



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ  
КАФЕДРА ФИЗИКИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

**Подготовка и проведение физического эксперимента с использованием  
самодельного оборудования**

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

**Направленность программы бакалавриата  
«Физико-английское образование»  
Форма обучения очная**

Проверка на объем заимствований:

62 % авторского текста  
Работа рекомендована к защите  
рекомендована/не рекомендована  
«14» мая 2020 г.  
зав. кафедрой Беспаль  
Кафедра физики и методики  
обучения физике  
Беспаль Ирина Ивановна

Выполнила:

Студентка группы ОФ-513/085-5-1  
Меженина Алёна Павловна  
Научный руководитель:  
Доцент кафедры, к.п.н.  
Карпушев Александр Викторович

Челябинск

2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. ФОРМИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛЕ .....	7
1.1 Физический эксперимент как средство обучения в школе .....	7
1.2. Использование самодельного оборудования в преподавании физики .....	19
Глава 2. ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ОСНОВНОЙ И СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ НА ОСНОВЕ САМОДЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	26
2.1 Анализ использования самодельного оборудования при проведении эксперимента в процессе обучения физике.....	26
2.2 Физический эксперимент на основе самодельного оборудования при изучении темы «Динамика» в 10 классе средней школы .....	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ (Лабораторная работа «Определение коэффициента трения скольжения и исследование зависимости силы трения вращающегося тела на диске от его расстояния до оси вращения»).....	72

## ВВЕДЕНИЕ

Проблемой создания целостной системы физического образования подрастающего поколения, удовлетворяющей запросам научно-технического прогресса, интенсивно занимается большое количество преподавателей физики, учёных-педагогов, психологов, методистов как у нас в стране, так и за рубежом. Эта проблема затрагивает такие актуальные вопросы, как содержание школьного и вузовского физического образования, соотношение эксперимента и теории в обучении, воспитание творческого мышления, изучение основных физических понятий, использование истории и методологии физической науки в преподавании, создание учебников и учебных пособий и целый ряд других.

В преподавании физики для формирования естественнонаучного мировоззрения школьников важную роль играет экспериментальная основа физической науки, в которой эксперимент служит источником познания материального мира и критерием истинности теоретических положений. Эксперимент, являясь одним из основных методов исследования в науке, при обучении физике выступает как объект изучения и одновременно, и как метод и средство обучения. Методически обоснованной постановкой эксперимента, раскрывающего научные основы изучаемых теорий и обеспечивающего результативную познавательную деятельность обучающихся, может быть достигнута надлежащая эффективность учебного процесса в подготовке современных специалистов.

Следуя за развитием науки, преподавание непрерывно меняет сложившиеся формы и традиции, ведёт поиск новых методов обучения. Появление новых, более сложных разделов физики требует изучения ряда явлений, эффектов и в курсе физики, для чего необходимы физические эксперименты. Отсутствие соответствующих наглядных демонстраций приводит к математической формализации курса, «меловой» физике,

снижая интерес к изучаемой дисциплине. Необходима соответственно и разработка новых методик использования физических экспериментов в учебном процессе.

Умение учащихся теоретически рассуждать об определенной системе действий еще не обеспечивает умения выполнять эти же действия реально. Завершающим этапом в развитии умственных операций обучающихся является не становление умственного действия, а реализация этого действия в практической деятельности. Поэтому содержание учебного материала по физике предусматривает привлечение учеников к таким видам деятельности, которые позволяют использовать приобретенные знания на практике, прежде всего, к выполнению физического эксперимента.

Все вышесказанное отражено в нормативной базе преподавания физики в основной и средней школе. Так согласно программы основного общего образования по физике, составленной на основе требований ФГОС обучающиеся должны овладевать научными методами решения различных теоретических и практических задач, умениями формулировать гипотезы, конструировать и проводить эксперименты, оценивать и анализировать полученные результаты. При этом учебный предмет «Физика» должен способствовать формированию у обучающихся умений безопасно использовать лабораторное оборудование, проводить естественнонаучные исследования и эксперименты, анализировать полученные результаты, представлять и научно аргументировать полученные выводы.

Изучение предмета «Физика» в части формирования у обучающихся научного мировоззрения, освоения общенаучных методов (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование), освоения практического применения научных знаний физики в жизни основано на межпредметных связях с предметами: «Математика».

Учебной программой по физике только в седьмом классе предусмотрено свыше 80 демонстрационных опытов и проведение 11 фронтальных лабораторных работ, которые должен организовать учитель

физики на учебном занятии. Кроме того, большое внимание программой уделяется проведению домашнего физического эксперимента самими учащимися, в седьмом классе их больше пятидесяти. Такая же картина наблюдается и в старших классах основной и средней школы. Помимо этого, на современном этапе преподавания всех предметов, включая физику, развивается проектная деятельность, которая строится в основном на проведении физического эксперимента. Все это говорит о том, что физический эксперимент является важным средством обучения физике и задача каждого учителя использовать это средство в полном объеме. Поэтому в каждой школе должны быть созданы необходимые условия для обеспечения деятельности педагогов за счет создания хорошо оснащенных кабинетов.

Однако, наблюдения, проведенные нами в ходе проведения педагогического эксперимента, а также анкетирование выпускников школ города Челябинска и области показывают, что создание вышеназванных условий часто не выполняется. Так, в ряде школ г. Челябинска общий объем часов, предусмотренных программами на изучение физики по всем классам образовательного учреждения значительно превышает объем, который может быть реализован в специализированном кабинете. Особенно это наблюдается в тех школах, где есть профильные классы по физике. В таких школах, как правило, несколько учителей, работающих в одной смене, но в разных параллелях, следовательно, в одном кабинете они разместиться не могут.

Кроме того, наше анкетирование показывает, что сами учителя не всегда используют физический эксперимент в качестве средства обучения. Основной причиной при этом называется нехватка устаревшего оборудования в школах. Другой причиной, по словам учителей, является нехватка времени на учебном занятии для постановки физических опытов.

Для практического решения данной проблемы предлагаются разные пути. Так, главный редактор журнала «Физика в школе», С.В. Третьякова,

проблему оснащения образовательных учреждений предлагает решать путем создания единого информационного поля по вопросам развития и совершенствования материально-технической базы системы образования, широкого информирования всех заинтересованных сторон о новых подходах к решению этой проблемы [18].

Другой путь, который широко освящается в педагогической науке, связан с предложениями использования виртуального физического эксперимента за счет цифровых образовательных ресурсов.

Однако, первый путь пока находится в стадии теоретической разработки и поиска заинтересованных сторон. Замена же натурального эксперимента виртуальным содержит много дидактических проблем, главной из которых является то, что анимационная модель только частично отражает суть реального явления или процесса и не может полностью заменить натуральный эксперимент.

Таким образом, при построении образовательного процесса во многих школах возникает определенное противоречие между требованиями нормативных документов в области преподавания физики по проведению и организации физического эксперимента, с одной стороны и реальных возможностях учителя его проведения в условиях ограниченного времени и недостаточного оснащения специальным оборудованием физических кабинетов, с другой стороны.

Актуальность нашего исследования заключается в создании условий для сглаживания данного противоречия за счет применения самодельного оборудования, как на учебном занятии, так и во внеурочное время.

Гипотеза нашего исследования состоит в том, что, если в процессе обучения физике использовать самодельное оборудование, то этот процесс станет более эффективным с точки зрения формирования познавательного интереса школьников и повышения их учебной активности.

Объектом исследования является процесс обучения физике.

Предметом исследования является процесс организации проведения физического эксперимента на учебных занятиях по физике в основной и средней школе.

Целью исследования является разработка методических и практических рекомендаций по использованию самодельного оборудования при проведении физического эксперимента в основной и средней школе.

В соответствии с целью в дипломной работе были поставлены следующие задачи:

1) изучить психолого-педагогическую и методическую литературу по данной проблеме;

2) разработать теоретическую модель использования самодельного оборудования при постановке и проведении учебного физического эксперимента в основной и средней школе;

3) составить методическую разработку, включающую систему опытов, по теме «Законы механики Ньютона» с использованием самодельного оборудования.

Практическая значимость состоит в том, что нами предложена система физического эксперимента с использованием самодельного оборудования, которая включает в себя: демонстрационные опыты, опыты для организации фронтальной работы учащихся в классе и дома, лабораторную работу физического практикума.

## **Глава 1. ФОРМИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛЕ**

### **1.1 Физический эксперимент как средство обучения в школе**

Эксперимент, как метод научного познания, был сформирован в XVI-XVII веках. Первые ученые, которые систематически применяли экспериментальные и математические методы это И.Кеплер, Н.Коперник и

Г.Галилей. На современном этапе развития науки данный метод играет основную роль в качестве источника о природных явлениях.

Эксперимент представляет собой исследование какого-либо объекта путем активного воздействия на него в ходе создания новых условий, соответствующих целям эксперимента. В то же время наблюдение природных явлений и измерение их параметров сохраняет его значение в областях, где масштабы явлений не позволяют воспроизвести их в лабораторных условиях (в астрофизике, небесной механике, геофизике).

Применяя данный метод, экспериментатор, стремится воссоздать изучаемое явление из его условий столько раз, сколько понадобится для обобщающих выводов. Затем некоторые факты, должны быть оставлены в стороне как несущественные. Например, в экспериментах в области механики, где встречаются колеса, рычаги и тому подобное, экспериментатор может не рассматривать трение. Он знает, что трение существует, но полагает, что его влияние слишком мало, чтобы оправдать усложненный эксперимент, который учитывал бы трение. Таким же образом не учитывается сопротивление воздуха в опытах с медленно движущимися телами. Однако когда он имеет дело с большими скоростями, скажем с движением самолета, эксперименты с его макетом ставятся в аэродинамической трубе. Факторы, влияние которых незначительно, ученый не принимает их во внимание. Он может игнорировать факторы, которые могут производить эффект, чтобы избежать очень сложного эксперимента.

Как только существенные факторы будут установлены, то строится эксперимент, в котором некоторые из этих факторов сохраняются постоянными, а другим позволяют изменяться, или побуждают делать это. Конечной целью эксперимента является то, что необходимо найти законы, связующие все относящиеся к нему величины.

В качестве примера можно рассмотреть историю открытия газовых законов. Простые наблюдения физиков показали, что температура, давления и объем газа, масса которого постоянна, меняются одновременно. Р. Бойль и Э. Мариот, фиксируя температуру и наблюдая в экспериментах совместное изменение давления и объема газа, установили закон зависимости давления от его объема.

В других опытах, которые выполнял Гей-Люссак, фиксировалось давление и наблюдалось совместное изменение объема и температуры газа, что дало возможность установить закон зависимости его объема от температуры.

В опытах Шарля сохранялся постоянным объем и изучалось изменение давления газа в зависимости от температуры. В конце концов, был установлен соответствующий закон.

Множество экспериментов с газом различного состава, заключенными в сосуды различной формы показали, что состав газа и конфигурация в сосудах, в которой он заключен, являются существенными факторами, а совместное изменение температуры, давления и объемов газа подчиняется закону Менделеева-Клайперона.

Научное познание природных явлений и организация познавательного процесса при изучении учебных дисциплин имеют много общего, поэтому многие дисциплины используют экспериментальный метод, как одно из ведущих средств обучения. Так при изучении физики широко используется учебный физический эксперимент.

Учебный эксперимент – это воспроизведение с помощью специальных приборов физического явления на учебном занятии или в условиях, наиболее удобных для его изучения[41]. При этом он служит источником знаний, методом обучения, и видом наглядности, т.е. средство обучения.

Под средствами обучения в педагогике понимают предметную поддержку учебного процесса: материальные и материализованные

объекты, используемые в качестве инструментов деятельности педагога, а также в качестве носителей информации в учебном процессе [16, с. 96-97].

Функции средств обучения обусловлены их дидактическими свойствами. В учебном процессе средства обучения выполняют четыре основных функции:

1) компенсаторную (средства обучения облегчают процесс обучения, помогают достичь цели с наименьшими затратами сил и времени);

2) адаптивную (средства обучения помогают учителю приспособить содержание образования к возрастным и индивидуальным возможностям детей, создать благоприятные условия для обучения: помогают организовывать необходимые демонстрации, самостоятельную работу учащихся, дифференцировать учебные задания и т.д.);

3) информативную (средства обучения либо являются непосредственным источником информации (учебник, учебный видеофильм и т. д.), либо способствуют передаче информации (классная доска, проекционная аппаратура, лабораторное оборудование и т. д.);

4) интегративную (использование средств обучения позволяет рассматривать изучаемые предметы и явления многосторонне, выявлять и наблюдать разнообразные свойства изучаемого, глубже проникать в его суть).

Все вышеназванные функции выполняет учебный физический эксперимент, применяемый в современной школе.

Внедрение физического эксперимента, как средства обучения, в преподавание физики имеет свою историю.

В первой половине XVIII века в русской школе изучение физики было введено, и изучалась вместе с химией. Первый хорошо оборудованный кабинет физики появился в 1725 году, когда была открыта Российская Академия наук. В создании физического кабинета приняли активное участие академики Г.В. Крафт и Г.В. Рихман. Приборы кабинета применялись не только для научных работ, но и служили в качестве

наглядных пособий на лекциях в университете и в гимназии при Академии наук. Середина XVIII в. – это время серьезных научных открытий и изобретений, создание на их основе новых технических устройств и механизмов. В России между 1830 – 1860 гг. произошли структурные изменения в промышленности, носящие характер промышленного бума, возрастает число людей, занимающихся техникой, ее проектированием, созданием, внедрением и совершенствованием.

При этом возникла проблема подготовки грамотных специалистов в области науки и техники (машиностроении, приборостроении, навигации, электротехники и т. д.), которая решалась в высших учебных заведениях при подготовке научных инженерных кадров и на местах при подготовке обслуживающего персонала, способного решать те или иные по сложности технические задачи.

В школах России первые десятилетия обучение физике носило «меловой характер», но уже тогда передовые учителя начинают поиск эффективных методов обучения, используя опыт преподавания, накопленный учеными-академиками Г.В. Крафтом, Г.В. Рихманом, М.В. Ломоносовым. Так в предисловии к первому учебнику физики на русском языке М.В. Ломоносов писал: «Мысленные рассуждения произведены, бывают из надежных и много раз повторенных опытов» [37].

Вопрос о необходимости введения в преподавание физики практических работ учащихся впервые был поставлен основоположником первой русской методики естествознания А.Я. Гердом. В частности, он предлагал: «Детям необходимо дать возможность делать самостоятельные опыты и наблюдать естественные тела» [5].

Конец XIX в. и начало XX века характеризуется оживлением методической мысли. Были изданы первые методические пособия, в которых затрагивались вопросы экспериментальной подготовки учащихся по физике в школе. Это методическое пособие Ф.Н. Шведова «Методика физики», Ф.Н. Индриксона «Учебники физики для средней школы» [31],

В.В. Лермантова, «Методика физики и содержание приборов в исправности» [36], Н. В. Кашина «Методика физики». Данные авторы говорили о необходимости использования лабораторных работ при обучении физике, предлагали конкретные примеры экспериментальных заданий, давали рекомендации по использованию некоторых простейших и доступных приборов и материалов.

Например, В.В Лермантов большое внимание уделяет опытному преподаванию физики: «Опыты в классе служат не для «доказательства закона», а для «уяснения» его смысла; в других случаях только для показания самого явления, о котором идет речь. Поэтому опыт должен быть по возможности прямой, незатемненный сложным прибором» [36, с.24]. Он считает необходимым приблизить школьную физику к жизни, практике, отводя значительную часть учебного времени на эксперимент.

Необходимость экспериментального преподавания физики горячо отстаивал профессор О.Д. Хвольсон. В постановлении подкомиссии 1900 г. По вопросам постановки преподавания физики, работавшей под его председательством, имеются следующие указания: «Задача эксперимента состоит в достижении главных целей. Первая цель – дать возможность ученику собственными чувствами ознакомиться с физическими явлениями; эти непосредственные ощущения не могут быть заменены никакими описаниями.

Вторая цель – ознакомление учащихся с научными методами исследования природы, развитие его наблюдательности. В одних случаях опыт явится средством открытия закона, в других – проверкой закона, выведенного дедуктивным путем, в-третьих – развитием творчества ученика путем предоставления ему возможности самому придумывать опыты для исследования изучаемых явлений и законов. Преподавание физики, в котором эксперимент не составляет основы всего изложения, должно быть признано бесполезным» [44].

В этот же период появилось значительное количество публикаций, посвященных демонстрационным опытам, экспериментальным исследованиям и лабораторным занятиям. В программах же по физике вопрос о выделении учебного времени на лабораторно-практические работы еще не ставился. И только на Съезде учителей физики, химии и космографии, который состоялся в 1914 г. В Петербурге этот вопрос был решен положительно.

В следующем году принимается официальное решение об обязательном использовании лабораторного метода и демонстрационного эксперимента в преподавании физики. В записке к проекту программы по физике отмечалось, что «лабораторные занятия должны составлять неотъемлемую часть курса физики, столь же существенную, как и уроки». Здесь же было предложено внести в программу более ста работ лабораторного типа обязательных для выполнения. С этого времени началась работа по развитию учебного физического эксперимента, совершенствованию школьных программ, укреплению материальной базы физических кабинетов. Однако данное решение до конца не было выполнено из-за слабой материально-технической базы школ, гимназий, отсутствием промышленного выпуска физического оборудования. В то же время передовые учителя продолжали работу по развитию учебного эксперимента, конструируя и изготавливая самодельные приборы и установки.

Таким образом, в дооктябрьский период довольно активно разрабатывались вопросы методики и техники демонстрационного и лабораторного эксперимента. Однако общие вопросы методики – связь теории с практикой, теоретический анализ содержания курса физики, развитие творческих способностей учащихся – только ставились в высказываниях некоторых ученых.

В 1920 – 1921 гг. складываются черты школы политехнического типа, отвечающей нуждам народного хозяйства. Образовательное,

мировоззренческое и политехническое значение физики было, наконец, по достоинству оценено и отражено в учебных планах.

На всех этапах развития советской школы в центре внимания методистов были проблемы совершенствования содержания физического образования. Это выразилось в разработке учебных программ, учебников и методов обучения, отвечающих задачам и принципам советской школы. В 1918 г. П.А. Знаменским была составлена первая программа – минимум для единой трудовой школы I и II ступени, в которой были изложены главные методические принципы: научность, систематичность, связь теории с практикой, ступенчатость построения школьного курса физики, усиление роли эксперимента и физической теории.

Преподавание физики в массовой школе дало новые данные о месте и значении демонстрационного эксперимента, которые оценил П.А. Знаменский: «В настоящее время не может быть споров и сомнений о том, что при изучении физики в школе обязательно возможно более полное применение эксперимента. Ряд положений, воспринятых учеником, но не ставших для него даже фактами, вследствие отсутствия наблюдений и опыта, только обременяет память учащегося, но не дает понимания и не вырабатывает привычки самостоятельного и независимого суждения. Даже самый образный рассказ учителя об эксперименте не может заменить для учащегося непосредственного живого восприятия предметов и явлений» [7].

Важным этапом в развитии содержания и техники проведения учебного демонстрационного эксперимента стало появление в 1934 – 1941 гг. фундаментального труда московских методистов Д.Д. Галанина, Е.Н. Горячкина, С.Н. Жаркова, Д.И. Сахарова, А.В. Павши «Физический эксперимент в школе» [21].

В отборе демонстраций авторы придерживались позиции, что демонстрации могут быть разбиты на две группы, значительно отличающиеся друг от друга:

1) демонстрационный эксперимент или опыты, служащие для воспроизведения физических явлений;

2) демонстрация наглядных пособий (модели, диапозитивы, кинофильмы, настенные картины), предназначенные для ознакомления с внешним видом и устройством технических объектов и некоторых физических приборов, а также демонстрация разного рода физических изображений, в частности диаграмм и графиков».

В последующие периоды методические идеи в трудах И.И. Соколова, П.А. Знаменского, Д.Д. Галанина, Е.Н. Горячкина и др., получили дальнейшее развитие.

В 50 – 60-е годы сотрудниками АПН СССР под руководством А.А. Покровского была разработана целая система школьного физического эксперимента, включающая в себя демонстрации, лабораторные работы, физический практикум, экспериментальные задачи и фронтальные опыты. Результаты этих исследований обобщены в ряде книг: «Физический практикум в средней школе» [14], «Демонстрационные опыты по физике в 6 – 7 классах» [27], «Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе» [39] и др.

Переход на новое содержание школьных программ и учебников физики (1968 – 1973) обусловил появление новой методической литературы. Для учителей физики были изданы новые оригинальные методические пособия. Среди них особо отметим фундаментальное методическое руководство по демонстрационному эксперименту под редакцией А.А. Покровского «Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе».

Система демонстрационных опытов, описанная в данном пособии, приведена в соответствие с характером, содержанием и последовательностью изложения учебного материала, представленного действующей программой и учебными пособиями того времени. Практически все опыты, приведенные в пособии, поставлены на типовом

школьном оборудовании. Раздел «Электродинамика» представлен описанием 112 опытов, что составляет около 35% от общего количества.

В предисловии к руководству авторы указали основные методические задачи, которые должны решаться с помощью демонстрационного эксперимента. «Демонстрационные опыты, - указывает А.А. Покровский, - как известно, формируют накопленные ранее предварительные представления, которые к началу изучения физики далеко не у всех учащихся бывают одинаковыми и безупречными. На протяжении всего курса физики эти опыты пополняют и расширяют кругозор учащихся. Они зарождают правильные начальные представления о новых физических явлениях и процессах, раскрывают закономерности, знакомят с методами исследования, показывают устройство и действие некоторых новых приборов и установок, иллюстрируют технические применения физических законов. Все это конкретизирует, делает более понятными и убедительными рассуждения учителя при изложении нового материала, возбуждает и поддерживает интерес к предмету».

В последующий период тема физического эксперимента в преподавании физики получила достойное развитие. Появилось большое количество фундаментальных книг, таких авторов как В.А. Буров [1], Н.М. Шахмаев[22], А.В. Усова [20], и др. Оборудование, необходимое для постановки физического эксперимента, описываемого данными авторами до сих пор можно обнаружить во многих учебных заведениях.

На современном этапе развития системы образования, который переживает российская школа, тема физического эксперимента как средства обучения получила новые направления. Так совершенствуются старые, конструируются эксперименты на основе чувствительных датчиков давления, температуры, силы, времени и т.д., результаты эксперимента обрабатываются с помощью компьютерных программ. Широкое распространение в наши дни получил интерактивный эксперимент, распространяющийся с помощью электронных носителей. Разработаны

такие программы как «Классная физика» [34], «Инфоурок» [32], «Открытая физика» [38], а также существует программа «Физика. Электронная тетрадь» и т.д.

В электронных сетях существуют сайты, демонстрирующие физические опыты, например, сайт «Галилео» [24], «Диаграмма» [29], «Простая физика» [40] и «Физика.Ру» [43] и т.д.

В развитие физического эксперимента большой вклад вносят работающие учителя физики и преподаватели вузов. Так, например, в г. Глазов много лет подряд проводится научно-практическая конференция по данной проблеме. В Южно-Уральском Государственном Гуманитарно-педагогическом университете проходит ежегодная Всероссийская олимпиада среди студентов по методике обучения физике, где на экспериментальном туре представляются самодельные приборы.

Физический эксперимент, как средство обучения, на современном этапе выступает в следующих видах:

- 1) демонстрационный эксперимент;
- 2) фронтальные лабораторные работы;
- 3) физический практикум;
- 4) экспериментальные задачи;
- 5) внеклассные физические опыты.

Демонстрационный эксперимент – это опыт иллюстративного характера, сопровождающий познавательные или развлекательные мероприятия.

Фронтальные лабораторные работы – это такой вид практических работ, когда все учащиеся класса одновременно выполняют однотипный эксперимент, используя одинаковое оборудование.

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 более сложного оборудования, более 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.

К экспериментальным задачам относят такие физические задачи, постановка и решение которых органически связаны с экспериментом: с различными измерениями, воспроизведением физических явлений, наблюдениями за физическими процессами, сборкой установок электрических цепей и т.д. Большинство таких задач строится так, чтобы в ходе решения ученик сначала высказал предложения, обосновал умозрительные выводы, а потом проверил их опытом. Такое построение вызывает у учеников большой интерес к задачам и при правильном решении большое удовлетворение своими знаниями.

Домашние лабораторные работы – простейший самостоятельный эксперимент, который выполняется учащимися дома, вне школы, без непосредственного контроля со стороны учителя за ходом работы.

Универсальными дидактическими средствами являются компьютер и сетевые информационные системы (локальные компьютерные сети и глобальная сеть Интернет). Благодаря возможности подключения различного оборудования и разнообразию устанавливаемых программ сегодня компьютер можно использовать как визуальное, аудиальное или аудиовизуальное средство, а также в качестве тренажёра. Использование в учебном процессе сети Интернет практически снимает территориальные ограничения доступа к информации, позволяя использовать ресурсы крупнейших электронных библиотек и образовательных порталов, на качественно новом уровне организовать дистанционное обучение. Данное средство очень часто используется совместно с физическим экспериментом, что повышает возможности последнего.

Известный советский методист Е. Н. Горячкин утверждал: «Не будет преувеличением, если признать, что конструирование преподавателем самодельных оборудований является не только необходимым, но и неизбежным спутником деятельности учителя как проявление его собственной инициативы и роста квалификации и как неотъемлемая часть его профессиональной работы» [25].

Ежедневное общение с оборудованием школьного физического кабинета позволяет учителю прочувствовать достоинства и недостатки имеющихся приборов, наличие и отсутствие приборов, необходимых для доходчивого изложения сложных для понимания явлений и закономерностей природы. И как естественная реакция на неудовлетворенность существующей техникой демонстрационного эксперимента появляется стремление улучшить имеющиеся приборы и изготовить недостающие. Поэтому в кабинете каждого творчески работающего учителя физики рядом с приборами фабричного изготовления всегда имеются самодельные приборы демонстрационного эксперимента.

## 1.2. Использование самодельного оборудования в преподавании физике

Применение самодельного оборудования в процессе преподавания физики идея не новая. Как уже упоминалось выше, еще в годы формирования дидактических принципов преподавания физики, начиная с 1914 года в условиях слабой материально-технической базы школ, гимназий, отсутствием промышленного выпуска физического оборудования передовые учителя продолжали работу по развитию учебного эксперимента, конструируя и изготавливая самодельные приборы и установки.

Данная работа продолжалась и в период становления советской школы вплоть до конца 90-х годов прошлого столетия. В качестве примера можно привести разработки таких авторов, как Кашин Н.В., Шведов Ф.Н., Горячкин Е.Н., Соколов П.А., Знаменский П.А.

На современном этапе можно отметить разработки таких авторов, как Смирнов А.В., Степанов С.В., Никифоров Г.Г. и т.д.

Проблема использования самодельного оборудования актуальна и среди самих школьников. В интернете можно найти много примеров разработок школьников по данной проблеме. Например, ученик 8 «а» класса написал проект по теме «Физический прибор своими руками» вместе со своим преподавателем по физике Шамовой Татьяны Николаевны. В данном проекте был представлен прибор, предназначенный для наблюдения резонанса в механических колебаниях. Прибор был изготовлен своими руками из обыкновенной проволоки, шариков, гайки, олова и лески. Можно сделать вывод о том, что наблюдать за опытом проводимым учителем, интересно, а проводить его самому интереснее вдвойне. А проводить опыт с прибором, сделанным и сконструированным своими руками, вызывает очень большой интерес у всего класса.

Известно, что уроки физики в средней школе должны опираться на опыт. Обусловлено это тем, что основные этапы формирования физических принципов – наблюдение явления, введение величин, которые характеризуют его, установление связей между различными явлениями - не обладают достаточной эффективностью, если не применять опыты. Демонстрация экспериментов на занятиях, показ некоторых из них при помощи информационных технологий, выполнение лабораторных работ учениками определяют основу экспериментального метода изложения курса физики в школе. При обучении физике, будучи источником новой информации, учебный эксперимент в то же время является и главным средством наглядности; он наиболее эффективно помогает при формировании у учащихся конкретных образов, которые правильно

отображают в их сознании действительно существующие физические явления, процессы и объединяющие их законы. Физический эксперимент предполагает собой не только иллюстрацию различных явлений и процессов. Он выступает как средство доказательства правильности тех или иных теоретических положений, содействует выработке уверенности в познаваемости физических явлений, формирует умения и навыки учащихся. Хорошо организованный школьный физический эксперимент служит также действенным средством воспитания таких черт характера личности, как тщательность в получении аргументов, настойчивость в достижении уставленной цели, аккуратность в работе, умение наблюдать и выделять в рассматриваемых явлениях их существенные признаки и др.

Известный советский методист Е. Н. Горячкин утверждал: «Не будет преувеличением, если признать, что конструирование преподавателем самодельных оборудований является не только необходимым, но и неизбежным спутником деятельности учителя как проявление его собственной инициативы и роста квалификации и как неотъемлемая часть его профессиональной работы» [25; с. 13].

Основной признак школьного самодельного оборудования – изготовление его в условиях физической лаборатории своими силами и средствами. Конструкция и внешность прибора всегда будут различными. Некоторые учащиеся строят своими силами и средствами работающие модели паровых машин и турбин, двигателей внутреннего сгорания, высококачественные летающие модели самолётов, кораблей электровозов и даже телеуправляемые модели. Случается, что некоторые из них, если не по своей внешней отделке, то по внутренним качествам, не уступают фабричным изделиям.

По В.Г. Разумовскому, «изготавливая прибор, модель или какое-то устройство, учащиеся «вдруг видят» взаимосвязь явлений, видят, что иногда ожидаемый эффект «гасится» другим непредвиденным эффектом. Все это

заставляет ученика переосмысливать явления, более глубоко продумывать изученное и более критически подходить к вновь изученному» [15, с.59].

Процесс обучения физике начинается с организованного наблюдения окружающей среды. Такие наблюдения в той или иной мере проводятся учащимися до изучения физики. Поэтому к 7 классу учащиеся уже имеют некоторый запас различных физических представлений.

Однако, ограничиться только этими представлениями и опираться лишь на них ошибочно при обучении физике по следующим причинам: во-первых, эти представления далеко не у всех учащихся одинаковы; во-вторых, они могут оказаться у отдельных учащихся не совсем правильными, в третьих этих представлений далеко не всегда бывает достаточно для понимания и надлежащего восприятия того или иного материала. Запас представлений должен пополняться, постепенно, на протяжении всего курса.

Всё это приводит в школьных условиях к необходимости воспроизводить нужные для обучения явления в виде специально организованных демонстрационных опытов.

Правильно поставленные физические эксперименты по физике сопровождаются соответствующими объяснениями учителю, прежде всего, дают возможность учащимся видеть не только общую конкретную обстановку – отдельные предметы, приборы, вспомогательное оборудование и т.п., но и полную картину постепенного течения изучаемых физических явлений. Всё это запечатлевается у учащихся в виде многообразных представлений и сравнительно легко воспроизводящихся в памяти в связи с рядом конкретных образов, которые остаются после каждого опыта.

Ежедневное общение с оборудованием школьного физического кабинета позволяет учителю прочувствовать достоинства и недостатки имеющихся приборов, наличие и отсутствие приборов, необходимых для доходчивого изложения сложных для понимания явлений и

закономерностей природы. И как естественная реакция на неудовлетворенность существующей техникой демонстрационного эксперимента появляется стремление улучшить имеющиеся приборы и изготовить недостающие. Поэтому в кабинете каждого творчески работающего учителя физики рядом с приборами фабричного изготовления всегда имеются самодельные приборы демонстрационного эксперимента.

Кроме того, физические эксперименты, проводимые на основе самодельного оборудования, приучают учащихся под непосредственным руководством преподавателя к более сосредоточенному и строгому проведению наблюдений. Они приучают искать источник знаний по физике в явлениях внешнего мира, в опыте.

Правильно поставленный эксперимент прививает учащимся живой, легко поддерживаемый интерес к физике – несомненный залог успеха в деле обучения.

Разнообразные физические представления, полученные учащимися из организованных в классе наблюдений и зарождающийся на их почве интерес к физике дают возможным переход от представлений к установлению основных физических понятий о простейших явлениях, физических величинах, приёмах измерения величин, об отдельных приборах, установках и т.д.

На других видах занятий эти понятия формируются, развиваются, углубляются почти на протяжении всего курса обучения в школе. Между ними постепенно устанавливаются связи и зависимости, т.е. учащиеся вполне естественно подводятся к изучению физических законов и теорий – настоящему, глубокому освоению курса.

Однако, любой эксперимент проводимый в классе на основе самодельного оборудования, должен непременно отвечать целому ряду требований: это прежде всего – кратковременность. Строгий режим времени для демонстрации эксперимента почти исключает возможность его повторения во время занятий, если это не вызывается самим содержанием

иллюстрируемого явления, значит каждый опыт на уроке должен удаваться сразу. Отсюда вытекает второе требование: обеспеченность удачи опыта. Третье требование: отчетливая видимость и выразительность. Отчетливая видимость и выразительность приводит к четвёртому не менее важному требованию – убедительности демонстрационного эксперимента.

Ещё одно требование, которое хоть и не является основным, на мой взгляд, тем не менее, важное – это эффективность. Эффективные опыты чаще всего нужны не столько для выяснения нового, сколько для иллюстрации уже изученного материала. Благодаря эффективности они оживляют преподавание, возбуждают интерес, легко ассоциируют с пройденным материалом и позволяют учащимся лучше запечатлеть этот материал в памяти.

Проанализировав состояние проблемы развития методики и техники физического эксперимента при изучении физики, мы пришли к следующим выводам:

1. Экспериментальный метод обучения основам физики по своей логической структуре соответствует научному методу и органически входит во все компоненты этой структуры.

2. Эксперимент, являясь одним из основных методов исследования в науке, при обучении физике выступает как объект изучения и одновременно, и как метод и средство обучения.

3. В методической литературе в достаточной степени разработано содержание физического эксперимента, определена его роль и место в преподавании физики.

4. Реальные условия, в которых живет и развивается современная школа, требуют от педагога определения новых форм по организации и проведению физического эксперимента.



## **Глава 2. ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ОСНОВНОЙ И СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ НА ОСНОВЕ САМОДЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

### **2.1 Анализ использования самодельного оборудования при проведении эксперимента в процессе обучения в физике**

Роль, содержание и методика применения физического эксперимента в педагогической науке обсуждаются с момента его введения в учебную программу дисциплины. Вопросы, связанные с данной проблемой, широко освещены в работах советских дидактов: Е.Н. Горячкина, В.П. Орехова, П.А. Знаменского, А.А. Покровского, Л.И. Резникова, М.А. Данилова, В.П. Есипова, Н.М. Шахмаева, С. Е. Каменецкого, С.А. Хорошавина, Л.И. Анциферова, Шпрокхофа, А.А. Марголиса и др.

Процесс совершенствования методики и техники школьного физического эксперимента является актуальным и в наши дни. Например, он регулярно освещаются на страницах журнала «Физика в школе», а также в выходящих сборниках «Физический эксперимент в школе». Это статьи: А. А. Найдина «Эксперимент в структуре физической теории»; С. А. Хорошавина «Дидактический принцип наглядности»; А. Б. Айнбиндера «Как облегчить понимание демонстрационного эксперимента»; Э. М. Браверман «Физический эксперимент учащихся как средство их развития»; А. Н. Малинина «Познавательная функция физического эксперимента»; В. Я. Синенко «Структура методики и техники школьного физического эксперимента» и т. д. Отметим статьи Н. М. Зверевой «О выдвижении учащимися гипотез при решении учебных проблем»; Р. И. Малафеева, «Беседы с учащимися - одна из форм проблемного обучения», в которых рассматривается применение в обучении частично-поискового метода, статью С. В. Анофриковой «Отбор демонстраций к уроку».

Например, Р.И. Малафеев показывает возможность реализации частично-поискового метода на основе обращения к вопросно-ответной форме при изучении старшеклассниками нового материала. Так, для проблемного изучения какого-либо явления автор использует «опорный» эксперимент. Им может быть известный опыт, например, опыт по наблюдению явления самоиндукции, фотоэффекту и др. Автор показывает, как с помощью продуманной системы вопросов удастся активизировать мыслительную деятельность учащихся и управлять процессом усвоения знаний. Демонстрационный эксперимент при такой форме подачи материала выполняет не иллюстративную функцию, а выступает как проблемный и исследовательский.

Н. М. Зверевой в своем пособии для учителей «Активизация мышления учащихся на уроках физики» предлагает различные методы обучения, например, метод проблемного изучения, где основой обучения является создание ситуаций, формировка проблем, подведение учащихся к проблеме. Ее задача - направить деятельность учащихся на максимальное овладение изучаемым материалом, обеспечить мотивационную сторону деятельности, вызвать интерес к ней. Метод алгоритмизированного обучения, т.е. деятельность человека, рассматривается как определенная последовательность его действий и операций, представленная в виде некоторого алгоритма с начальными и конечными действиями. Основой метода эвристического обучения является поиск и сопровождение способов и правил, по которым человек приходит к открытию определенных законов, закономерностей решения проблем. И наконец, метод исследовательского обучения. Если эвристическое обучение рассматривает способы подхода к решению проблем, то исследовательский метод - правила правдоподобных истинных результатов, последующую их проверку, отыскание границ их применения [30].

А также Э. М. Браверман в своем методическом пособии «Вечера по физике в средней школе» рассматривает два интересных и увлекательных

раздела таких как «Вечера по физике для восьмилетней школы» и «Вечера по физике для средней школы». В каждом из этих разделов автор описывает физику как увлекательную и загадочную науку. Например, под такими названиями как «Тайны жидкостей и морских глубин», «Физика и музыка», «Физика против религии», «День радио в школе», «Свет служит человеку» и т.д. Э. М. Браверман в своем пособии преподносит физику в игровой форме в виде театральной постановки, где рассматриваются задачи по физике, физические эксперименты и др. Это довольно увлекательно и интересно [23]!

Кроме того, на современном этапе физического образования много внимания уделяется такому направлению, как использование в эксперименте новых научных и технических средств, таких как электронные датчики, ЭВМ, компьютер. Разработку этой темы можно найти в исследованиях Н.И. Шефера, Н.Б. Букиной, А.П. Мушкова, В.Ф. Шилова, В.С. Бирюкова и Н. А. Прокофьева, Г.Т. Горбунова и др.

Например, Н.И. Шефер предлагает физический практикум, где школьники выбирают элективный курс либо с техническими приложениями физики, другой школьник может выбрать элективный курс с самостоятельными исследованиями, с подготовкой к выпускному экзамену, либо выбирают элективный курс, чтобы проявить свои способности. Предлагаемые автором физический практикум содержит разнообразные экспериментальные задания. Он оснащен пятью лабораторными работами и семью экспериментальными заданиями, что позволяет учащимся сделать самостоятельный выбор экспериментальной работы [33, с. 96].

В.Ф. Шиллов в своем методическом пособии для учителей указывает на дидактические функции технических средств обучения, на аппаратуру ТСО, которая содержит описание, настройки и эксплуатации проекционной, телевизионной и звуковоспроизводящей аппаратуры с учетом техники безопасности, эргономических и санитарно-гигиенических норм и

требований. А также Шилов В. Ф. указывает на планирование использования аудиовизуальных средств обучения [47].

Н. А. Прокофьев изучает управление в технических системах, основываясь на электромеханических системах, технических средств автоматизации и управления, а также изучает элементы систем управления. Пособие Н. А. Прокофьева предназначено в основном для студентов, обучающихся по техническим специальностям или направлениям [35].

Анализ вышеназванной литературы позволил нам выделить некоторые итоги развития учебного физического эксперимента на современном этапе:

1. Содержание, роль и место учебного физического эксперимента в новой системе обучения достаточно разработаны.

2. Основными формами организации физического эксперимента являются демонстрации, лабораторные занятия, физический практикум, каждая из них выполняет свою функцию.

3. Наряду с демонстрациями, поставленными на типовом школьном оборудовании, которые в основном показывают качественную сторону физического явления или закономерности, появляется все больше и больше новых (цифровых) измерительных приборов, позволяющих ставить количественные демонстрации.

При разработке проблемы использования учебного физического эксперимента вообще, в дидактике физики много внимания уделяется методике использования самодельного оборудования, в частности. Начало разработки данной проблемы так же связано с исследователями советского периода.

В качестве примера можно привести пособие Д.С. Шевелкина и Б.В. Рыкунина «Лабораторные работы по физике на самодельных приборах», вышедшее в 1955 году, в котором подробно описывается технология изготовления и методика применения экспериментальных установок при обучении физике на начальном этапе, т.е. в VI – VII классах [46].

Другим примером может служить пособие для учителя, написанное в 1958 году А.Б. Варнавских и П.Т. Николаенко под названием «Некоторые опыты по механике» [2]. Идеи, заложенные в данной работе, являются актуальными и сегодня. Ниже в нашем исследовании будет приведена разработка опыта, которую мы предлагаем использовать в учебном процессе с использованием современного оборудования.

Значительный интерес в начале 60-х годов вызвало появление методического пособия немецких авторов Р. Гирке и Г. Шпрокхофа «Эксперимент по курсу элементарной физики»[4]. В русском издании руководство состоит из шести частей.

При отборе демонстрационных опытов авторы придерживались следующей концепции:

1. Устанавливать факт физического явления, закона, используя простейшее самодельное оборудование (кроме электроизмерительных приборов и источников тока).

2. Демонстрировать не готовые установки, а «собирать их из отдельных частей по ходу изложения и объяснения».

3. Там, где это, возможно, следует привлекать учащихся к проведению демонстрационных опытов.

Авторы пишут: «Эксперимент, проведенный на самодельном оборудовании и в самом процессе изложения материала, более доходчив, а значит, и педагогически более целесообразен» [4, с.120].

Авторы уделяют большое внимание постановке фундаментальных опытов на количественной основе. Примером этому являются опыты по проверке закона Кулона с использованием модели крутильных весов (по Шюрхольцу), по проверке закона электромагнитной индукции, закона Фарадея для электролиза и др. Представляют интерес опыты, раскрывающие понятия напряженности электрического и магнитного полей, электроемкости конденсатора.

Рассмотрим один интересный пример, связанный с описанием опыта под названием «Демонстрация при помощи зонда-пламени электрического поля Земли». Суть данного опыта состоит в том, что на торце длиной, не менее 5 м, бамбуковой рейки перпендикулярно ее продольной оси укрепляют деревянный диск с подсвечником. Предварительно в диске эксцентрически просверливают отверстие, в которое и пропускают конец длинной медной проволоки. Выступающий над диском конец проволоки изгибают под прямым углом и, как только в подсвечнике будет закреплена свеча, конец проволоки направляют так, чтобы он попадал в горячую часть пламени свечи. Проволоку, свисающую ниже диска, следует закрепить, чтобы она не выскользнула из диска под действием собственного веса. Это нужно сделать, тем более, что проволоку для большей изоляции продевают в резиновый шланг такой же длины. Проволоку в этом случае можно крепить не только к диску, но и к самой рейке. Нижний конец проволоки, зачищенный от изоляции, соединяют с кондуктором электрометра Брауна. Корпус электрометра в начале эксперимента не заземляют, а заземление делают после первого наблюдения. После подготовки прибора зажигают свечу и рейку переводят в вертикальное положение. Едва рейка будет поднята, стрелка электрометра отклонится от положения равновесия. Отклонение стрелки будет тем больше, чем выше поднята над землей свеча с введенным в ее пламя концом проволоки, соединенной с кондуктором электрометра. В развитие эксперимента следует продемонстрировать и влияние заземления корпуса электрометра. При помощи, натертой о шерсть полихлорвиниловой палочки нетрудно установить, что на кондукторе электрометра возникает положительный заряд. Так как эквипотенциальные поверхности Земли значительно деформируются деревьями и постройками, целесообразно эксперимент проводить на открытой местности. Впрочем, эксперимент можно провести и в помещении, желательно расположенном в верхнем этаже здания. В этом случае крепление диска со свечой следует изменить. Диск нужно закрепить не на торец рейки, а сбоку. Все остальное

крепление то же. Подготовленный таким образом прибор на рейке выносится через окно по возможности дальше от стен. При таком положении рейки она как бы пересекает эквипотенциальные поверхности, направленные вблизи здания почти вертикально [28, с. 53-54].

Сложность организации данного опыта состоит в конструировании длинной рейки, на конце которой устанавливается зонд, поэтому на практике редко кому удастся этот опыт поставить. Однако студент второго курса физико-математического факультета ЮУрГГПУ Шестаков Матвей, используя доступность в приобретении различных материалов, смог реализовать идею авторов. Для этого он использовал кабель-канал, длинную медную проволоку с резиновой трубкой заменил телевизионным кабелем. На рис. 1 представлена фотография его опытной установки.

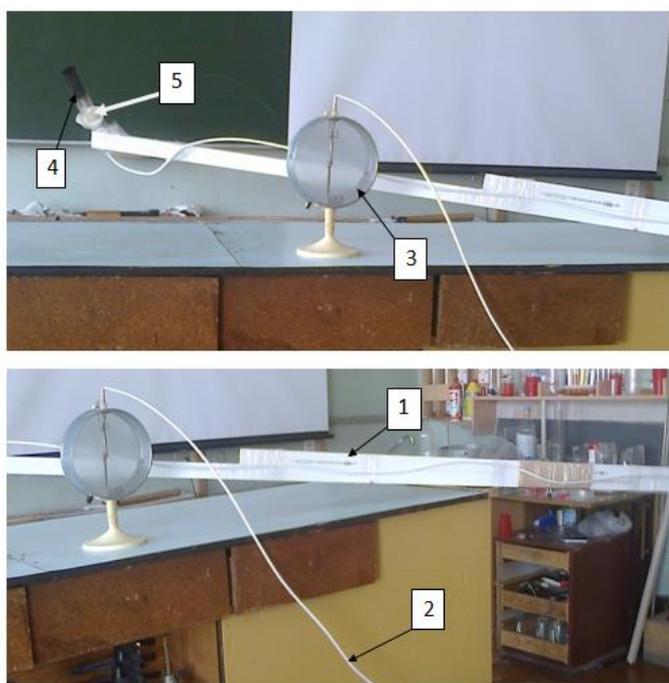


Рисунок 1 – Демонстрация электрического поля Земли при помощи зонда-пламени

В пособии Г.А. Гурьянова рассматриваются различные опыты по физике с приборами из самодельного оборудования, также в книге описывается, как создать самодельное оборудование из различных подручных средств. В книге Г. А. Гурьянова написано, где можно

применять, использовать материалы и инструменты самодельного оборудования [6].

В одной из интересных книг «Опыты и самоделки по физике» [17], автором которой является В.А. Смирнов, рассказывается о физических опытах, сделанных своими руками из подручных средств. В книге, каждый опыт относится к различным разделам физики. Например, «реактивный двигатель из куриного яйца» относится к механике. «Иголка невидимка», «Карманные солнечные часы», «Перископ», «Стробоскоп» распределены в разделе оптика. Каждый физический опыт иллюстрируется и подробно описывается в книге В.А. Смирнова.

Как уже говорилось выше журнал «Физика в школе» много внимания уделяет проблеме эксперимента. При этом особое внимание журнал уделяет совершенствованию учебного эксперимента по темам и разделам школьного курса физики с использованием самодельного оборудования. Среди них особый интерес представляют работы В. В. Майера, С. А. Хорошавина, Г. И. Первака, С. А. Неверова и др. Например, в рубрике «Демонстрационный эксперимент с упрощенными приборами», С. А. Хорошавин показывает секреты мастерства при подготовке того или иного опыта. Рассматривает технологию изготовления простейших приспособлений, приборов, с помощью которых удастся довольно эффективно демонстрировать программные опыты по электричеству. В основном это качественные иллюстративные опыты, рассчитанные на начинающего учителя физики, который испытывает дефицит в фабричных демонстрационных приборах.

Особый интерес представляют статьи, в которых описываются самодельные приборы (или комплекты приборов), с помощью которых демонстрируется широкий спектр демонстрационных опытов по отдельной теме. Так, Ю. Пулатов и др. разработали комплект приборов по электромагнетизму, с помощью которого можно продемонстрировать «практически все опыты, необходимые при объяснении учащимся

динамических действий магнитных полей». Это опыты по наблюдению взаимодействию токов, силе Ампера, ориентирующему действию магнитного поля на контур с током и др. Входящие в комплект приборы технологичны в изготовлении, не потребляют высокого напряжения или большой силы тока (источник тока – гальванический элемент, чувствительны (используется свойство рычага), наглядны.

Разработанные комплекты приборов позволяют на высоком методическом уровне показать основные программные опыты без широкого привлечения фабричного оборудования, что особенно актуально для сельских школ, в которых в последнее время практически исчезает демонстрационный эксперимент. Статья М. Н. Скаткина, Н. П. Булатова «О политехническом образовании в преподавании физики» явилась началом поиска путей политехнизации с помощью различных методов обучения (решение задач, демонстрационный эксперимент). В этом направлении следует отметить работы Г. И. Жерехова, опубликованные в журнале «Физика в школе». В которых автор средствами демонстрационного эксперимента иллюстрирует применение физических методов в геологии (разведка полезных ископаемых), сельском хозяйстве (земледелие, кормопроизводство), военном деле (минные устройства), электроэнергетике (передача электроэнергии на расстояние) и т. п.

Очень ценными являются демонстрации, в которых одна и та же установка используется для показа явления или закономерности и для показа практического применения этого явления и закономерности. Этим самым подчеркивается связь между изучаемой наукой и применением данных науки в практической деятельности. Так, например, Г. И. Жерехов в статье «Модернизация генератора сантиметровых электромагнитных волн» показывает, что небольшое усовершенствование СВЧ генератора позволяет использовать его в практических целях в качестве радиопередающего устройства музыки, речи.

Например, в научно-практическом журнале Российской академии образования есть статья, написанная В. В. Майером и Е. И. Вараксиной [10], посвященная школьным опытам с воздушным насосом, где подробно описывается опыт и в качестве самодельного оборудования используется медицинский шприц. Также в их статье есть опыты по атмосферному давлению, где в качестве самодельного оборудования также используется медицинский шприц и пластиковая бутылка объемом 0,5 л. В. В. Майер и Е. И. Вараксина в своей научной статье демонстрируют ракету на сжатом воздухе, а в качестве ракеты используют все ту же пластиковую бутылку, но уже объемом 0,5 – 1,5 л.

В статье Е. Г. Сабрекова [11] описаны два опыта, в одном из них демонстрируется сплющивания пластиковой бутылки атмосферным давлением, другой опыт называется «Фонтан в колбе», где используется химическая колба с резиновой пробкой. Опыты демонстрируются картинками, на которых все тщательно нарисовано и каждый опыт Е. Г. Сабрекова подробно описан в статье. Проекты, подобранные в статье способствуют выполнению требований ФГОС.

Прибор для демонстрации упругого соударения шаров нам представили В. В. Майер и И. А. Васильев [12] в научной статье. Для демонстрации опыта они используют самодельное оборудование в виде линейки и силиконовых шариков. Опыт подробно описан и показан на рисунке. Описанный прибор найдет применение не только в основной, но и в старшей школе, а также в педагогическом вузе.

Также в научно-практическом журнале автор статьи О. А. Яворук [13] описывает наблюдение свободного падения пружины с использованием самодельного оборудования, которое есть у каждого ребенка дома. Это игрушка слинки (slinky). Данная игрушка была придумана в 1943 году военно-морским инженером Ричардом Джеймсом из США. Игрушка слинки, представленная на рис. 2, может демонстрировать свободное падение, колебания и волны в физике. Первоначально слинки

изготавливались из металла, а сейчас такие игрушки производятся из цветного пластика, имеющего радужную расцветку (отсюда и другое название этой пружины – радуга).



Рисунок 2 – Игрушка слинки

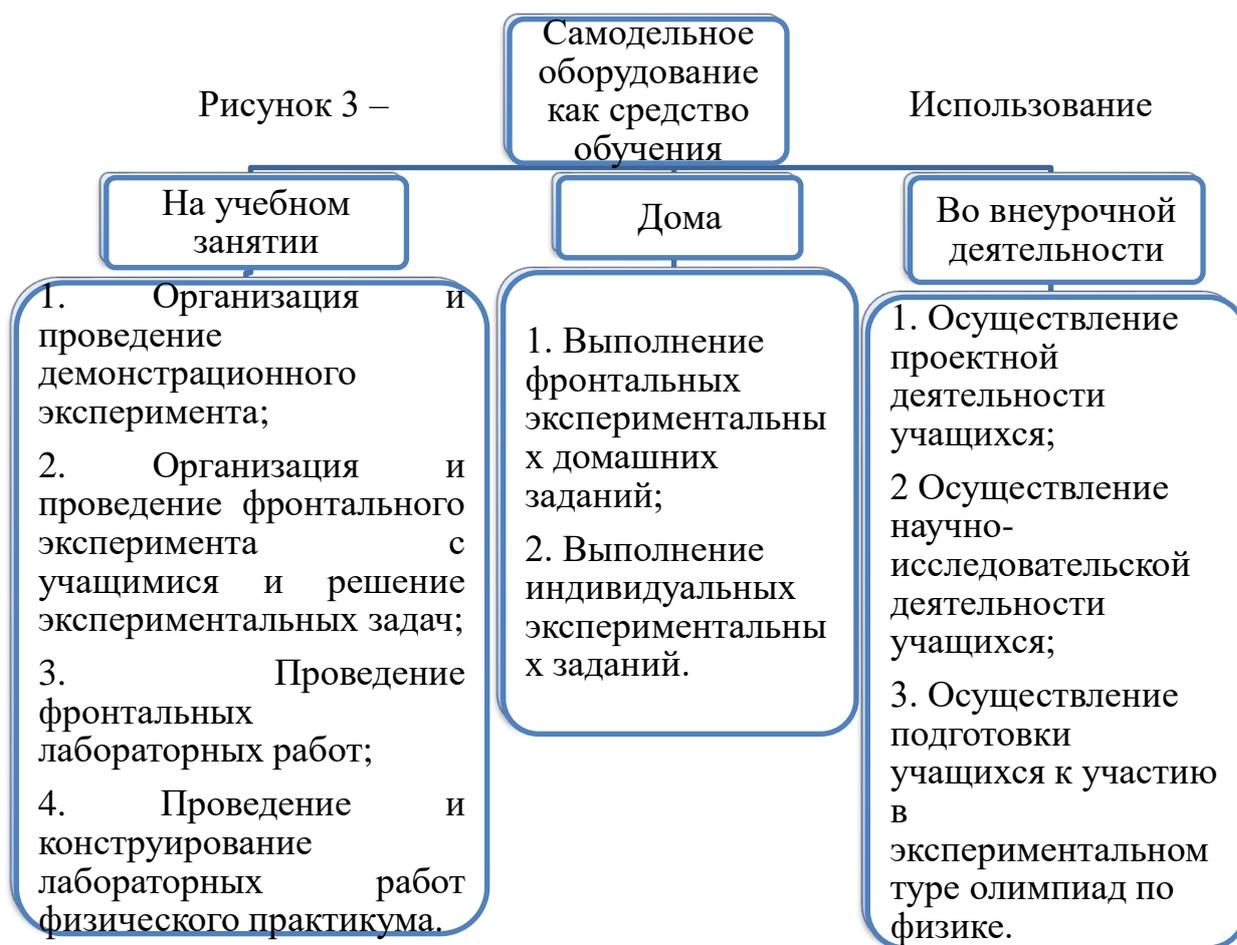
Разрабатывая приемы и способы применения самодельного оборудования для постановки учебного физического эксперимента в общей и средней школе, мы исходили из того, что: во-первых, данный вид эксперимента является эффективным средством обучения физике, во-вторых, данное средство обучения можно использовать при всех способах организации деятельности учащихся:

1) на учебном занятии (демонстрационный эксперимент; фронтальный эксперимент; экспериментальные задачи; фронтальные лабораторные работы; работы физического практикума);

2) дома, при организации самостоятельной работы (фронтальные и индивидуальные экспериментальные домашние задания);

3) на внеурочных занятиях (проектная и научно-исследовательская деятельность учащихся).

Данная идея иллюстрируется граф-схемой изображенной на рис.3.



самоделного оборудования в качестве средства обучения

Демонстрационные эксперименты определены учебной программой и занимают важное место в изучении курса физики. Очень важна тщательная подготовка к качественному и наглядному проведению эксперимента, но не менее важно поставить проблему перед учащимися, чтобы они четко уяснили, что нужно проверить или доказать в ходе эксперимента, а потом подвести к формулировке выводов по его результатам. Однако, демонстрация опытов недостаточно включает учащихся в процесс активного восприятия, они остаются пассивными наблюдателями, такие опыты не формируют экспериментальных умений и навыков, более эффективен фронтальный эксперимент, когда учащиеся самостоятельно проводят одинаковые опытные исследования на однотипном оборудовании.

Фронтальные эксперименты и наблюдения – это краткосрочный эксперимент в результате, которого наблюдают явления, устанавливают

закономерности или зависимости тех или иных физических величин от определенных факторов, в результате делают только качественные выводы.

Примером могут быть следующие опыты:

- 1) проверка зависимости силы трения от веса тела, качества обработки трущихся поверхностей, рода вещества трущихся тел;
- 2) зависимость выталкивающей силы от объема тела и рода жидкости, в которую погружают тело;
- 3) зависимость нагревания спирали от силы тока, зависимость силы тока от приложенного напряжения и сопротивления проводника;
- 4) зависимость изображения в собирающей линзе от взаимного размещения объекта и собирающей линзы;
- 5) зависимость преломления луча призмой от угла падения;
- б) зависимость силы тока в цепи переменного тока от индуктивности катушки.

Более глубоким и обстоятельным фронтальным экспериментом является лабораторная работа, в результате проведения которой делаются не только качественные, но и количественные выводы и определяются физические закономерности и количественная связь между физическими величинами.

Фронтальная лабораторная работа позволяет:

- 1) связать теоретическое изучение учебного материала с самостоятельным исследованием явлений и свойств тел;
- 2) провести обобщающие выводы не с одного наблюдения и измерения, а на основании результатов нескольких групп;
- 3) позволяет учителю управлять процессом формирования экспериментальных умений и навыков;
- 4) включить в поиск и активизировать познавательную деятельность практически всех учащихся;
- 5) после окончания опытов и наблюдений, после необходимых расчетов возможно коллективное обсуждение и оценка полученных

результатов, что активизирует умственную деятельность, учит обобщать результаты, содействует творческому развитию личности.

Высшей степенью школьного физического эксперимента является физический практикум, во время проведения которого приобретенные ранее знания и экспериментальные знания углубляются, расширяются, совершенствуются и обобщаются.

Подготовка к проведению физического практикума требует не только усилий и времени, но и вдумчивого подхода и анализа в выборе тематики, которая зависит от возможностей материально – технической базы (МТБ) кабинета, а также от уровня подготовки учащихся.

За счет времени, отведенного на повторение, очень коротко и сжато повторяется теоретический материал, соответствующий тематике работ физического практикума и, самое главное, рассматривается устройство, принцип работы приборов и оборудования, используемых в предстоящих работах физического практикума. Повторяются методы и приемы физических измерений, перевод единиц в систему СИ, методика определения цены деления приборов, а также много внимания уделяется теории вычисления погрешностей.

Поскольку работы физического практикума сложнее, чем фронтальные лабораторные работы, проводятся они в конце учебного года и охватывают широкий круг изученных тем, а для их проведения используется более сложное оборудование и приборы, то образовательная, развивающая и воспитательная возможности более широкие и глубокие.

Особое место в системе экспериментальной подготовки учащихся по физике занимает домашний эксперимент. Проблема поиска эффективных способов организации проведения учащимися физических опытов в домашних условиях не нова. Ее решением на разных этапах развития системы образования занимались такие отечественные исследователи как М.Ю. Адамов, Н.С. Белый, Т.Д. Бердалиева, Е.А. Веденева, З.А. Вологодская, В.А. Данюшенков, П.В. Зуев, М.Г. Ковтунович, О.В.

Коршунова, С.Ф. Покровский, Е.Н. Соколова, А.В. Усова, А.Ф. Шibaев, В.Ф. Шилов, С.Ю. Юров и др. К наиболее известным учебным пособиям по домашнему эксперименту относятся работы С.И. Юрова «Домашние экспериментальные работы учащихся по физике» (1954 г.), С.Ф. Покровского «Опыты и наблюдения в домашних заданиях по физике» (1963 г.), А.В. Усовой, З.А. Вологодской «Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе» (1981 г.) [19], В.А. Данюшенкова, О.В. Коршуновой «Домашний эксперимент по физике в условиях развивающего обучения» (2000 г.) [26], М.Г. Ковтунович «Домашний эксперимент по физике» (2007 г.) [9], П.В. Зуева «Простые опыты по физике в школе и дома» (2012 г.) [8].

Образовательный потенциал домашнего физического эксперимента достаточно высок. Возрастные особенности учащихся основной школы таковы, что для большинства из них самостоятельное выполнение опытов в домашних условиях является весьма привлекательным занятием. При организации домашнего эксперимента создаются уникальные условия для расширения базы экспериментальной подготовки школьников. Существенно увеличивается число выполняемых опытов и растет их разнообразие. Совершенствуются экспериментальные умения обучаемых, и обогащается состав данных умений.

Домашний физический эксперимент – это эффективное средство преодоления формализма в усвоении курса физики и формирования у учащихся контекстного физического знания. При выполнении опытов в домашних условиях достигается более высокий уровень самостоятельности учебной работы, и создаются благоприятные условия для развития технического творчества детей, реализуется политехническая направленность обучения физике. К домашним экспериментам может относиться как эксперимент, так и решение задач, упражнений, индивидуальных заданий и т.д. Домашние экспериментальные задания могут выполняться в парах или малых группах, что не только

является интересным и полезным для учащихся с точки зрения развития их коммуникативных умений, но и обеспечивает запуск механизма «взаимообучения». Немаловажный фактор, определяющий качество работы учащихся в условиях дома – это привлечение их родителей к организации домашнего физического эксперимента. Домашний физический эксперимент, может стать эффективным средством развития у школьников интереса к изучению предмета.

Повысить мотивацию в учении может помочь внеурочная деятельность. В Федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) дано определение понятия внеурочной деятельности. Внеурочная деятельность по физике осуществляется в рамках образовательного процесса в школе. Ее основной целью являются развитие индивидуальных способностей обучающихся к физике, повышение мотивации при освоении содержания учебного предмета [42], поэтому внеурочная деятельность учащихся по физике – это образовательная деятельность, которая является важным компонентом учебного процесса. Внеурочные занятия на базе образовательной организации могут проводиться по различным направлениям.

Внеурочная деятельность организуется в различных формах. Большое практическое и учебное значение имеет проектная и исследовательская деятельность учащихся, которая способствует мотивации их к изучению курса физики. Она позволяет учащимся осуществлять самостоятельную деятельность в достижении поставленной цели. Выполнение проекта предполагает оформление результатов исследования, например, в форме презентации, дает возможность учащимся обсудить основные этапы исследования и сделать вывод.

## 2.2 Физический эксперимент на основе самодельного оборудования при изучении темы «Законы механики Ньютона» в 10 классе средней школы

Данная часть исследования посвящена рассмотрению конкретных примеров использования самодельного оборудования для постановки и проведения физического эксперимента в учебном процессе.

Приступая к данному описанию необходимо вспомнить один из простых, но важных принципов, существующих в методике проведения учебного эксперимента, сформулированный С.А. Хорошавиным и названный им «принципом соответствия содержания эксперимента содержанию учебного материала» [45].

Данный автор считает, что, в первую очередь, необходимо разработать идеализированную систему эксперимента, которая определяется краткой формулой: «что надо показать ученикам», а затем думать над тем, «как показать, какие материальные средства для этого потребуются».

Руководствуясь этим принципом, перед началом изучения нового раздела учитель физики должен проанализировать его содержание с точки зрения организации обязательного эксперимента, который включает в себя все его виды:

- 1) демонстрационный, фронтальный, экспериментальные задачи, фронтальные лабораторные работы, работы физического практикума, т.е. тот эксперимент, который будет проводиться на учебном занятии;
- 2) фронтальные и индивидуальные экспериментальные задания, которые будут проводиться дома при организации самостоятельной работы учащихся;
- 3) эксперимент, обеспечивающий проектную и научно-исследовательскую деятельность учащихся на внеурочных занятиях.

После этого учителю необходимо провести ревизию оборудования, имеющегося в кабинете для обеспечения вышеназванных видов эксперимента и принять решение о том, чем заменить оборудование, если

оно отсутствует, что можно изготовить самому или посоветовать учащимся на основе использования подручных средств.

Анализ раздела «Динамика», изучаемого школьниками в 10 классе, показывает, что согласно требованиям учебной программы необходимо провести опыты с:

- 1) пружинами и грузом для демонстрации силы упругости;
- 2) массивным шаром и двумя нитями, палкой и бумажными кольцами для демонстрации инертности тел;
- 3) маятником на вращающемся диске и маятником на движущейся тележке для демонстрации неинерциальных систем отсчета;
- 4) тележкой, грузом и динамометром для демонстрации второго закона Ньютона;
- 5) блоком и грузами, связанными нитью, для демонстрации движения связанных тел;
- 6) магнитами и катками для демонстрации третьего закона Ньютона
- 7) пружиной для демонстрации закона Гука;
- 8) грузом и динамометром для демонстрации силы трения.

К обязательным требованиям программы относится выполнение фронтальных лабораторных работ: «Изучение движения тела по окружности», «Измерение жесткости пружины», «Измерение коэффициента трения скольжения», «Изучение движения тела, брошенного горизонтально».

В качестве тем для разработки фронтального и индивидуального эксперимента по решению задач являются:

- 1) прямолинейное равномерное и равноускоренное движение тел по горизонтальной плоскости;
- 2) прямолинейное равномерное и равноускоренное движение тел по наклонной плоскости;
- 3) прямолинейное равномерное и равноускоренное движение связанных тел по горизонтальной плоскости;

4) прямолинейное равномерное и равноускоренное движение связанных тел по наклонной плоскости;

5) равномерное и равноускоренное движение связанных тел по вертикали;

6) равномерное движение тел по окружности;

7) различные способы определения ускорения свободного падения;

8) различные способы определения коэффициента трения;

9) различные способы определения жесткости пружины.

Домашний эксперимент по данной теме предполагает разработку учащимися таких экспериментов как:

1) деформация изгиба (Закон Гука);

2) сила упругости сжатого воздуха на примере медицинского шприца;

3) непосредственное взаимодействие на примере мяча;

4) эксперимент с монетой, которая сохраняет состояние покоя по инерции;

5) вращение в вертикальной плоскости на примере ведра с водой (закон Ньютона);

6) эксперимент по теме «Закон всемирного тяготения» на примере мяча и пера;

7) невесомость на примере воздушного шарика;

8) опыт с невесомостью на примере двух консервных банок разных размеров и листа бумаги.

Для организации исследовательской работы учащихся, связанные с физическим экспериментом, можно предложить следующие темы:

1) «Исследование зависимости силы упругости от деформации»;

2) «Физика и спорт»;

3) «Сила трения в природе»;

4) «Проверка границ применимости закона Гука»;

5) «Способы определения массы тела без весов»;

6) «Исаак Ньютон, его открытия, изобретения и интересные факты».

Для организации и проведения всех вышеперечисленных видов физического эксперимента, кроме стандартного оборудования можно использовать самодельное оборудование или оборудование, которое используется в разных областях нашей жизни. Например, строительные материалы, спортивный инвентарь, детские игрушки, канцелярские товары.

Ниже представлена табл. 1, в которой перечислено оборудование для изготовления экспериментальных установок по теме «Динамика» и места, где его можно приобрести.

Таблица 1 – Оборудование для изготовления экспериментальных установок по теме «Законы механики Ньютона»

Название	Назначение	Место приобретения
Кабель-канал	Основа горизонтальной или наклонной плоскости при движении тел	МСМ
Подоконник строительный	Основа горизонтальной или наклонной плоскости при движении тел	МСМ
Брусok деревянный	Модель движущегося тела по горизонтальной или наклонной плоскости	МСМ
Дрель электрическая	Привод вращающегося диска	МЭИ
Диск от проигрывателя	Вращающийся диск	СТП
Блок альпинистский	Блок, обеспечивающий движение связанных тел	МСТ
Шнур капроновый	Нерастяжимая нить для соединения движущихся тел	МСТ
Перекладина для удержания шторы в ванной комнате	Стойка, на которой крепится блок, при движении связанных тел по вертикали	МСМ
Гардина металлическая в форме желоба	Основа горизонтальной или наклонной плоскости при движении тел в форме шара	МСМ
Магнит неодимовый	Один из грузов при демонстрации третьего закона Ньютона	МСМ

Игрушка «автомобиль»	Модель движущегося тела по горизонтальной или наклонной плоскости	МДИ
Пружина	Предназначена для подвешивания грузов	МЭИ
Гиря	Металлический груз определенного веса, служит мерой при взвешивании	МСТ
Металлические шарики	Предназначены для демонстрации физических законов, явлений, опытов, наблюдений	МСМ
Игрушка «Гирьскопический тренажер»	Основан на свойствах роторного гирьскопа, демонстрирующих физические законы в области классической механики	МДИ

Примечание: в третьей колонке указаны сокращенные названия магазинов:

МСМ – магазин строительных материалов; МЭИ – магазин электроинструмента; МСТ – магазин спортивных товаров, СТП – старый проигрыватель; МДИ – магазин детских игрушек.

Рассмотрим на конкретных примерах возможности использования оборудования, перечисленного в таблице.

В предыдущем параграфе нашей работы рассматривалось пособие А.Б. Варнавских и П.Т. Николаенко, в котором описывается методика проведения опыта по демонстрации третьего закона Ньютона. Идея данных авторов состоит в том, что при изложении третьего закона Ньютона с учащимися следует рассмотреть случай, когда тела взаимодействуют, находясь на некотором расстоянии от друга. Рассмотрение этого случая имеет важное значение, т. к. оно убеждает учащихся в том, что третьему закону Ньютона подчиняются все взаимодействия, независимо от того, чем обусловлено взаимодействие и как оно осуществляется.

Вся установка располагается в вертикальной плоскости. Для ее сборки используются два демонстрационных динамометра и электромагнит. В качестве второго взаимодействующего тела берется железный цилиндр весом в 400-300 г.(рис.4).

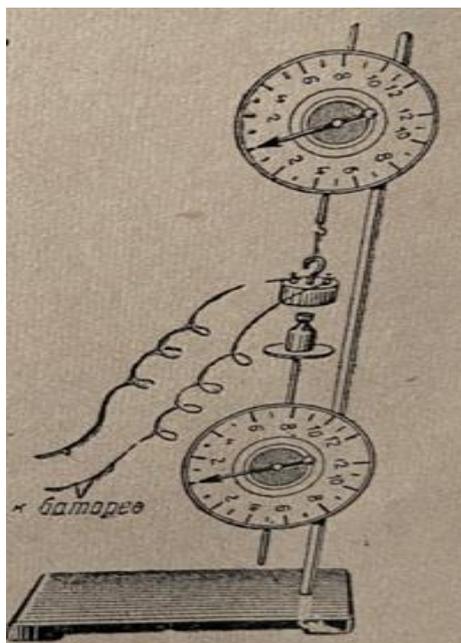


Рисунок 4 – Фотография опыта по демонстрации третьего закона Ньютона (1958г.)

При напряжении на клеммах электромагнита 3в и величине тока, протекающей по его обмотке в 1а, стрелки динамометров переместятся в противоположных направлениях на одно деление. Силы взаимодействия так же определяются и величиной расстояния между электромагнитом и железным цилиндром; в данном случае это расстояние берется равным 1,5 см.

Для того чтобы учащиеся могли заключить о направлении сил взаимодействия в данном опыте, необходимо перед включением рубильника обратить внимание учащихся на направления перемещения стрелок динамометров, при перемещении электромагнита и цилиндра вверх и вниз.

Методика данных авторов имеет преимущество перед опытом, в котором предлагается демонстрировать равенство сил по величине при взаимодействии постоянного магнита с куском железа. При этом вся опытная установка располагается в горизонтальной плоскости. Для уменьшения силы трения постоянный магнит и кусок железа помещаются на поплавки, находящиеся на поверхности воды или на подвижные тележки.

В этих опытных установках силы трения полностью не устраняются; силы взаимодействия между куском железа и постоянным магнитом незначительны. Для измерения данных сил обычно берут динамометры Бакушинского, которые не являются демонстрационными измерительными приборами. В силу вышесказанного эти демонстрации не убедительны для учащихся.

Идея данного опыта нами воплощена в опыте, установка которого несколько изменена. Так, в современных магазинах строительных материалов можно приобрести мощные магниты различной формы, которые можно использовать вместо электромагнита. При этом с переднего плана исчезают провода, которые могут отвлекать внимание учащихся, а отсутствие источника тока делает установку более простой. При этом силу взаимного притяжения между телами можно заменить на силу отталкивания, если магниты расположить одинаковыми полюсами по отношению друг к другу. В этом случае динамометры работают более устойчиво.

На рис. 5 изображены два одинаковых керамических магнита используемые нами вместо электромагнита. На рис. 6 груз №1 вместе с магнитом прикреплен к динамометру так, что пружина динамометра растягивается, при этом показания динамометра обнулены. На рис. 7 груз №2 вместе с магнитом прикреплен к динамометру, его пружина сжалась, показания динамометра все также обнулены. На рис. 8 приведена фотография грузов, которые действуют друг на друга с силами одной природы, направленными вдоль прямой соединяющей эти грузы, равными по модулю, но противоположными по направлению.



Рисунок 5 – Два одинаковых керамических магнита



Рисунок 6 – Груз №1 вместе с магнитом (показания динамометра обнулены)



Рисунок 7 – Груз №2 вместе с магнитом (показания динамометра обнулены)



Рисунок 8 – Фотография опыта по демонстрации третьего закона Ньютона

Другим примером использования самодельного оборудования может служить, разработанная нами лабораторная работа для проведения физического практикума «Определение коэффициента трения скольжения и исследование зависимости силы трения вращающегося тела на диске от его расстояния до оси вращения».

Оборудование: установка для изучения вращательного движения с набором дисков и образцов для измерения силы трения.

Цель работы: опытным путем определить коэффициент трения скольжения тела по поверхности вращающегося диска и исследовать зависимость силы трения от его расстояния до оси вращения.

Теоретическое обоснование способа выполнения работы

Если на диск радиусом  $R$  положить небольшое тело массой  $m$  на расстоянии  $r$  от оси вращения, который вращается с некоторой постоянной частотой  $n$ , то это тело приобретает центростремительное ускорение, сообщаемое силой трения. При небольшом расстоянии от оси тело покоится относительно диска, поэтому в качестве силы, обеспечивающей ускорение, выступает сила трения покоя, модуль которой равен:

$$F_{тр.п.} = 4\pi^2 m r n^2 (1).$$

При достаточно большом расстоянии от оси вращения тело начинает скользить по диску, при этом максимальная сила трения покоя переходит в силу трения скольжения, равную

$$F_{тр.} = \mu t g (2).$$

Таким образом, можно определить коэффициент трения скольжения тела по поверхности диска:

$$\mu t g = 4\pi^2 m r_{max} n^2 (3),$$

или

$$\mu = \frac{4\pi^2 r_{max} n^2}{g} \quad (4).$$

При этом на участке

$$0 \leq r \leq \frac{\mu g}{4\pi^2 n^2} \quad (5)$$

тело покоится, а сила трения возрастает от нуля до максимального значения прямо пропорционально расстоянию от оси вращения до места расположения тела:

$$F_{тр.} = 4\pi^2 m r_{max} n^2 \quad (6)$$

На участке

$$r > \frac{\mu g}{4\pi^2 n^2} \quad (7)$$

сила трения постоянна и равна

$$F_{тр.} = \mu m g \quad (8).$$

В итоге график зависимости  $F_{тр.}(r)$  имеет два участка. На первом участке:

$$0 \leq r \leq r_{max} \quad (9),$$

прямая линия выходит из начала координат, имея тангенс угла наклона равный

$$tg\alpha = 4\pi^2 m n^2 \quad (10)$$

На втором участке:

$$r_{max} < r \leq R \quad (11)$$

Графиком является прямая линия параллельная оси  $Ox$ .

Описание экспериментальной установки.

Установка для проведения данного эксперимента (рис. 9) состоит из укороченного штатива (1), держателя дрели (2), дрели на аккумуляторе (3), вращающегося диска на оси (4). В состав установки также входит набор дисков: резиновый (5), картонный (6) и диск из органического стекла (7),

образцы для определения силы трения, измерительная лента, транспортер, подставки для фиксации углового перемещения (8).

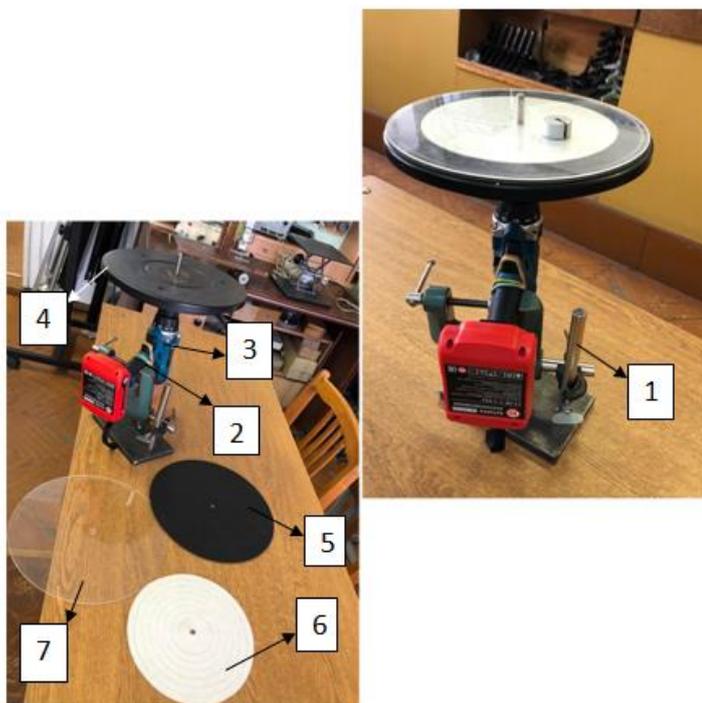


Рисунок 9 – Экспериментальная установка для определения коэффициента трения скольжения

Особенностью данной установки является то, что все части состоят из самодельного оборудования или материалов, используемых для изготовления некоторых частей собственными руками. Так, например, стандартную стойку штатива пришлось заменить укороченным металлическим стержнем, в качестве двигателя взята электрическая дрель, роль держателя выполняет трубка, вращающийся на оси диск – это диск от старого проигрывателя. Самостоятельно вырезаны диски из плотного картона, органического стекла, алюминия. Образцы для определения силы трения изготовлены из кусков дерева, резины, пластмассы.

Основной частью установки является дрель, изображенная на рисунке 9, модели ДА – 12/2А с напряжением питания 12,0 В и частотой вращения шпинделя на холостом ходу первого диапазона 0 -350 об/мин.



Рисунок 10 – Модель дрели для экспериментальной установки

Поскольку данная модель обеспечивается аккумуляторной батареей, то в плане безопасности от поражения электрическим током имеет большое преимущество ее применения в учебном процессе.

При организации проведения работ физического практикума данная установка используется в собранном виде. Для этого дрель располагают вертикально и с помощью держателя закрепляют ее на штативе. Затем диск на оси закрепляют кулачками патрона дрели с помощью вращения кольца патрона, переключатель диапазона ставится в положение I и выбирается направление вращения с помощью переключателя направления вращения. Установка готова к работе.

Чтобы привести диск во вращение необходимо нажать на клавишу выключателя. Во всех предлагаемых опытах с установкой используется фиксированная частота вращения диска, поэтому нажатие на клавишу производится с помощью специального хомута. В качестве такого хомута можно использовать несколько резинок от крышек консервных банок сложенных вдвое.

Внимание! Продолжительная работа на малых оборотах может привести к выходу из строя выключателя, редуктора или двигателя

электродрели. Поэтому нажимать на клавишу необходимо только на время проведения опыта.

Изменять направление вращения можно только после полной остановки двигателя.

Экспериментальное выполнение работы.

1) Ознакомьтесь с устройством и принципом действия экспериментальной установки.

2) Уясните правила безопасной работы с установкой.

3) Используя метку на диске, определите время  $t$ , за которое диск совершает десять полных колебаний  $N$ , и определите частоту его вращения по формуле:

$$n = \frac{N}{t} \quad (12).$$

4) Положите на диск из органического стекла исследуемое тело на небольшом расстоянии от его оси, приведите диск во вращение. Затем, перемещая тело по поверхности диска, установите расстояние от оси вращения  $r_{max}$ , при котором тело начинает скользить.

5) По результатам измерений рассчитайте коэффициент трения тела по поверхности диска по формуле (4).

6) Результаты измерений и вычислений занесите в отчетные таблицы:

Отчетная таблица 1 – Результаты измерений и вычислений частоты вращения диска

Номер опыта	$t$ , с	$n$ , с <sup>-1</sup>
1		
2		
3		
4		
5		
Ср. значение		

Отчетная таблица 2– Результаты измерений и вычислений коэффициента трения

Номер опыта	$r_{max}, 10^{-2}$ м	$\mu$
1		
2		
3		
4		
5		
Ср. значения		

7) Постройте график зависимости  $F_{mp}(r)$ .

8) Рассчитайте погрешности измерений и запишите конечный результат измерений.

$$\varepsilon_{\mu} = \frac{\Delta t}{t} + \frac{\Delta r}{r_{max}} \quad (13),$$

$$\Delta_{\mu} = \varepsilon_{\mu} \cdot \mu_{ср} \quad (14).$$

Контрольные задания

1. Что характеризует коэффициент трения?
2. Чему равна сила трения покоя?
3. Чему равна сила трения скольжения?
4. Почему тяжелый шкаф сложнее сдвинуть с места, чем его потом перемещать за счет скольжения по поверхности?
5. Приведите 2 – 3 способа определения коэффициента трения с помощью эксперимента, описав их теоретические обоснования.

Экспериментальная проверка эффективности данной работы проводилась на базе школы № 121 г. Челябинска. В эксперименте приняло 8 учащихся 10 класса, обучающихся на «физико-математическом» профиле.

В эксперименте нами оценивалось время, за которое справлялись учащиеся и качество выполнения заданий. В качестве эталона времени нами выбрано 90 минут (время двух спаренных уроков), а оценки, полученные за выполнение работы, сравнивались со средним баллом учащегося. Всего в

эксперименте участвовало 8 человек, которые были разбиты на четыре группы по два человека.

Результаты эксперимента приведены в табл. 3

Таблица 3 – Результаты эксперимента

№ пр.	Время выполнения				Оценка	Средний балл
	Время подготовки	Время выполнения	Время защиты	Полное время		
1	30	45	10	85	4	4,3
2	25	45	10	80	5	4,8
3	35	40	7	82	4	4,5
4	27	42	8	77	5	4,7
Ср. знач.	29	43	8	80	-	-

Анализируя данные таблицы можно сделать выводы.

1. Учащиеся укладывались в эталон времени (90 минут), а значит, с установкой трудностей не возникало.

2. Задания, которые выполняли учащиеся, были выполнены качественно.

3. Эффективность данной работы успешна, учащиеся четырех групп хорошо сдали и защитили свои работы.

4. Проанализировав таблицу, можно увидеть, что на подготовку к работе ушло меньше времени, чем на ее выполнение, также как и на защиту.

Таким образом, методическую разработку данной лабораторной работы можно рекомендовать для использования в учебном процессе в качестве работы физического практикума при изучении раздела «Динамика».

Примеры физического эксперимента, приведенные ниже, иллюстрируют содержание предложенной нами граф-схемы.

1. «Изучение зависимости силы упругости от прогиба линейки»

Оборудование: два деревянных бруска, линейка и два тела разной массы.

Цель: измерить деформацию изгиба линейки и выяснить, насколько увеличивается сила упругости.

Поставим в центр линейки груз и измерим величину ее прогиба, теперь поставим второй груз и снова отметим величину прогиба линейки. Увеличим вес груза в 2 раза, прогиб линейки возрастает также в 2 раза, а значит, закон Гука выполняется в этом случае. При увеличении прогиба в 2 раза сила упругости возрастает также в 2 раза. Силы упругости возникают при деформации не только твердых тел, но также газов и жидкостей.

Данный эксперимент относится к организации и проведению демонстрационного эксперимента.

2. «Изучение силы упругости сжатого воздуха с помощью медицинского шприца»

Оборудование: поршень (мед шприц), два тела разной массы, подставка для поршня.

Цель: экспериментально доказать смещение поршня, доказать как сила упругости влияет на сжатый воздух в медицинском шприце.

Сосуд, закрытый подвижным поршнем. Снизу в сосуде имеется отверстие, сначала отверстие открыто, и поршень при нажатии перемещается без особого труда, закроем отверстие сосуда пальцем, и теперь сдвинуть поршень трудно. Поставим на поршень груз массой 1 кг, движению поршня препятствует сила упругости, возникающая при сжатии воздуха в сосуде. Смещение поршня практически не заметно, тогда поставим на поршень груз массой 2 кг, опять смещение поршня почти не заметно, надавим на поршень рукой, теперь смещение поршня заметно, но если убрать руку, сила упругости сжатого воздуха возвращает поршень в исходное состояние.

Данный эксперимент можно отнести как к проектной деятельности учащихся, так и к выполнению экспериментальных фронтальных домашних заданий.

3. «Исследование прямолинейного ускоренного движения по наклонной плоскости»

Самодельное оборудование: тележка (игрушечная машинка), монорельса (железная полоса), жидкость подкрашенная (чернила).

Цель: найти скорость тележки с помощью жидкости, капающей через равные промежутки времени.

Поместим тележку на верхнем конце наклонного монорельса и закрепим на ней капельницу с подкрашенной жидкостью,отрегулируем ее работу таким образом, чтобы жидкость капала через равные промежутки времени. Отпускаем тележку. После того как тележка скатилась вниз, сравним пути пройденные ею, измерив расстояние между каплями. Расстояние между каплями увеличивались, следовательно, скорость тележки непрерывна, возрастала, тележка совершила прямолинейное ускоренное движение.

Данный эксперимент относится к проведению фронтальных лабораторных работ на учебном занятии.

4. «Исследование инерции с помощью железной монеты»

Самодельное оборудование: бутылка (банка), бумага, монета, карандаш или палка.

Цель: на экспериментальном уровне доказать, что монета сохраняет состояние покоя по инерции.

Вырежьте из тонкого картона полоску шириной 2-3 см и склейте из нее кольцо диаметром 10-15 см. Расположите его на горлышке пустой бутылки. На кольцо положите монету, а внутрь введите линейку (карандаш, палку) и резким горизонтальным движением выбейте кольцо из-под монеты. Монета упадет в бутылку. При резком выбивании картонного кольца из-под монеты время взаимодействия указанных тел мало, поэтому небольшая по величине сила трения, действующая на монету, не может сообщить последней скорость в горизонтальном направлении. Практически

монета сохраняет состояние покоя по инерции, но при удалении опоры падает в бутылку.

Данный эксперимент относится к проведению демонстрационного эксперименты на учебном занятии.

#### 5. «Измерение коэффициента трения покоя»

Самодельное оборудование: деревянный брусок, горизонтальная подставка

Цель: найти коэффициент трения покоя для данной поверхности.

Можно взять любую дощечку и закрепить ее на штатив так, чтобы ее можно было наклонять. На конце дощечки обязательно закрепить подставку, чтобы брусок не скатился с дощечки на пол.

Поставим брусок на горизонтальную подставку и начнем ее плавно наклонять, при небольших наклонах брусок удерживается на месте силы трения покоя, но когда угол наклона достиг  $17^\circ$ , брусок поехал вниз. Разложим силу тяжести на продольную и поперечную компоненты. Продольная компонента уравнивается силой трения, поэтому сила трения равна  $mg\sin\alpha$ , поперечная компонента уравнивается реакцией опоры, поэтому реакция опоры равна  $mg\cos\alpha$ . Чтобы найти коэффициент трения поделим силу трения на реакцию опоры, тогда коэффициент трения равен тангенсу угла наклона ( $\operatorname{tg}\alpha$ ), при котором тело пришло в движение. В нашем опыте  $\operatorname{tg}17^\circ = 0,3$ , т.е. коэффициент трения покоя для данных поверхностей равен 0,3.

Данный эксперимент относится к организации и проведение фронтального эксперимента с учащимися и решение экспериментальных задач на учебном занятии.

#### 6. «Изучение вращения в вертикальной плоскости с помощью строительного материала»

Оборудование: ведро, вода.

Цель: экспериментально доказать вращение в вертикальной плоскости.

Данный эксперимент желательно проводить на улице в теплое время года! Для этого нужно налить в ведро воды и прокрутить его так, чтобы воды не вылилась на вас. Сначала вода не участвует во вращении ведра, ее поверхность остается горизонтальной. В этот момент вода абсолютно неподвижна, но по отношению к ведру она вращается в обратном направлении. Постепенно вращение ведра передается воде, поверхность ее начинает выгибаться, поднимаясь до краев. В этот момент вода находится в абсолютном вращении вместе с ведром, однако она неподвижна по отношению к нему. В верхней точке сила тяжести на воду не действует, зато на воду действует другая сила – центробежная и поэтому вода не выливается из ведра.

Данный эксперимент относится к выполнению экспериментальных индивидуальных заданий, проводимых дома.

#### 7. «Изучение свободного падения тел вблизи поверхности Земли»

Самодельное оборудование: два деревянных бруска, нить.

Цель: с помощью простого опыта, доказать свободное падение двух тел одно из которых в 2 раза тяжелее другого.

Рассмотрим три одинаковых бруска, находящихся на одной и той же высоте над землей. Возьмем и одновременно отпустим эти бруски, очевидно, что они достигнут земли заодно и тоже время.

А теперь соединим два бруска очень легкой почти невесомой нитью (свяжем их вместе). Эта нить не будет оказывать никакого влияния на падение брусков. Так, что все три бруска опять упадут на землю одновременно, но два деревянных бруска, соединенные нитью представляют собой тело удвоенной массы. Получается, что в нашем опыте два тела, одно из которых в 2 раза тяжелее другого, падают на землю с одной и той же высоты заодно и тоже время.

Данный эксперимент можно также провести на основе мяча и пера, большого баскетбольного мяча и маленького теннисного мяча.

Такой эксперимент можно использовать в качестве проектной деятельности учащихся.

#### 8. «Исследование невесомости с помощью простых консервных банок»

Самодельное оборудование: две консервных банки разных размеров, лист бумаги.

Цель: экспериментально доказать, что простые консервные банки могут легко стать невесомыми.

Возьмите две нераспечатанные металлические банки консервов разных размеров. Поставьте одну банку на другую, чтобы доньшко одной вошло в доньшко другой. Между банками положите полоску бумаги так, чтобы наружу торчал ее конец. Если вы потянете за этот конец, то не сможете легко вытянуть плотно зажатую между банками бумагу, чтобы ее вытянуть, надо затратить некоторое усилие.

А теперь расстелите на полу тряпки, чтобы не повредить ни пол, ни банки, и сделайте следующее. Одной рукой держите за конец бумаги, которая зажата между банками, а другой рукой обе банки, поставленные одна на другую. Отпустите банки. Падая, они становятся невесомыми, и бумага легко выскользывает из них.

Данный эксперимент можно провести дома в качестве фронтальный экспериментальных домашних заданий.

В данной главе было рассмотрено применение физического эксперимента в основной и средней школе на основе самодельного оборудования. Данное изучение позволило нам проанализировать использование самодельного оборудования при проведении эксперимента в процессе обучения в физике. И выяснить, что для сложного понимания явлений и закономерностей природы, необходимо наличие приборов, изготовленных своими руками. Поэтому любой творческий учитель физики стремится улучшить имеющиеся приборы или даже изготовить их своими

руками, т.е. изготовить самодельный прибор, позволяющий продемонстрировать природное явление или закон.

При этом деятельность необходимо разнообразить различными фронтальными лабораторными работами, проектной деятельностью, работами физического практикума, экспериментальными домашними заданиями, научно-исследовательской деятельностью и т.д.

Выполняя различные виды деятельности, у учащихся формируются экспериментальные умения: наблюдать явления, выдвигать гипотезы, планировать эксперимент, анализировать результаты, устанавливать зависимости между величинами и делать выводы.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что физический эксперимент является важным средством обучения физике и задача каждого учителя использовать это средство в полном объеме.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучив психолого-педагогическую и методическую литературу по данной проблеме, мы выяснили, что экспериментальный метод обучения по своей логической структуре соответствует научному методу и органически входит во все компоненты этой структуры. Следует учесть также, что физический эксперимент выступает как объект изучения и одновременно, и как метод и средство обучения являясь одним из основных методов исследования в науке. Рассмотрев методическую литературу, было выявлено, что в данной литературе разработано содержание физического эксперимента и определена его роль, и место в преподавании физике.

Физический эксперимент так же рассматривается как средство обучения. Оно может применяться как на учебном занятии, так и дома и во внеурочной деятельности. Иногда демонстрация опытов недостаточно включает учащихся в процесс активного восприятия, они остаются пассивными наблюдателями, такие опыты не формируют экспериментальных умений и навыков, более эффективен фронтальный эксперимент, когда учащиеся самостоятельно проводят одинаковые опытные исследования на однотипном оборудовании. Более глубоким и обстоятельным фронтальным экспериментом является лабораторная работа, в результате проведения которой делаются не только качественные, но и количественные выводы и определяются физические закономерности и количественная связь между физическими величинами. И таким примером использования самодельного оборудования может служить, разработанная нами, лабораторная работа для проведения физического практикума.

Реальные условия, в которых живет и развивается современная школа, требует от педагога поиска новых форм и средств в организации и проведении физического эксперимента, среди которых может быть идея постановки и проведения физического эксперимента на основе самодельного оборудования.

Выполненное дипломное исследование носит практико-ориентированный характер. Оно поможет внести определенный вклад в развитие умений и экспериментальных навыков учащихся.

Проанализировав эффективность лабораторной работы, мы пришли к выводу, что данную методическую разработку можно рекомендовать для использования в учебном процессе в качестве работы физического практикума при изучении раздела «Законы механики Ньютона».

Цель достигнута, задачи решены. Представленный материал может быть использован в практической деятельности, как педагогом, так и учащимися для проведения физического эксперимента с использованием самодельного оборудования в качестве лабораторной работы физического практикума. Данное исследование можно считать завершённым.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Буров, В.А. Учебный физический эксперимент в X классе [Текст] / В.А. Буров // физика в школе. – Москва : Просвещение, 1972. – 73 с.
2. Варнавских, А. Б. Некоторые опыты по механике : пособие для учителя [Текст] / А. Б. Варнавских, П. Т. Николаенко. – Москва : Учпедгиз, 1958. – 64 с.
3. Верховцева, М.О. Роль современного учебного физического эксперимента в преподавании физики в средней школе [Текст] / М.О. Верховцева // Физическое образование в вузах. – 2012. – № 2. – С. 111–118.
4. Гирке, Р. Эксперимент по курсу элементарной физики : методическое пособие [Текст] / Р. Гирке, Г. Шпрокхоф. – Москва : Учпедгиз, 1959. – 264 с.
5. Герд, А.Я. О методике преподавания описательных естественных наук [Текст] / А.Я. Герд // Учитель. – 1896. – №1. – С. 51.
6. Гурьянов, Г.А. Самодельные приборы по физике и использование их в учебном процессе : пособие по внеклассной работе для студентов педвузов и учителей школ [Текст] / Г.А. Гурьянов. – Челябинск: ЧГПИ, 1995. – 85 с.
7. Знаменский, П.А. Подготовка учителей физики. Вопросы профессионально-педагогической подготовки студентов математиков, физиков, химиков и биологов. Ученые записки ЛГШ им. А.И. Герцена [Текст] / П.А. Знаменский. – Москва : Учпедгиз, 1957. – 54 с.
8. Зуев, П.В. Простые опыты по физике в школе и дома: пособие для учителя [Текст] / П. В. Зуев. – Москва : Флинта, 2012. – 142 с.
9. Ковтунович, М.Г. Домашний эксперимент по физике : пособие для учителя [Текст] / М.Г. Ковтунович. – Москва : ВЛАДОС, 2007. – 207 с.

10. Майер, В.В. Учебная физика [Текст] / В.В. Майер // Школьные опыты с воздушным насосом. – 2018. – № 2. – С. 3–11.
11. Майер, В.В. Учебная физика [Текст] / В.В. Майер // Проектная деятельность учащихся при изучении атмосферного давления. – 2018. – № 2. – С. 12–14.
12. Майер, В.В. Учебная физика [Текст] / В.В. Майер // Прибор для демонстрации упругого соударения шаров. – 2018. – № 3. – С. 3–5.
13. Майер, В.В. Учебная физика [Текст] / В.В. Майер // Наблюдение свободного падения пружины. – 2018. – № 3. – С. 63–67.
14. Покровский, А.А. Физический практикум в средней школе : пособие для учителя [Текст] / А.А. Покровский. – 4-е изд. – Москва : Учпедгиз, 1963. – 225 с.
15. Разумовский, В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: пособие для учителей [Текст] / В.Г. Разумовский. — Москва : Просвещение, 1975. — 272 с.
16. Салаватулина, Л.Р. Педагогика и психология : учеб.-методич. пособие [Текст] / Л.Р. Салаватулина, Е.В. Гнатышина. – Челябинск: Изд-во Южно-Уральского гос. гуманитарно-педагогического ун-та, 2018. – 312 с. – ISBN978-5-907210-19-6.
17. Смирнов, В. Опыты и самоделки по физике [Текст] / В. Смирнов. – Ленинград: ГосИзд Министерства Просвещения РСФСР, 1955. – 111 с.
18. Третьякова, С.В. Физика в школе [Текст] / С.В. Третьякова // Преподавание физики в современной школе. – 2011. – №5. – С. 47–52.
19. Усова А.В. Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе / А.В. Усова, З.А. Вологодская. – Москва : Просвещение, 1981. – 158 с.
20. Усова, А.В. Методика формирования у учащихся учебных умений и навыков [Текст] / А.В. Усова. – Челябинск, 1982. – 32 с.

21. Физический эксперимент в школе. Т. 3. Электричество. Первая часть [Текст] / Д.Д. Галанин, Е.Н. Горячкин, С.Н. Жарков [др.]; под общей редакцией Д.Д. Галанина. – Москва : Учпедгиз, 1954 – 407 с.
22. Шахмаев, Н.М. Физический эксперимент в средней школе: Механика. Молекулярная физика. Электродинамика [Текст] / Н.М. Шахмаев, В.Ф. Шилов. – Москва: Просвещение, 1989. – 255 с.
23. Браверман, Э. М. Вечера по физике в средней школе : пособие для учителей [Электронный ресурс] / Э. М. Браверман ; Просвещение. – Москва: Изд-во Просвещение, 1969. – 262 с. – URL: <http://bookre.org/reader?file=454406&pg=1> (дата обращения: 15.04.2020).
24. Галилео : официальный сайт. [Электронный ресурс] – Москва, 2011 URL: <https://web.archive.org/web/20161119133237/http://www.galileo-tv.ru/> (дата обращения: 04.03.2020).
25. Горячкин, Е.Н. Методика преподавания физики в восьмилетней школе [Электронный ресурс] / Е. Н. Горячкин. – Москва : Учпедгиз, 1955. – 264 с. – URL: <http://fizmet.org/library/gr/contents.htm> (дата обращения: 09.11.2019).
26. Данюшенков, В.А. Домашний эксперимент по физике в условиях развивающего обучения: учеб.пособие [Электронный ресурс] / В.А. Данюшенков, О.В. Коршунова. – Киров : Изд-во ВГПУ, 2000. – 112 с. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sredstv-ikt-v-organizatsii-domashnego-fizicheskogo-eksperimenta/viewer> (дата обращения: 10.12.2019).
27. Демонстрационные опыты по физике в 6-7 классах средней школы [Электронный ресурс] / А.А. Покровский, А.И. Глазырин, А.Г. Дубов [др.]; под ред. А.А. Покровского. – Москва : Учпедгиз, 1954 – 395 с. – URL: <https://natural.edu-lib.com/fizika/pokrovskij-glazyrin-demonstratsionnye-opyty-po-fizike-v-6-7-klasseh-srednej-shkoly-onlajn> (дата обращения: 07.11.2019).

28. Демонстрация при помощи зонда-пламени электрического поля Земля : официальный сайт. – Москва, 1967. URL: <https://bookree.org/reader?file=334273&pg=3> (дата посещения: 15.04.2020).
29. Диаграмма : официальный сайт. – Украина, 2000. URL: <http://www.diagram.com.ua/tests/fizika/index.shtml>(дата обращения: 04.03.2020).
30. Зверева, Н. М. Активизация мышления учащихся на уроках физики. Из опыта работы : пособие для учителей [Электронный ресурс]/ Н. М. Зверева ; Просвещение. – Москва : Изд-во Просвещение, 1980. – 113 с. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001024841>(дата обращения: 15.04.2020).
31. Индриксон, Ф.Н. Учебники физики для средней школы: Вып. 1-3 [Электронный ресурс] / Ф.Н. Индриксон. – Санкт-Петербург: тип.А.С. Суворина, 1912. – 213с. – URL: <http://search.rsl.ru/ru/record/01003532668>(дата обращения: 02.10.2019).
32. Инфоурок : официальный сайт. [Электронный ресурс] – Смоленск, 2013. URL: <https://infourok.ru/> (дата обращения: 04.03.2020).
33. Кабардин, С. И. Измерение физических величин : методич. пособие [Электронный ресурс] / С. И. Кабардин, Н. И. Шефер. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 138 с. – URL: [https://fileskachat.com/view/15353\\_116e62fbd9e8c45c507cac5289b4fbd8.html](https://fileskachat.com/view/15353_116e62fbd9e8c45c507cac5289b4fbd8.html) (дата обращения: 15.04.2020).
34. Классная физика : официальный сайт [Электронный ресурс] – Санкт-Петербург, 2016. URL: <http://class-fizika.ru/home.html> (дата обращения: 04.03.2020).
35. Колосов, О. С. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс] / О. С. Колосов, А. А. Есюткин, Н. А. Прокофьев ; РГБ. – Москва : Юрайт, 2017. – 291 с. – URL:

- <https://www.chitai-gorod.ru/catalog/book/970089/> (дата обращения: 15.04.2020).
36. Лермантов, В.В. Методика физики и содержание приборов в исправности [Электронный ресурс] / В.В. Лермантов. – 3-е изд. – Москва : Гос. учеб.-пед.изд-во, 1923. – 179 с. – URL:[http://books.google.ru/books?id=sKytCAAAQBAJ&pg=PA3&lpg=PA3&dq=лермантов+методика+физики+и+содержание+приборов+в+исправности&source=bl&ots=gEH\\_sVOsji&sig=ACfU3U3t1yOz-J7yh0yxA0USC-oprbHLEw&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwiksv2iz4foAhUNmYsKHU0rA5UQ6AEwAHoECAkQAQ#v=onepage&q=лермантов\\_методика\\_физики\\_и\\_содержание\\_приборов\\_в\\_исправности&f=false](http://books.google.ru/books?id=sKytCAAAQBAJ&pg=PA3&lpg=PA3&dq=лермантов+методика+физики+и+содержание+приборов+в+исправности&source=bl&ots=gEH_sVOsji&sig=ACfU3U3t1yOz-J7yh0yxA0USC-oprbHLEw&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwiksv2iz4foAhUNmYsKHU0rA5UQ6AEwAHoECAkQAQ#v=onepage&q=лермантов_методика_физики_и_содержание_приборов_в_исправности&f=false) (дата обращения: 15.09.2019).
37. Ломоносов, М.В. Вольфианская экспериментальная физика [Электронный ресурс] / М.В. Ломоносов. – Москва : Книга по Требованию, 2018. – 203 с. – URL: <http://www.bookvoed.ru/files/3515/62/76/5.pdf> (дата обращения: 15.09.2019).
38. Открытая физика : официальный сайт [Электронный ресурс] – Москва, 1999. URL: <https://physics.ru/textbook1/content.html> (дата обращения: 04.03.2020).
39. Покровский, А.А. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе [Электронный ресурс] / А.А. Покровский, Б.С. Зворыкин. – Москва: Учпедгиз, 1954. – 184 с. – URL: [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/P/POKROVSKIY\\_Aleksandr\\_Andreevich/\\_Pokrovskiy\\_A.A..html](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/P/POKROVSKIY_Aleksandr_Andreevich/_Pokrovskiy_A.A..html)(дата обращения: 07.11.2019).
40. Простая физика : официальный сайт [Электронный ресурс] – Москва, 2017. URL: [https://www.youtube.com/channel/UC1RgW1DfRx\\_Ht4XPTDPTBQw/feed](https://www.youtube.com/channel/UC1RgW1DfRx_Ht4XPTDPTBQw/feed) (дата обращения: 04.03.2020).

41. Учебный физический эксперимент: сайт [Электронный ресурс] – URL:  
[https://phys.bspu.by/documents/mpf/materials/metod\\_rekomend/metod\\_i\\_tex\\_scool\\_exp/metod\\_proved\\_exp.pdf](https://phys.bspu.by/documents/mpf/materials/metod_rekomend/metod_i_tex_scool_exp/metod_proved_exp.pdf) (дата обращения: 10.03.2020).
42. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования : официальный сайт [Электронный ресурс] – Москва, 2016. URL: <http://fgos.ru> (дата обращения: 22.09.2019).
43. Физика.ру : официальный сайт [Электронный ресурс] – Москва, 2005. URL: <http://www.fizika.ru/> (дата обращения: 04.03.2020).
44. Хвольсон, О.Д. Курс физики Т. 3 [Электронный ресурс] / О.Д. Хвольсон. – Берлин: Гос. Изд-во, 1923. – 752 с. – URL: [http://books.google.ru/books/about/Курс\\_физики\\_Том\\_3.html?id=HwpNDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y](http://books.google.ru/books/about/Курс_физики_Том_3.html?id=HwpNDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y) (дата обращения: 02.10.2019).
45. Хорошавин, С.А. Физический эксперимент в средней школе [Электронный ресурс] / С.А. Хорошавин. – Москва: Просвещение, 1988. – 175 с. – URL: <http://physiclib.ru/books/item/f00/s00/z0000043/index.shtml> (дата обращения: 04.05.2020).
46. Шевелкин, Д. С. Лабораторные работы по физике на самодельных приборах: пособие для учителя [Электронный ресурс] / Д. С. Шевелкин, Б. В. Рыкунин. – Москва : Учпедгиз, 1955. – 80 с. – URL: <http://sverh-zadacha.ucoz.ru/load/7-1-0-64> (дата обращения: 15.04.2020).
47. Шилов, В. Ф. Технические средства обучения на уроках физики : методич. пособие [Электронный ресурс] / В. Ф. Шилов ; НИИ школ МП РСФСР. – Москва : Изд-во НИИ школ МП РСФСР, 1978. – 104 с. – URL: <https://www.razym.org/naukaobraz/disciplini/fizika/376185-shilov-v-f-tehnicheskie-sredstva-obucheniya-na-urokah-fiziki.html> (дата обращения: 15.04.2020).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Лабораторная работа

«Определение коэффициента трения скольжения и исследование зависимости силы трения вращающегося тела на диске от его расстояния до оси вращения»

Оборудование: установка для изучения вращательного движения с набором дисков и образцов для измерения силы трения.

Цель работы: опытным путем определить коэффициент трения скольжения тела по поверхности вращающегося диска и исследовать зависимость силы трения от его расстояния до оси вращения.

Экспериментальное выполнение работы

1. Ознакомьтесь с устройством и принципом действия экспериментальной установки.

2. Уясните правила безопасной работы с установкой.

3. Используя метку на диске, определите время  $t$ , за которое диск совершает десять полных колебаний  $N$ , и определите частоту его вращения по формуле:

$$n = \frac{N}{t} \quad (1).$$

4. Положите на диск из органического стекла исследуемое тело на небольшом расстоянии от его оси, приведите диск во вращение. Затем, перемещая тело по поверхности диска, установите расстояние от оси вращения  $r_{max}$ , при котором тело начинает скользить.

5. По результатам измерений рассчитайте коэффициент трения тела по поверхности диска по формуле:

$$\mu = \frac{4\pi^2 r_{max} n_{cp}^2}{g} \quad (2).$$

6. Результаты измерений и вычислений занесите в отчетные таблицы:

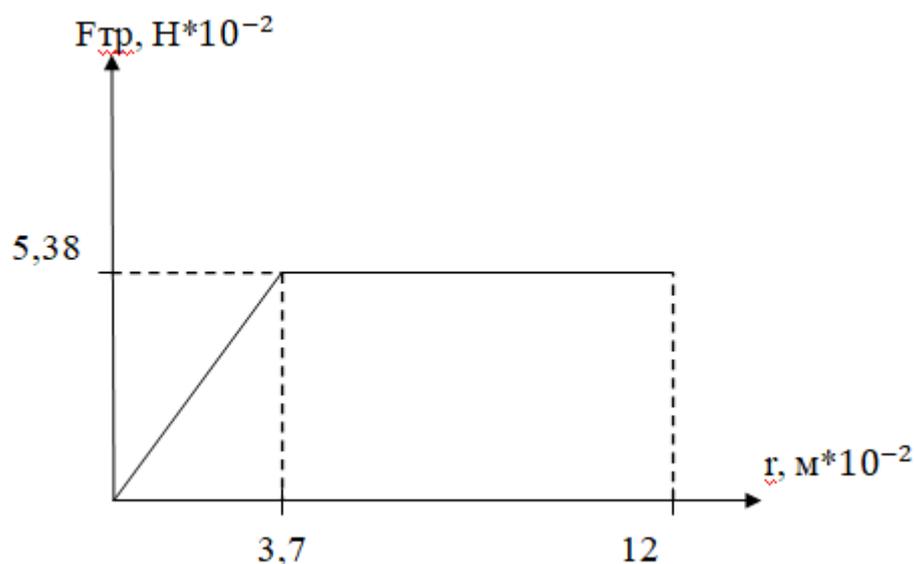
Отчетная таблица 1 – Результаты измерений и вычислений частоты вращения диска

Номер опыта	t, с	n, с <sup>-1</sup>
1	11,77	0,84
2	11,76	0,85
3	11,76	0,85
4	11,33	0,88
5	11,33	0,88
Ср. значение	11,6	0,86

Отчетная таблица 2 – Результаты измерений и вычислений коэффициента трения

Номер опыта	$r_{max}, 10^{-2}$ м	$\mu$
1	3,7	10,7
2	3,8	11,0
3	3,7	10,7
4	3,7	10,7
5	3,7	10,7
Ср. значения	3,7	10,7

7. Постройте график зависимости  $F_{тр.}(r)$ ,



Вывод: В ходе проделанной нами лабораторной работы, мы опытным путем определили коэффициент трения скольжения тела по поверхности вращающегося диска и исследовали зависимость силы трения от его

расстояния до оси вращения. Результаты чего были представлены в виде графика.