей работы.

Одно из занятий нашего физического практикума было посвящено определению силы трения скольжения. Вначале учащимся было предложено два варианта описаний экспериментальных работ. Учащиеся сделали выбор, какую работу они будут делать и разбились на пары. После того как все определились, начинается этап подготовки к допуску. Во время подготовки к допуску учащиеся изучают предоставленный теоретический материал и записывают математическое описание установки. После индивидуальной беседы с учителем, учащиеся приступали к выполнению непосредственно эксперимента.

Примеры описаний экспериментальных работ по теме «Определению силы трения скольжения» представлены.

Во время проведения всех необходимых измерений учащиеся заполняли отчетную таблицу, после чего приступали к расчетам. Учитель постоянно находится в кабинете и следит за ходом работы эксперимента, и при необходимости оказывает помощь путем ответов на конкретно поставленные вопросы, как по поводу проведения эксперимента, так и по поводу оформления отчета. После того как эксперимент и расчеты выполнены, учащиеся записывают вывод по проделанной работе. И последним этапом выполнения физического практикума является защита своей работы. Пара учащихся демонстрирует учителю получившиеся результаты, и отвечают на контрольные вопросы.

Пример описания эксперимента №1:

## Лабораторная работа №2

### Определение коэффициента трения скольжения для тела, находящегося на наклонной плоскости

*Цель работы:* Определить коэффициент трения скольжения путем измерения угла наклона плоскости по отношению к горизонту, силы, удерживающей тело на наклонной плоскости, и силы, необходимой для равномерного движения тела вверх вдоль наклонной плоскости.

*Оборудование:* штатив, динамометр, деревянный брусок, нить, наклонная плоскость, линейка.

#### Качественное описание равновесия тела на наклонной плоскости

Если наклонная плоскость расположена под таким углом к горизонту, что тело, положенное на нее, соскальзывает вниз с ускорением, то величина силы трения, направленная в сторону, противоположную движению, меньше величины проекции силы тяжести на направление движения. Чтобы удерживать тело в состоянии покоя на такой плоскости, к силе трения необходимо добавлять силу  $F_1$ , также направленную вверх вдоль наклонной плоскости.

Если это же тело начать равномерно двигать вверх вдоль наклонной плоскости, сила трения скольжения поменяет свое направление, и вместе с проекцией силы тяжести на направление движения будет уравновешивать силу тяги  $F_2$ .

Сила трения скольжения зависит от рода соприкасающихся поверхностей (эта зависимость выражается коэффициентом трения скольжения) и от силы нормального давления плоскости на тело.

Сила нормального давления, в свою очередь, зависит от силы тяжести, действующей на тело, и угла наклона плоскости.

Проекция силы тяжести на направление движения также зависит от того же угла наклона плоскости.

Вероятно, зная угол наклона плоскости, силу, необходимую для удержания тела на наклонной плоскости, и силу, необходимую для ее

равномерного движения вверх вдоль наклонной плоскости, можно найти значение коэффициента трения скольжения.

Проверить справедливость полученного значения можно, например, таким образом: если вычисления верны, то при равномерном движении тела по горизонтальной поверхности под действием силы со стороны динамометра, последний покажет силу  $F = \mu mg$ . А если тело положить на наклонную плоскость и эту плоскость медленно наклонять, то при угле  $\alpha = \arctg \mu$ , тело начнет равномерно соскальзывать с наклонной плоскости.

Математическое описание равновесия тела на наклонной плоскости:

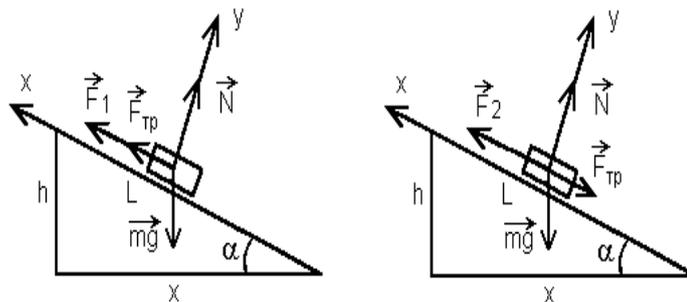


Рисунок 3 –Проекция сил на наклонной плоскости

Тело равномерно движется:

Уравнения в векторной форме

$$\vec{m\vec{g}} + \vec{N} + \vec{F}_{mp} + \vec{F}_1 = 0,$$

$$\vec{m\vec{g}} + \vec{N} + \vec{F}_{mp} + \vec{F}_2 = 0.$$

$$OX: -mgsin\alpha + \mu N + F_1 = 0,$$

$$OX: -mgsin\alpha - \mu N + F_2 = 0,$$

$$OY: N - mg\cos\alpha = 0,$$

$$OY: N - mg\cos\alpha = 0,$$

$$F_1 = mgsin\alpha - \mu mg\cos\alpha, F_2 = mgsin\alpha + \mu mg\cos\alpha,$$

$$F_2 + F_1 = 2mgsin\alpha,$$

$$2mg = \frac{F_2 + F_1}{sin\alpha},$$

$$F_2 - F_1 = 2\mu mg\cos\alpha,$$

$$\mu = \frac{F_2 - F_1}{2\mu \cos \alpha} = \frac{F_2 - F_1}{F_2 + F_1} \operatorname{tg} \alpha,$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{x},$$

$$\mu = \frac{F_2 - F_1}{F_2 + F_1} \frac{h}{x}.$$

**Порядок выполнения работы:**

1. Соберите экспериментальную установку, установив наклонную плоскость так, чтобы тело, положенное на нее, соскальзывало вниз с ускорением.

2. Измерьте высоту наклонной плоскости и длину ее основания.

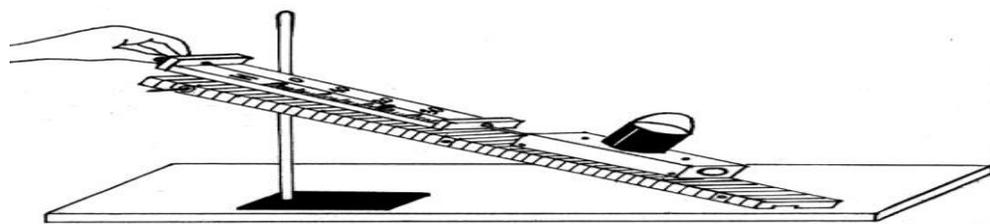


Рисунок 4 –Схема опыта с наклонной плоскостью

3. Прикрепите к телу динамометр и измерьте минимальную силу  $F_1$ , необходимую для удержания тела на наклонной плоскости.

4. С помощью динамометра равномерно тяните тело на наклонную плоскость. Измерьте силу  $F_2$ , необходимую для этого.

Таблица 1 – Результаты измерений

№	$F_1$ , Н	$F_2$ , Н	$h$ , м	$x$ , м	$\mu$	$\Delta\mu$
1						
...						
5						

5. Найдите значение коэффициента трения скольжения с учетом погрешностей измерений. Запишите ответ в виде:  $\mu = \mu_{cp} \pm \Delta\mu$

6. Проанализируйте результаты, запишите вывод.

Пример описания эксперимента №2:

Лабораторная работа № 2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

*Цель работы:* измерить коэффициент трения скольжения дерева по дереву.

*Оборудование:* деревянный брусок, деревянная линейка, набор грузов известной массы (по 100 г), динамометр.

*Теоретическая часть:*

Если тянуть брусок с грузом по горизонтальной поверхности так, чтобы брусок двигался равномерно, прикладываемая к бруску горизонтальная сила равна по модулю силе трения скольжения  $F_{\text{тр}}$ , действующей на брусок со стороны поверхности. Модуль силы трения  $F_{\text{тр}}$  связан с модулем силы реакции опоры  $N$  соотношением  $F_{\text{тр}} = \mu N$ . Измерив  $F_{\text{тр}}$  и  $N$ , можно найти коэффициент трения  $\mu$  по формуле  $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N}$ . В данном случае сила реакции опоры  $N$  равна весу  $P$  бруска с грузом.

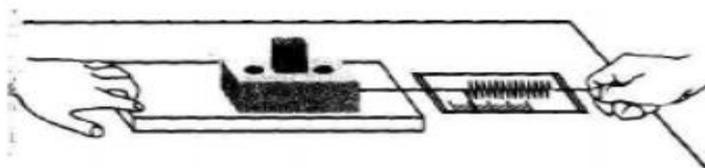


Рисунок 5 –Схема проведения опыта

***Ход работы:***

1. Определите с помощью динамометра вес бруска  $P_{\text{бруска}}$  и запишите в приведенную ниже таблицу.
2. Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставьте груз.
3. Поставив на брусок один груз, тяните брусок равномерно по горизонтальной линейке, измеряя с помощью динамометра прикладываемую силу. Повторите опыт, поставив на брусок два и три груза.

4. Записывайте каждый раз в таблицу значения силы трения  $F_{тр}$  и силы реакции опоры  $N = P_{бруска} + P_{груза}$ .

Таблица 2 – Результаты измерений

№ опыта	$P_{бруска}$ , Н	$P_{гр}$ , Н	N, Н	$F_{тр}$ , Н
1				
2				
3				

5. Вычислите коэффициент трения по формуле  $\mu = \frac{F_{тр\text{ср}}}{N_{ср}}$ , используя результаты опыта № 3 (он обеспечивает наибольшую точность).

6. Запишите вывод.

**Контрольные вопросы:**

1. От чего зависит величина силы трения?
2. В чем измеряется вес?
3. В чем измеряется масса?
4. В чем измеряется сила трения?
5. Почему динамометр показывает и вес тела, и силу трения?

Учащимся, кто смог быстро справиться со своим экспериментом, всё рассчитать и защитить свою работу, на этом физическом практикуме предлагалась дополнительная экспериментальная задача, представленная на рисунке 6.

Дополнительная экспериментальная задача:

«Определение коэффициента трения бруска прямоугольной формы»

Цель: Определить коэффициент трения прямоугольного бруска о поверхность.

Оборудование: брусок, динамометр, линейка, нить.

Теория:

$$F \cdot h - \frac{mga}{2} = 0$$

$$F - F_{\text{тр}} = 0$$

$$N - mg = 0$$

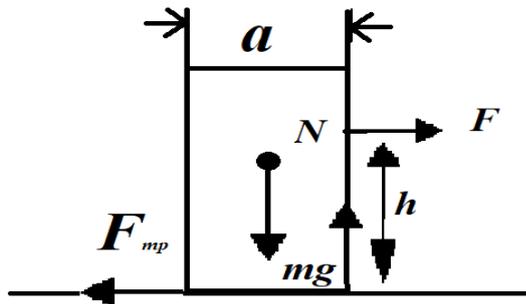


Рисунок 6 –Проекция сил на плоскости

Ход работы:

- 1) установить брусок торцом на горизонтальную поверхность стола;
- 2) привязать нить к основанию бруска, потянуть за неё и зафиксировать показания динамометра.
- 3) изменять высоту точки приложения горизонтальной силы до тех пор, пока брусок не начнёт опрокидываться.
- 4) измерить высоту данной точки.
- 5) записать уравнения равновесия для данного случая относительно точки опрокидывания.
- 6) найти коэффициент трения.
- 7) сделать вывод.

Еще одно занятие нашего физического практикума было посвящено измерению ускорения свободного падения. На этом занятии учащимся было предложено два варианта проведения работы. Первый вариант – традиционный. Учащимся, так же как и в вышеописанной работе предоставили описание эксперимента, в котором нужно было изучить теоретическую часть, понять, как будет проходить непосредственно эксперимент, получить допуск к выполнению работы, а после выполнения эксперимента и расчетов сделать вывод и защитить свою работу.

Второй вариант проведения работы по измерению ускорения свободного падения – это проведение виртуальной лабораторной работы. В нашем случае учащиеся проводили виртуальные лабораторные работы при помощи программного обеспечения ООО «Экзамен-Медиа» Лабораторные работы по физике. Этот способ проведения хорош тем, что в данной программе так же присутствует необходимая для проведения практической работы теория и понятное описание хода работы. При выполнении работы учащиеся самостоятельно управляют экспериментом, производят необходимые расчеты, а по завершению отвечают на контрольные вопросы, после чего учителю предоставляется отчетный лист в PDF-формате. Вариант отчетного листа представлен ниже на рисунке 10. Но данный метод проведения работы не является идеальным. Во - первых, не во всех школах есть возможность проводить физический практикум в кабинетах, снабженных компьютерами, а во-вторых, для полного восприятия опыта учащимся необходимо проводить именно фронтальные работы, чтобы видеть и ощущать все, что они делают. Именно поэтому такой способ работы предлагался учащимся как альтернатива фронтальной работе.

Примеры описаний лабораторных работ по теме «Измерение ускорения свободного падения» представлены ниже и на рисунке 7.

#### Лабораторная работа

Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника

*Цель:* установить зависимость периода колебаний математического маятника от длины нити и вычислить ускорение свободного падения.

*Оборудование:* часы с секундной стрелкой, измерительная лента, груз (шарик), нить, штатив с муфтой и кольцом.

*Теория:* Как известно, гравитационное поле Земли в любой точке ее поверхности характеризуется ускорением свободного падения  $g$ . Ускорение свободного падения можно определить экспериментально с помощью математического маятника. Математическим маятником называют

материальную точку массой  $m$ , подвешенную на невесомой, нерастяжимой нити и совершающей гармонические колебания в вертикальной плоскости. Период колебаний математического маятника выражается следующей формулой:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad (1)$$

где  $l$  – длина подвеса,  $g$ -ускорение свободного падения,  $T$  – период малых колебаний маятника. Из формулы (1) можно вычислить ускорение свободного падения:

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} l. \quad (2)$$

Из формулы (2) видно, что для определения ускорения свободного падения необходимо знать длину подвеса и период малых колебаний маятника. Длина может быть измерена непосредственно с помощью линейки (мерной ленты).

#### Порядок выполнения работы

1. Установите на краю стола штатив. У верхнего конца укрепите при помощи муфты кольцо и подвесьте к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 3–5 см от пола.

2. Отклоните маятник от положения равновесия на 3–5 см и отпустите его.

3. Измерьте длину подвеса мерной лентой.

4. Измерьте время  $\Delta t$  40 полных колебаний ( $N$ ).

5. Повторите измерения  $\Delta t$  (не изменяя условий опыта) и найдите среднее значение  $\Delta t_{\text{ср}}$ .

6. Вычислите среднее значение периода колебаний  $T_{\text{ср}}$  по среднему значению  $\Delta t_{\text{ср}}$ .

7. Вычислите значение  $g_{\text{ср}}$  по формуле:  $g_{\text{ср}} = \frac{4\pi^2}{T_{\text{ср}}^2} l$ .

8. Полученные результаты занесите в таблицу:

Таблица 1 – Результаты измерений

№ опыта	$l, \text{ м}$	$\Delta t, \text{ с}$	$\Delta t_{\text{ср}}, \text{ с}$	$T_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{ср}}}{N}$	$g_{\text{ср}}, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
1		1. 2. 3.			
...					
5		1. 2. 3.			

9. Сравните полученное среднее значение для  $g_{\text{ср}}$  со значением  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$  и рассчитайте относительную погрешность измерения по формуле:

$$\varepsilon_g = \frac{|g_{\text{ср}} - g|}{g}.$$

10. Постройте график зависимости квадрата периода колебаний от длины нити.

11. Сделайте вывод о проделанной работе.

*Контрольные вопросы:*

1. Что называется математическим маятником?
2. Что называется механическим колебанием?
3. Чтобы помочь шоферу вытащить автомобиль, застрявший в грязи, несколько человек раскачивают автомобиль, причем толчки, как правило, производятся по команде. Важно ли, через какие промежутки времени подавать команду?
4. Математический маятник за 10 с совершил 20 полных колебаний. Найти период колебаний.
5. Во сколько раз изменится частота колебаний математического маятника при увеличении длины нити в 3 раза?
6. Какие колебания называют вынужденными?

7. Что называют резонансом?
8. Спортсмен раскачивается при прыжках на батуте со строго определенной частотой. От чего зависит эта частота?



Рисунок 7 – Вид указания к выполнению виртуальной работы

Интерфейс данной программы удобный и простой. В поле, который располагается внизу экрана, заложены следующие закладки: регистрация, теория, оборудование, ход работы, задачи и отчет.

Во время выполнения виртуального эксперимента учащиеся в первую очередь изучают теоретический материал, в котором раскрывается все необходимые понятия, которые понадобятся при выполнении эксперимента. Следующий этап, это подбор оборудования. Учащимся предоставляется набор оборудования, из которого они должны выбрать именно то оборудование, которое понадобится им для выполнения эксперимента. Переход к следующему этапу осуществляется только в том случае, если оборудование подобрано верно. Во время проведения эксперимента учащиеся заполняют таблицу, внося в неё данные,

полученные в ходе работы. После выполнения основного эксперимента, учащиеся переходят к выполнению задачи. На рисунке 9 продемонстрированная задача сравнения ускорения свободного падения на Земле и на Луне. Последний этап – это заполнение отчета, в нем учащиеся отвечают на теоретические вопросы и выполняют необходимые расчеты.

**ФИО:**  
**Класс:** 10 **Дата выполнения работы:** 26.11.2018

---

Лабораторная работа № 2  
**Измерение ускорения свободного падения**

---

**Цель работы**  
*Определить ускорение свободного падения.*

**Оборудование**  
 Штатив, направляющая планка, брусок, два магнитных датчика, электронный секундомер, мягкий пластиковый коврик. с подсказкой

---

**Ход работы**

**Экран а** Состояние: правильно с подсказкой

- Поместите магнитные датчики на высотах  $h_1$  и  $h_2$ .
- Включите секундомер.
- Приложите брусок к направляющей планке на такой высоте, чтобы его пусковой магнит находился выше верхнего датчика примерно на 1 см.
- Отпустите брусок и определите промежуток времени  $t$ , за который брусок проходит расстояние  $H$  между датчиками.
- Не меняя расположения датчиков, проведите опыт ещё 4 раза.
- Результаты всех измерений занесите в таблицу.

$H$ , м	$t_1$ , с	$t_2$ , с	$t_3$ , с	$t_4$ , с	$t_5$ , с
0,3	0,252	0,252	0,251	0,248	0,250

**Экран б** Состояние: правильно с подсказкой

- Рассчитайте среднее время падения бруска:  $t_{cp} = \frac{(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5)}{5}$ .
- Выберите расчётную формулу и вычислите ускорение свободного падения:

$$g = \frac{2S}{t^2}$$

- Результаты всех вычислений занесите в таблицу.

$H$ , м	$t_1$ , с	$t_2$ , с	$t_3$ , с	$t_4$ , с	$t_5$ , с	$t_{cp}$ , с	$g$ , м/с <sup>2</sup>
0,3	0,252	0,252	0,251	0,248	0,250	0,251	9,524

Рисунок 8– Вариант отчетного листа

Приведя описание работ физического практикума, отметим основную идею, заложенную нами в построение его содержания. Тематику работ мы подбирали таким образом, чтобы одна и та же величина могла измеряться различными способами. Тем самым мы показываем ученикам вариативность измерительного эксперимента. В фронтальных лабораторных работах они проводят измерения стандартными одинаковыми методами. У учеников создается впечатление, что определенная физическая величина может быть

измерена только одним способом – сила трения при равномерном движении тела по поверхности, ускорение свободного падения – только при падении тел и т.д. Аналогичная ситуация наблюдается с методикой измерения физических констант, представленной в школьных учебниках. Например, постоянная всемирного тяготения может быть измерена только в опытах Кавендиша, и это в истории произошло только один раз.

Вариативность измерительного эксперимента показывает ученикам, что можно и нужно искать разные методики для измерения одной и той же величины. Только таким образом можно добиться повышения точности измерений и приближения к истинному значению измеряемой величины. Это особенно значимо при измерении физических констант. Поэтому ученые всегда искали и ищут новые методы измерения величин.

## 2.2. Разработка методических рекомендаций по проведению физического практикума на материале разделов «кинематика» и «динамика» для учителей

Методические рекомендации – это один из видов методической продукции (наряду с методической разработкой, методическим пособием, дидактическим материалом). Методическая рекомендация является определенным шаблоном действий, который составляется для наиболее рационального проведения работы [8].

Для проведения предложенных нами работ физического практикума, мы разработали методические рекомендации, адресованные учителям физики.

Выполнение физического практикума преследует следующие цели:

1. Развитие умений пользоваться измерительными приборами.
2. Формирование умений оформлять результаты измерений в виде таблиц, графиков, диаграмм, оценивать погрешности измерений.
3. Развитие умений самостоятельной работы.

4. Повторение, углубление, расширение и обобщение знаний теоретических основ курса физики.
5. Развитие экспериментальных умений у учащихся.

Одно занятие физического практикума рассчитано на два академических часа. Каждый учащийся должен иметь при себе: тетрадь для физического практикума, ручку, простой карандаш, линейку, миллиметровую бумагу, калькулятор.

#### Подготовка к проведению физического практикума

Перед проведением физического практикума учитель подбирает описание эксперимента и нужное для него оборудование. Далее проверяет исправность приборов и делает пробные измерения. Для того чтобы упростить проверку эксперимента, сделанного учащимися, данные пробных измерений необходимо внести в заранее подготовленную таблицу. После того как определена тема занятия физического практикума, учащимся сообщается тема, с целью того, чтобы они успели повторить ранее изученный теоретический материал.

Перед началом физического практикума учитель зачитывает учащимся требования правил безопасности труда, после чего учитель выдает журнал, в котором учащиеся расписываются о том, что ознакомлены с требованиями правил безопасности труда.

Во время проведения физического практикума учащимся предоставляется на выбор два описания эксперимента. Эксперимент выполняется учащимися в группе по 2-3 человека, самостоятельно под контролем учителя. При раздаче учащимся описания эксперимента, учитель ставит задачу ознакомиться с целью и содержанием работы, последовательностью выполнения эксперимента и теоретическим материалом, который предоставлен в описании. После ознакомления с описанием учащиеся составляют отчетный лист, который в дальнейшем будут заполнять по ходу проведения эксперимента.

Содержание отчетного листа включает в себя:

1. Цель работы;
2. Оборудование;
3. Математическое описание установки;
4. Схему установки;
5. Таблицы для заполнения данных, полученных во время эксперимента.

Выполнение эксперимента. В начале физического практикума необходимо убедиться, что ученики готовы к выполнению работы. После ознакомления учащихся с описанием и составления ими отчетного листа состоится допуск к проведению эксперимента. Во время допуска происходит фронтальный опрос, в рамках которого учитель проверяет знание учениками физических понятий и законов. Учащиеся могут задать все интересующие их вопросы по поводу проведения эксперимента.

Эксперимент учащиеся проводят самостоятельно. Учитель наблюдает за ходом работы и при необходимости помогает учащимся. Также необходимо обговорить с учащимися, что каждое измерение необходимо выполнить несколько раз. Если учитель заметил, что несколько учащихся совершают одну и ту же ошибку в процессе выполнения измерений, то работу необходимо прервать и объяснить суть ошибки, а также постараться выяснить причины её возникновения (не затрачивая много времени).

Основной идеей построения содержания работ практикума для нас, как мы уже отмечали, являлась вариативность методики определения одной и той же величины. Выше это было показано на примерах работ по измерению коэффициента трения четырьмя разными способами, измерения ускорения свободного падения тремя способами. Такой подход формирует у учащихся представления о гибкости и вариативности измерительного эксперимента, о возможности регулирования его точности, о возможности предложения своего варианта эксперимента. Учитель должен быть готов к такому вариативному эксперименту и адекватно оценивать качество измерений, проведенных школьниками.

Обработка результатов измерений. На этапе обработки результатов измерений ученики проводят расчёты по формулам, ранее выписанным в отчетный лист из теоретического материала. В процессе вычислений важно, чтобы физические величины были подставлены в СИ и результат записан в соответствии с правилами приближённых вычислений. Для того, чтобы учащиеся правильно записывали приближённые вычисления, необходимо заранее определить, до какого знака ученики выполняют округление в каждом расчёте.

Последним этапом физического практикума является анализ полученных результатов, формулировка выводов и защита своей работы. Данный этап является для учащихся зачастую одним из самых сложных в начале прохождения физического практикума. Зачастую учащиеся не понимают, как нужно формулировать вывод. Именно поэтому на первых занятиях нужно объяснить учащимся, что вывод нужно формировать исходя из поставленной цели. Во время защиты своей работы учащиеся демонстрируют учителю полученные данные. Если все данные, полученные при проведении эксперимента и в ходе выполнения расчетов, верны, учитель задает учащимся контрольные вопросы. Если учитель находит ошибку в полученных данных, необходимо провести обсуждение результатов и основных ошибок, которые возникали при выполнении работы, выяснить причины их возникновения и дать возможность учащимся исправить ошибки, после чего задаются контрольные вопросы. После того как учащиеся дают ответы на поставленные учителем вопросы, занятие физического практикума считается окончанным.

Критерии оценивания лабораторных работ:

Оценка «5» (отлично) ставится, если учащиеся выполняют с соблюдением необходимой последовательности опыты и измерения; самостоятельно собирают установку; при проведении опытов получают верные результаты и выводы; соблюдают требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняют все записи, таблицы,

рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если выполнены требования к оценке «5», но было допущено несколько (2–3) недочета, либо если допущена одна негрубая ошибки и один недочет.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; либо если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; либо если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

### 2.3 Эмпирическое исследование актуальности проведения физического практикума в классах физико-математического профиля на материале разделов «кинематика» и «динамика» в механике

После окончания занятий физического практикума нами было проведено эмпирическое исследование.

Целью данного исследования стало выявление актуальности физического практикума в классах физико-математического профиля. Нами была составлена анкета (Приложение 1), которая состояла из 6 вопросов. В роли респондентов участвовали учащиеся 121 школы и 77 лицей города Челябинска. На последнем занятии учащимся раздали бланки с вопросами, на которые нужно было ответить либо, выбрав готовый вариант ответа, либо дать свой краткий ответ.

После обработки результатов было выявлено, что:

100% опрошенных респондентов на вопрос «Понравился ли вам физический практикум?», ответили ДА.

Из этого мы можем сделать вывод, что построение хода занятия и подобранные работы были сделаны правильно и интересно для учащихся.

Ответы на вопрос «Были ли вам полезны занятия физического практикума?» представлены на рисунке 9.

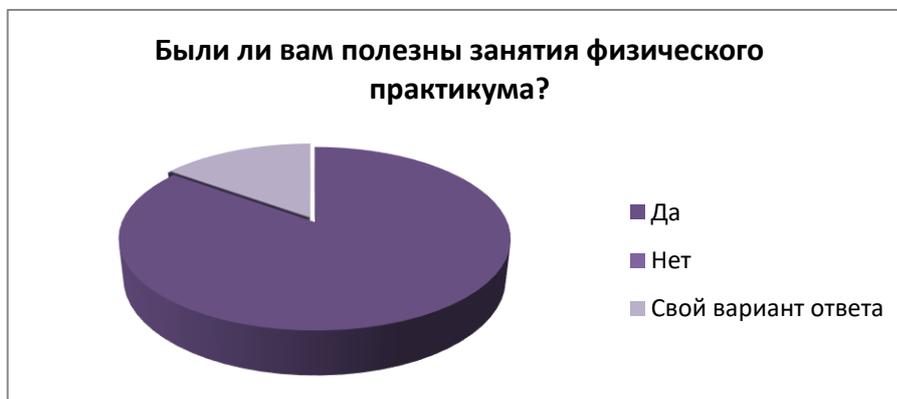


Рисунок 9–Ответы учащихся на второй вопрос анкеты

85% опрошенных выбрали вариант ответа «Да», а 15% выбрали «Свой вариант ответа». Под своими вариантами ответа были следующие формулировки:

- Мне были полезны эти занятия, так как я смог применять свои знания на практике;
- Я считаю, что это полезно, потому что те знания, которые мы получаем на уроках, мы закрепляем экспериментальным путем;
- Занятия были полезны, потому что я стала увереннее в себе и своих знаниях, плюс это просто интересная смена деятельности.

Следующий вопрос, который был предложен респондентом, это «Нужен ли физический практикум в профильном классе? Почему?».

При подведении итогов было выявлено, что 100% опрошенных считают, что физический практикум в профильных классах нужен. На вопрос «Почему?» многие ответы были схожи.



Рисунок 10 – Ответы на второй вопрос анкеты

На основе данных показателей мы делаем вывод, что учащиеся считают физический практикум нужным как для дополнительной подготовки к выпускным экзаменам, так и для самостоятельного развития.

Вопрос № 4 звучит так: «Какой вариант проведения опыта на занятиях физического практикума вам понравился больше?». Ответы на этот вопрос даны на рисунке 11.

На основании данных ответов мы делаем вывод, что большинству опрошенных понравилось работать и с реальным оборудованием, и проводить эксперименты виртуально.

Следующий вопрос, предложенный для респондентов, звучит так: «С какими трудностями вы столкнулись при проведении работ на занятиях физического практикума?». На него учащиеся отвечали самостоятельно.

Ответы мы разделили на несколько групп:

- Раньше не пользовались оборудованием самостоятельно;
- Сложно собрать установку;
- Сложно математически описать работу;



Рисунок 11 – Ответы на четвертый вопрос анкеты

- Сложно оценить погрешность;
- Не умел(а) формулировать выводы.

Последний вопрос в нашем тесте звучит так: «Хотели бы вы и дальше посещать занятия физического практикума?»

100% опрошенных учащихся ответили, что хотели бы продолжить посещать физический практикум в дальнейшем. При этом 60% респондентов не аргументировали свой ответ. У 40% опрошенных учащихся, на вопрос «Почему вы бы хотели и дальше посещать занятия физического практикума?» были следующие ответы:

- Хочу дальше ходить на физический практикум, чтобы приобретать знания самостоятельной работы;
- Хотелось бы посещать данные занятия, для развития в себе исследовательских навыков по физике;
- Считаю, что физический практикум поможет лучше подготовиться к экзамену;
- Думаю, что на физическом практикуме мы можем узнать еще много нового;
- Хочу дальше посещать физический практикум, потому что я ощущаю себя настоящим экспериментатором;

- Все работы были интересные, и я хотела бы дальше продолжить их выполнять;

- На занятиях у нас был выбор, это было интересно.

Из этого мы можем сделать вывод, что учащиеся заинтересованы в продолжение физического практикума.

На основании проанализированного анкетирования, мы пришли к выводу, что проведение физического практикума в классах физико-математического профиля является актуальным.

#### Выводы по 2 главе

В данной главе нами были разработаны занятия физического практикума на материале разделов «кинематика» и «динамика» для физико-математических классов. После их проведения мы составили анкету для исследования актуальности физического практикума. Анкета включала в себя 6 вопросов, на которые отвечали учащиеся, прошедшие физический практикум. По результатам опроса мы выявили, что занятия практикума актуальны для учащихся профильных классов. Основные аргументы, которые высказали респонденты, были следующими: учащиеся считают данные занятия важными для усвоения ранее изученного теоретического материала; учащиеся считают физический практикум важным и интересным, ведь именно здесь им предоставляется право выбора; учащиеся считают, что благодаря физическому практикуму они смогут лучше подготовиться к выпускным экзаменам.

Исходя из всего вышесказанного, мы сделали вывод, что разработанный нами физический практикум является актуальным в процессе обучения в физико-математических классах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Физический практикум – это эффективное средство организации учебного процесса, целью которого является повторение, углубление, расширение и обобщение теоретических основ курса физики, а также развитие экспериментальных умений.

Во время написания выпускной квалификационной работы нами были решены все поставленные задачи. Анализ литературы по методике организации и проведения физического практикума показал, что авторы используют разные методики проведения физического практикума, отличающиеся своими особенностями и организацией.

При анализе особенности разделов физики «кинематика» и «динамика», мы выявили необходимость и важность этих разделов. Главная особенность данных разделов состоит в том, что они закладывают базис знаний, который учащиеся применяют в последующих разделах физики.

Во время разработки физического практикума по изучению разделов кинематики и динамики в механике для физико-математических классов мы соединили методики проведения физического практикума разных авторов. Так же в разработанном нами практикуме присутствует такая особенность, как предоставление учащимся вариантов проведения эксперимента. Измерение одной и той же величины можно было проводить разными методами. Такой подход расширил представления учащихся об измерительном эксперименте.

Кроме стандартного эксперимента физического практикума учащимся предлагался виртуальный физический эксперимент. Основные проблемы, с которыми столкнулись учащиеся при выполнении физического практикума, это вычисление погрешности, заполнение отчетного листа, запись вывода. На последнем занятии физического практикума в ходе беседы было выявлено, что проблемы, с которыми столкнулись учащиеся вначале прохождения физического практикума, были исключены.

Исходя из всего вышперечисленного, мы делаем вывод, что физический практикум – это неотъемлемая часть учебного процесса, особенно в классах с физико-математическим профилем, которой помогает учащимся структурировать весь ранее изученный теоретический материал, что позволяет сформировать более глубокое понимание и повысить интерес к предмету. Именно поэтому мы считаем, что физический практикум нужно ввести в основную программу изучения физики, либо в перечень элективных курсов классов физико-математического профиля.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анциферов, Л.И. Физический практикум. Факультативный курс [Текст]/Пособие для учителей. Под редакцией А.А. Покровского. Москва : Просвещение, 1972.– 119 с.
2. Анциферов, Л.И. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента [Текст]/Л.И. Анциферов. – Москва: Просвещение, 1984.–255с.
3. Анциферов, Л.И. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента, Учебное пособие для пединститутов [Текст] / Л.И.Анциферов, И.М.Пищиков. – Москва : Просвещение, 1984.– 240 с.
4. Ануфриева, Н.В. Особенности самоконтроля учащихся в системе развивающего обучения: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Ануфриева Наталья Владимировна. – Санкт-Петербург, 2000. – 18 с.
5. Буров, В.А. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы [Текст] /В.А. Буров, Б.С. Зворыкин, А.П. Кузьмин. – Москва : Просвещение, 1978 – 351с.
6. Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики (часть первая) [Текст] / Н.Н.Бухгольц. – Москва : Изд-во «Наука», главная редакция физико-математической литературы,1972.– 468 с.
7. Важеевская, Н.Е. О наглядности в физике и методике преподавания физики [Текст] / Н.Е Важеевская // Физика в системе современного образования (ФССО-05): материалы VIII международной конференции. Санкт-Петербург : Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2005. – 704 с.
8. Виданова, Л.М. Как составить методическую рекомендацию, методическую разработку, методическое пособие (в помощь педагогу дополнительного образования): методическое пособие / Л.М. Виданова.– Режим доступа: <https://infourok.ru/kak-sostavit-metodicheskuyu-rekomendaciyu-metodicheskuyu-razrabotku-metodicheskoe-posobie->

3178211.html(дата обращения: 15.05.2020).

9. Галанин Д.Д. Физический эксперимент в школе [Текст], т. 1 – 5/ Д.Д. Галанин. – Москва: 1934 - 38, 2 изд., т. 3, 4, Москва : 1954 – 303с.

10. Гальперин, П. Я. Проблемы формирования знаний и умений у школьников и новые методы обучения в школе [Текст] / П. Я. Гальперин, А. В. Запорожец, Б. Д. Эльконин // Возрастная и педагогическая психология. – Москва : Изд-во МГУ, 1992. – С. 230-242

11. Гринкруг, М.С. Лабораторный практикум по физике [Текст] /М.С. Гринкруг, А.А. Вакулюк. – Санкт-Петербург : Лань, 2012 – 480с.

12. Деева, Е.П. Физический практикум в физико-математическом лицее в условиях введения ФГОС [Текст] /Е.П. Деева, О.В. Лебедева. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2015 — 7с.

13. Дик, Ю.И. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики: 10-11 класс [Текст]/ Ю.И. Дик, О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов и др. – Москва : Просвещение, 2002. – 157 с.

14. Кабардин, О.Ф. Экспериментальные задания по физике. 9-11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений [Текст] / О.Ф. Кабардин. – Москва : Вербум-М, 2001. – 208с.

15. Кабардина, С.И. Измерения физических величин. Учебное пособие [Текст]/С.И. Кабардина, Н.И. Шефер. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2005.– 152с.

16. Калачев, Н.В. Труды конференции "Современный физический практикум" [Текст] / Н.В. Калачев. – Москва, 2012. – 212 с.

17. Ланина, И. Я. Не уроком единым: Развитие интереса к физике [Текст]/ И.Я. Ланина. – Москва : Просвещение, 1991. – 223 с.

18. Марголис, А.А. Практикум по школьному физическому эксперименту. Учеб. Пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов [Текст] / А.А. Марголис и др. – Москва : Просвещение, 1977.– 304с.

19. Марков, Ю.Н. Математическая обработка экспериментальных

данных в школьном курсе физики [Текст]/Ю.Н. Марков, А.А. Батуева. – Екатеринбург : Урал. пед. ун-т, 1994 – 20с.

20. Орехов, В.П. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы. – Ч. 1 [Текст]/ Под ред. В.П. Орехова и А.В. Усовой. Москва : Просвещение, 1980. – 320 с.

21. Орехов, В.П. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы. Часть 2. [Текст] / В.П. Орехов, А.В.Усова. – Москва : Просвещение, 1980. – 350 с.

22. Попова, И.А. Физический практикум в профильных классах [Текст] /И.А. Попова. – Белово : 2012 – 130 с.

23. Разумовский, В.Г. Развитие творческих способностей учащихся при обучении физике в средней школе [Текст]/ В.Г. Разумовский. – Москва, 1975. – 200 с.

24. Пронин, В.П. Практикум по физике [Текст]/ В.П. Пронин. – Санкт-Петербург : Лань, 2005 – 256с.

25. Синенко, В.Я. Методика и техника школьного физического эксперимента: учебное пособие [Текст]/ В.Я. Синенко. Новосибирск, 1990. – 104 с.

26. Тарасов, О.М. Лабораторные работы по физике с вопросами и заданиями [Текст]/ О.М. Тарасов. – Москва : Форум, 2012 – 96с.

27. Тищенко Л.В. Экспериментальный практикум по физике как средство обучения старшеклассников решению задач (углублённый уровень) : дис. канд. пед. наук : 2017/ Тищенко Людмила Викторовна науч. рук. А.А. Фадеева; ИсроРао. – Москва, 2017. – 67 с.

28. Усова, А.В. Проблемы теории и практики обучения в современной школе: избранное [Текст] / А.В. Усова. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000. – 221 с.

29. Усова, А.В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики [Текст]/ А.В.Усова, А.А. Бобров – Москва: Просвещение, 1988. – 122с.

30. ФГОС [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://fgos.ru>(дата обращения: 20.01.2020).

31. Фирсов, А.В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно - научного профилей [Текст]/ А.В. Фирсов. – Москва : Академия, 2012. – 16с.

32. Энциклопедический словарь юного физика [Текст]. – Москва : Педагогика, 1984. – 352с.

33. Шутов, В.И. Эксперимент в физике. Физический практикум [Текст]/ В.И.Шутов, В.Г.Сухов, Д.В.Подлесный.– Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005.– 15 с.

34. Шамало, Т.Н. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении: учеб. пособие к спецкурсу [Текст]/ Т.Н. Шамало. – Свердловск : Свердл. гос. пед. ин-т, 1990 – 96с.

35. Шамало, Т.Н. Учебный физический эксперимент в процессе формирования понятий: кн. для учителя [Текст]/ Т.Н. Шамало.– Москва : Просвещение, 1986 – 96с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Анкета для учащихся физико-математических классов, прошедших  
физический практикум

*Перед вами анкета, целью которой является выявление  
актуальности проведения физического практикума в классах физико-  
математического профиля.*

- 1. Понравился ли вам физический практикум?**
  - a) Да
  - b) Нет
  - c) Свой вариант ответа \_\_\_\_\_
- 2. Были ли вам полезны занятия физического практикума?**
  - a) Да
  - b) Нет
  - c) Свой вариант ответа \_\_\_\_\_
- 3. Нужен ли физический практикум в профильном классе? Почему?**
  - a) Да, потому что \_\_\_\_\_
  - b) Нет, потому что \_\_\_\_\_
- 4. Какой вариант проведения опыта на занятиях физического практикума вам понравился больше?**
  - a) Фронтальный
  - b) Виртуальный
  - c) Понравились оба варианта проведения
  - d) Свой вариант ответа \_\_\_\_\_
- 5. С какими трудностями вы столкнулись при проведении работ на занятиях физического практикума?**  
\_\_\_\_\_
- 6. Хотели бы вы и дальше посещать занятия физического практикума?**
  - a) Да, потому что \_\_\_\_\_
  - b) Нет, потому что \_\_\_\_\_

***Благодарим за ваши ответы!***