

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая физика
и методика обучения физике»

Направление подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование»

Профиль «Физика»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему:

**«Методика организации исследовательской деятельности по физике
обучающихся основной школы»**

СтудентСмирнова Ольга Вячеславовна
(подпись, дата) (Ф.И.О. полностью)

Руководитель.....Ляпина Т.В.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр.....Ляпина Т.В.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от ____ № ____)

Заведующий кафедройКазаков А.Ю.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой ____ (протокол заседания ГЭК от ____ № ____)

Секретарь ГЭКПаскевич Н. В.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Пенза 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ	5
1.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	5
1.1.1. Исследовательские умения	7
1.2. Характеристика видов учебно-исследовательской деятельности и ее место в учебно-познавательной деятельности	8
1.2.2. Экспериментально-исследовательская деятельность	9
1.2.3. Проектно-исследовательская деятельность	10
1.2.4. Исследовательские задания	10
ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ	11
2.1. Методические рекомендации по организации исследовательской деятельности на уроках физики	11
2.1.1 Использование исследовательских заданий	11
2.1.2. Приемы и методы организации исследовательской деятельности	16
2.2. Методические рекомендации по организации исследовательской деятельности при обучении физике во внеурочной деятельности	20
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ	24
Заключение	47

ВВЕДЕНИЕ

В данный момент времени идёт постоянные изменения в обществе, один тип общества постоянно сменяется другим. В каждом типе общества есть своя система образования, которая его и характеризует. В прошлом столетии была общепринятая традиционная система образования. В настоящее время её необходимо кардинально менять, чтобы поднять уровень образование на более высокий уровень, который позволит дать толчок развитию учащихся как личностей, а учителю правильно организовать их учебную деятельность.

Повышение уровня общего школьного образования является основной задачей которая стоит перед учителями и школами, она предполагает формирование у школьников самостоятельность в процессе обучения и развития таких аспектов как: знания, умения и навыки.

Глубокое модернизирование системы образования включает в себя, так же изменения в процессе образования учащихся по естественным наукам. Физика, является одним из образовательных предметов, который готовит школьников к окружающему их миру, подготавливает к самостоятельному труду и жизни. Обновление процесса обучения, создание такой атмосферы, которая толкает учеников к творческой деятельности, пробуждающего у него желания к получению знаний, возможно добиться через постановку ученика на место учёного или исследователя.

Основной целью данной работы является поиск методических рекомендаций, использование которых позволит школьникам развивать самостоятельное мышление, за счёт чего качество обучения будет представлено на более высоком уровне. Основными задачами данной работы являются:

1. Проведение анализа отечественной и зарубежной литературы, методических рекомендаций по данной тематике.
2. Разработка такой методики обучения физике, в которой большая часть усилий будет направлена на пробуждение в учащихся исследовательской деятельности.

3. Проведение экспериментального исследования среди учащихся основной школы по введению данной методики.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Творческая и познавательная деятельность, активизация интереса к обучению, формирование у учащихся представлений о окружающим их мире, такие основные задачи стоят перед школой и учителями в данный момент. В основополагающих работах многих методистов и психологов определяется, что исследования являются одной из форм учебно-познавательной деятельности учащихся, которая дает больше возможностей в развитии учеников.

А.Н. Леонтьев называет деятельностью «процессы, которые характеризуются психологически тем, что то, на что направлен данный процесс в целом (его предмет), всегда совпадает с тем объективным, что побуждает субъекта к данной деятельности, т. е. «мотивом»» [11]. Согласно Д. Б. Эльконина, «учебная деятельность — это деятельность, имеющая своим содержанием овладение обобщенными способами действий в сфере научных понятий, ...такая деятельность должна побуждаться адекватными мотивами» [25]. Исследовательская деятельность характеризуется тем, что она имеет несколько различных друг от друга этапов и направлена на решение каких либо задач, у которых не известно решение.

Научные исследования есть основа как для практики, так и для теории. Однако у науки и образования отличные друг от друга цели, так в науке — это получение новых знаний, совершение каких-либо открытий, а в образовании — это и есть сами исследования, деятельность которую совершают учащиеся, какие навыки они приобретают, формирование самостоятельной позиции на основе полученных новых знаний (схема 1).

Учебно-исследовательская деятельность — это такая деятельность при которой учащиеся занимаются поиском ответов на поставленные перед ними задачи, когда им не известно решение и его ход, и она имеет в себе этапы исследовательской деятельности.

Учебно-исследовательская деятельность не предполагает выполнения всех этапов исследовательской деятельности, а только тех которые необходимы школьнику для достижения какого либо результата.

Схема 1



Необходимыми этапами учебно-исследовательской деятельности для учащихся основных школ являются:

- определение и понимание цели самого исследования;
- определение объекта изучения;
- изучение известных фактов об объекте;
- постановка проблемы;
- определение предмета исследования;
- выдвижение гипотезы;
- создание плана исследования;
- выполнение плана, корректируемого по ходу исследования;
- проверка гипотезы, в том числе экспериментальная;
- определение эффективности найденного решения;
- оценка полученных результатов.

Принцип цикличности и концепции формирования физических понятий. Эти два принципа в настоящее время и берутся за основу обучения физике. Принцип цикличности задает ориентиры для учителя и учащихся, показывает им этапы исследования, а концепция формирования научных

понятий делает организацию занятий с учащимися более целенаправленной.[19]

1.1.1. Исследовательские умения

Физика — это такой общеобразовательный предмет, который позволяет в полной мере развивать в учащихся исследовательские, учебные умения (рис.1) и развивать личность ученика во время образовательного процесса.



Рис. 1

К познавательным умениям можно отнести следующее:

- 1) работа с различной литературой, сетью интернет и другими источниками информации;
- 2) проводить различные наблюдения, строить гипотезы и основываясь на вновь полученных знаниях делать выводы;
- 3) самостоятельное проведение различных экспериментов, целью которых является получение новых знаний.

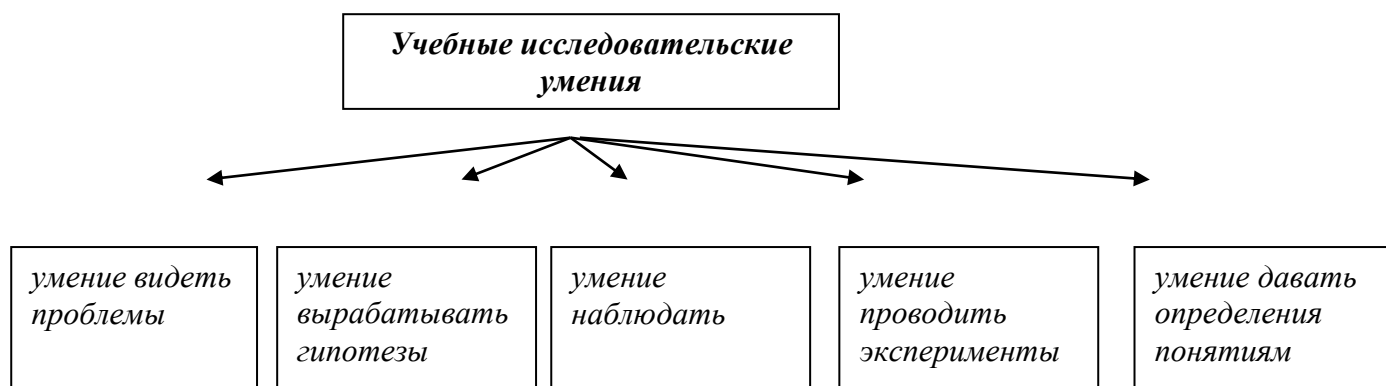
Практические умения — это такие умения, которые школьники в дальнейшем могут использовать в повседневной жизнедеятельности, на пример использовать различные измерительные приборы, решать различные виды задачи и производить математическую обработку полученных измерений.

Оценочные умения — это умения, позволяющие давать правильную оценку полученные учащимися во время решения каких-либо исследовательских задач.

К организационным умения относятся такие простые, но не мало важные умения как: планирование своей работы и правильная организация своего личного рабочего места ..

К учебным умениям можно отнести и учебные исследовательские умения (см.схема 2).

Схема 2



Из всех умений, которые необходимы учащимся для решения различного рода исследовательских задач определяются:

- определение проблемы;
- правильная постановка вопросов;
- генерирование гипотез;
- умение давать правильные определения физическим понятиям;
- проводить наблюдения;
- проводить эксперименты;
- организовать материал;
- сделать правильные выводы по итогам решения исследовательской задачи

1.2. Характеристика видов учебно-исследовательской деятельности и ее место в учебно-познавательной деятельности

1.2.1. Виды учебно-исследовательской деятельности

Основными видами учебно-исследовательской деятельности учащихся являются:

Виды учебно-исследовательской деятельности учащихся:

- проблемно-реферативный: аналитическое сопоставление данных из самых различных литературных и иных источников с целью освещения проблемы и проектирования вариантов ее решения;
- аналитико-систематизирующий: наблюдение, фиксация, анализ, генерирование, систематизация количественных и качественных показателей изучаемых процессов и явлений;
- изобретательно-рационализаторский: улучшение имеющихся, проектирование и создание новых устройств, механизмов, приборов;
- экспериментально-исследовательский: проверка гипотез о подтверждении или опровержении результата;
- проектно-поисковый: поиск, разработка и защита проекта;
- диагностико-прогностический: изучение, отслеживание, объяснение и прогнозирование качественных и количественных показателей изучаемых явлений, процессов.

1.2.2. Экспериментально-исследовательская деятельность

Физика — это наука, основанная практически на 100% на различных экспериментах, так экспериментальные исследовательские задачи наиболее лучше развивают мышления учащихся, особенно в основной школе.

Для развития школьников формируются экспериментально-исследовательские задания, основой которых является достижение результата на основе теоретических исследований эксперимента. С помощью эксперимента поднимается уровень развития учащихся, он позволяет их более увлечь процесс обучения, заинтересовать им. Так же основной целью эксперимента есть создание условий для самостоятельной деятельности школьников, которое позволяет лучше усваивать проходимый ими материал.

Формы организации проведения учебных занятий подталкивающие учеников на проведение самостоятельных экспериментов очень разнообразны, к ним можно отнести:

- творческие лабораторные работы;
- творческие экспериментальные задачи;

- домашние самостоятельные экспериментальные задачи;
- и другие.

1.2.3. Проектно-исследовательская деятельность

Создание личного исследования, которое будет в себя включать следующие этапы: определение целей, выбор методик, создание плана, определение результатов, определение требуемых ресурсов, является наиболее эффективной формой исследовательской деятельности. Она называется проектно-исследовательской и позволяет наиболее эффективно развивать ключевые компетенции у учащихся.

Эксперимент в проектно-исследовательской является основополагающей формирования у школьников представления и понятий темы занятий.

1.2.4. Исследовательские задания

Для наиболее эффективно построенной исследовательской деятельности учащихся необходимо предлагать им выполнение исследовательских заданий. В которых есть определённые проблемы, требующие нового решения до настоящего времени не известного им.

Можно выделить несколько типов таких заданий:

- познавательные задачи;
- творческие задачи.

Выводы.

Организация исследовательской деятельности очень трудоемкий процесс, требующий многих усилий. Но результатом правильной организации является развитие правильной системы мышления у учащихся позволяющая раскрыть их творческие способности.

Основным средством для организации различных видов учебно-исследовательской деятельности есть задания, они катализируют познавательную деятельность. Во время решения исследовательских задач формируются исследовательские умения школьников.

ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

2.1. Методические рекомендации по организации исследовательской деятельности на уроках физики

2.1.1 Использование исследовательских заданий

При работе с учащимися основной школы каждый учитель старается правильно организовать исследовательскую деятельность, применяются различные методы, основная цель которых активизировать в школьниках заинтересованность в обучении, пробудить в них познавательный процесс. Для этого формируются специальные задания и задачи, основные примеры которых представлены ниже.

Познавательная задача.

Новый материал для учащихся — это всегда трудности, и для их преодоления необходима хорошая мотивация. Чтобы лучше заинтересовать учащихся и применяется познавательная задача, целью которой является развитие самостоятельности и активности на уроках по физике.

этого имеется, и какими должны быть наши действия?

Для примера выберем первые уроки по теме из курса физики основной школы «Кинематика». Для учащихся можно сформировать такую простую и жизненную задачу: Как проверить исправность (точность показаний) спидометра, движущегося автомобиля?

Начинаем обсуждать со школьниками что будет необходимо для решения данной задачи, и приходим к выводу что это: часы для определения времени, и дорожные указатели для определения расстояния.

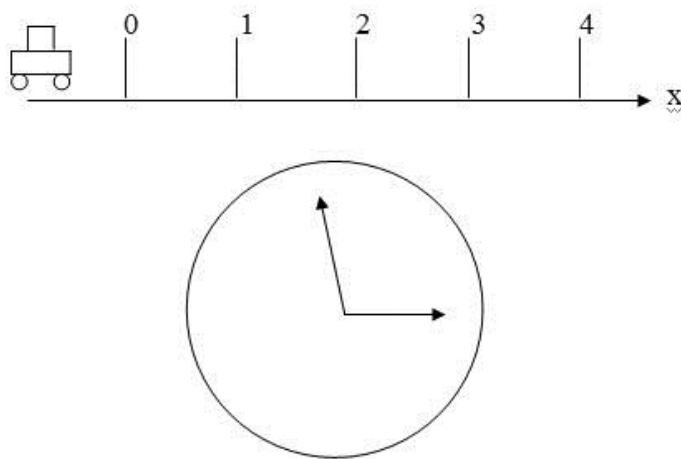


Рис. 2. Математическая модель

Для решения данной задачи необходимо построить математическую модель, включающую в себя: участок дороги, указатели. Указывает учащимся на нулевую отметку с которой будем вести отчет и вводим новые понятия. Все эти этапы последовательной деятельности позволяют решить задачу.

Для домашних заданий необходимо давать схожие задания, при которых учащиеся самостоятельно разрабатывают методику их решения. Примером может послужить задача на определения скорости движения судна в океане, и определение расстояния пройденного велосипедистом с определённой скоростью.

При изучении такой естественной науки как физике есть основные знания, на которые опирается изучение всего материала, который даётся учащимся в общеобразовательной школе. Для физики можно отнести три таких знания как:

- явление;
- понятие;
- закон;

они являются фундаментом изучения физики. Знания для школьников не должны даваться в простом виде, когда все известно, необходимо чтобы они

добивались их при решении новых задач, в этом случае эффективность обучения будет намного выше.

Чтобы построить урок как предложено выше необходимо разбить его на несколько элементов:

- задать определённые задачи для учащихся;
- провести обобщение и выделить полученные ранние знания;
- на основе двух пунктов выше, совместно сформировать новые знания.

Поэтому сам процесс обучения может быть построен по схеме 3.

Схема 3

Проблема	Ресурсы материальные идеальные	Явление объект система	Модель физическая или математическая	Преобразование модели	Преобразова ние предметной области
----------	--------------------------------------	------------------------------	--	--------------------------	---

Творческие задачи.

В конце каждой темы, когда учащиеся имеют хорошую базу по пройденному материалу необходимо хорошо закрепить полученные знания, и этому содействует не решение однотипных заданий, а решение творческих задач.

Разберем пример по теме «Оптические системы. Оптическая сила линзы». Возможно школьникам дать такое необычное задание в виде загадки: «Вот видите, старина! - вскричал Гедеон Спилет. - Огонь, настоящий огонь, на котором замечательно жарится эта чудесная утка.

- Но кто... зажег его? - спросил Пенкроф». Как был заведен костёр, что для этого было необходимо?

При этом пред учащимися необходимо представить несколько вариантов ответов, чтобы усложнить задачу можно немного вводить их в заблуждение. Так с помощью средств мультимедии или наглядных образцов представить такие оптические системы:

- различные зеркала;
- призмы;
- линзы(собирающие и рассеивающие)

Выслушиваем предлагаемые ответы школьниками и просим дать характеристику каждой системе и какие особенности она имеет.

Для закрепления данного задания рекомендуется провести с учащимися самостоятельные эксперименты, где они окончательно закрепят свои знания.

Исследовательские задания.

Для наиболее эффективности исследовательских заданий при их решении должны затрагиваться следующие аспекты:

- проблемы;
- актуальность;
- объект исследования;
- предмет исследования;
- цель;
- задачи;
- гипотеза.

Для правильного проведения исследования какой-либо проблемы, аспекта или задания исследователю необходимо определить проблему и понять (задать себе вопрос) что ему неизвестно, какой сектор информации ему необходимо изучить, для чего необходимо решить эту проблему, то есть понять актуальность его темы.

Следующим этапом является определение объекта исследования. Дадим определение объекту исследования – это круг изучаемых предметов или явлений, то есть необходимая в тематике какого либо задания часть научных знаний. Для этого необходимо определиться что конкретно необходимо исследовать, самый простой способ это когда учащийся задаёт себе вопрос: «Что я исследую?».

Затем идёт определения предмета исследования. Предмет исследования – это конкретный аспект проблемы исследования, но не всегда в одном объекте исследования – один предмет, чтобы точно определиться

необходимо задать например такие вопросы: «Когда? Как? В каких условиях?» и др.

Когда исследователю известны объект и предметы его работы, ему необходимо определиться с целью. Цель дает представления, о результатах которые будут получены в дальнейшем. она всегда должна быть краткой и очень точно сформулированной, сама она определяется уже в задачах исследования.

Задачи исследования — это определённый алгоритм действий для исследователя, с помощью которого он добивается выполнения цели, характеризующиеся трудозатратами.

Для правильного хода решения проблемы в исследования необходимо правильно определить задачи:

- 1) изучить саму сущность объекта исследования;
- 2) провести анализ предмета (предметов) исследования;
- 3) определиться с путями исследования
(моделирование, эксперимент);
- 4) определиться с практическими аспектами работы.

Гипотеза исследования – это обоснованное предположение о том, как и за счет чего можно добиться конечного результата. Гипотеза – это предположение, при котором на основе нескольких факторов даётся заключение о существовании самого объекта, связи, причины явления, причем данный вывод нельзя считать совершенно доказанным.

Вся исследовательская деятельность основывается на высказывании различных гипотез и их проверке. Однако не так просто обучить учащегося их правильному выдвижению. Для этого необходимо чтобы у них формировались следующие вопросы: «Почему?» и «Как объяснить?». Представление этих вопросов и дает возможность оценить, что самое главное в теме исследования, и как необходимо построить свою работу.

Исследовательские задания могут быть хорошим средством для изучения нового материала, так как в своей основе они полагаются на

самостоятельное изучение темы учащимися, что как известно дает наибольший эффект в уровне их знаний.

Экспериментально-исследовательские задания.

Основным видом творческих заданий, которые можно использовать в различных моментах (изучение нового или закрепление пройденного материала) являются экспериментально-исследовательские задачи.

Примером для нас послужит изучение закона Ома для полной цепи. Организация урока построена так что учащиеся определяют следствия закона самостоятельно по средствам проведения различных экспериментов, выдвигая необходимые гипотезы для решения задания. Так у них формируется такое умение как выводить следствия из законов.

Для задействования всей группы учащихся лучше сделать задания, которые имеют разные степени сложности, а для экономии времени использовать раздаточный материал. (Таблица 1)

Таблица 1

R	r	R+r	$I = \varepsilon / (R+r)$	$U_{\text{внут}} = Ir$	$U_{\text{внеш}} = \varepsilon - U_{\text{внут}}$	Вывод
Уменьшается	Постоянно					
Увеличивается	Постоянно					
$R \rightarrow \infty$	Постоянно					
Постоянно	Уменьшается					
$R \rightarrow 0$	Постоянно					

2.1.2. Приемы и методы организации исследовательской деятельности

Чтобы эффективно организовать исследовательскую деятельность учащихся на занятиях применяются следующие методы описанные ниже.

Проблемный метод

Когда учащимся приходится сам строить какие-то предположения, догадки, их познавательные способности намного лучше развиваются. Так затруднительные (познавательные) ситуации помогают активизировать учащихся.

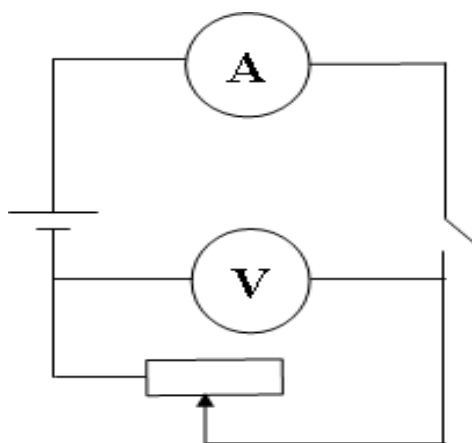


Рис. 3. Схема опыта

Так примером для нас послужит изучение закона Ома для полной цепи. Проблемная ситуация в данном случае будет в следующем демонстрационный эксперимент по рисунку 3, где в качестве источника тока взят выпрямитель. В этом опыте пропорциональная зависимость между силой тока и напряжением, знакомая школьникам из закона Ома для участка цепи, не наблюдается. Возникает противоречие между новыми и ранее полученными знаниями.

Исследовательский метод

Чаще всего данный метод организуют по принципу цикличности, который является основополагающим логики научного познания окружающего мира.

Этапы принципа хорошо соответствуют с этапами урока любого типа:

- урока изучения нового материала и его первичного закрепления,
- комбинированного урока,
- урока решения задач,
- урока лабораторной работы.

Таблица 2. Соответствие этапов урока этапам логики познания

Этапы логики познания	Этап урока
Факты	Актуализация Мотивация Целеполагание
	Первичное усвоение учебной информации
Модель	Осознание учебной информации
Следствия	Закрепление
Эксперимент	Применение
	Проверка уровня усвоения
	Рефлексия

Данная методика проведения всех типов уроков предполагает повышения уровня и качества получаемых знаний как в профильной, так и в основной школе. Её развитие позволит повысить уровень компетенции школьников.

Метод проектов.

Метод проектов включает в себя несколько этапов:

- 1) это выбор тем для исследований, создание групп и т.д.;
- 2) изучение различной литературы и других источников информации, таких как интернет;
- 3) проведение опытов и экспериментов;
- 4) защита своего проекта.

Проект может осуществляться как во внеурочное время, так и во время урока.

Эксперимент

Эксперимент это ведущий и самый интересный для учащихся метод из школьного курса физики, потому что именно он дает возможность напрямую почувствовать себя исследователем. С помощью его легко можно

давать представления школьникам о тех явлениях, которые они не могут наблюдать в обычной ситуации, а также дает хороший повод для противоречий различного рода и ситуаций, которые ставят в тупик учащихся.

В объяснение нового материала необходимо включать фронтальные опыты. Фронтальные опыты учат обещающихся наблюдать и анализировать явления, способствуют развитию мышления.

Для проведения различных исследовательских работ (групповых, индивидуальных и других лабораторных), существует специальный план, состоящий из определённых этапов которого следует придерживаться. В эти этапы входят:

- 1) определение проблемы;
- 2) самостоятельное проведение опыта;
- 3) контроль и управление за проведением эксперимента (лабораторной работы).

При построении различных компьютерных моделей, показывающие учащимся то что они не могут наблюдать во время эксперимента, например движение электронов на участке проводника, достигается наивысшая эффективность получения знаний.

Проведя лабораторные работы с учащимися было определено, что наиболее эффективно организовать исследовательскую деятельность с помощью компьютера и мультимедиа по следующему принципу:

- разбить учащихся на группы по 3-5 человек (в зависимости от их количества);
- расположить лабораторные столы в близи компьютеров.

Так у учащихся появится возможность самостоятельно работать с моделями.

Основное это провести опыты на объектах. Примером послужат эксперименты проводимы по теме «Упругие и неупругие соударения».

Постановка задач при выполнении лабораторной работы по этой теме может быть следующей:

- 1) когда потери механической энергии при соударении максимальны?;
- 2) при каких направлении скорости движения будут получены наивысшие показатели потери механической энергии?.

Только затем учащиеся могут проверить свои предположения на компьютерной модели.

2.2. Методические рекомендации по организации исследовательской деятельности при обучении физике во внеурочной деятельности

Индивидуальная исследовательская работа учащихся

В практике часто происходит следующая ситуация, когда школьником интересен тот материал, который не разбирается в ходе программы и не проводятся по нему лабораторные работы, дабы развить интерес к обучению необходимо проводить различные факультативные занятия.

Предположим учащимся интересны различные приборы, по такой тематике возможно провести занятие по лазерному дальномеру, такая тема затронет не только возможное его устройство, но и скорость движения волны в среде и отражение вол от различных объектов и т.д.. Такой факультатив будет интересен и позволит развить кругозор учеников.

Например, в исследовательской работе «Измерение расстояний лазерным дальномером» будет известен принцип работы дальномера, а перед учениками поставить следующие задачи:

- 1) определить расстояние до объекта дальномером;
- 2) определить по скорости измерения и расстоянию длину волны лазера.

Проектная работа учащихся

В настоящее время при обучении пользуется высокой популярностью метод проектных задач. Это обуславливается тем что при создании проекта учащиеся проходят все стадии научного исследования, это такие как: наблюдения, эксперимент, личный опыт, анализ своей деятельности и

генерация новых знаний. При использовании данного метода у школьников активизируется самостоятельная исследовательская деятельность.

Для стимуляции желания у учащихся на выполнение различных исследовательских проектов необходимо постоянно оказывать им содействие различного рода и поддерживать интерес к открыванию нового.

Возможности современных мультимедиа позволяет наполнить проекты новизной и дают возможность больше реализовать себя, что позволяет стимулировать исследовательскую активность учащихся.

Данное утверждение было полностью доказано на опыте создания проектов с учащимися различных классов основной школы и на различные темы, когда ученики получали навыки исследования и структурировали знания которые получали ранее. Особенно у школьников развивались такие навыки:

- постановка проблемных вопросов;
- выбор необходимых путей решения;
- доказательство своих убеждений.

При этом был сформирован план действий для учащихся представленный в таблице 3.

Таблица 3. План проекта, основанного на использовании информационных технологий

Процесс создания презентаций	Процесс создания
<ul style="list-style-type: none"> • обзор выбранной темы, и обсуждение основополагающих вопросов; • практическая работа учащихся в библиотеках, с электронными ресурсами; • обсуждение найденного материала, создание плана презентации; • разработка презентации, демонстрация и защита работы; 	<ul style="list-style-type: none"> • обзор и обсуждение основных частей, • планирование работы учащихся, • практическая и исследовательская работа, • создание

<ul style="list-style-type: none"> • анализ выполненной работы, <p>подведение итогов</p>	<p>публикаций,</p> <ul style="list-style-type: none"> • защита проекта.
---	--

Работая в соответствии с планом, учащиеся распределились на несколько исследовательских групп. Одна группа занималась исследованием видов источников тока. Другая группа анализировала условия возникновения короткого замыкания и как предотвратить короткое замыкание, которое является причиной выхода из строя источников тока. Вся собранная информация обсуждалась в классе, оформлялась в виде учебного проекта в Microsoft Publisher.

Телекоммуникационные проекты

Доминирующими в проекте являются методы: исследовательский, творческий, ролево-игровой. Характер координации проекта: скрытый (неявный, имитирующий участника проекта). Характер контактов: среди участников одного учебного заведения, региона, страны. Количество участников проекта: 5-7 человек. Продолжительность проекта: 12 дней.

Основные этапы работы над проектом:

1. Организационный. Участники проекта объединяются в команду, распределяют роли (капитан, экспериментатор, теоретик, ИТ-специалист), создают визитку команды.
2. Выбор и обсуждение главной идеи, целей и задач будущего проекта. Распределение заданий среди членов команды (вопросы викторины или теоретическая часть, исследования, проектные задания, творческие задания).
3. Обсуждение методических аспектов и организация работы учащихся.
4. Структурирование проекта с выделением подзадач для определенных групп учащихся, подбор необходимых материалов.
5. Работа над проектом. Поиск информации, отбор информации, проведение экспериментов, «мозговой штурм».

6. Подведение итогов, оформление результатов; создание презентаций, создание отчетов, отправка работ.

7. Презентация проекта. Отчет о проделанной работе на конференции.

Форма организации работы учащихся различны: индивидуальные проекты, парные проекты, групповые проекты. Проекты проводятся с использованием электронной почты, форумов.

Выводы.

Работа учителя физики при организации исследовательской деятельности включает в себя несколько функций:

- 1) организация индивидуальной работы, работы в группах.
- 2) организация внутриклассной активизации и координации, через выполнение школьниками творческих работ.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

3.1 Особенности падения тел сферической формы в жидкости

3.1.1 Цель экспериментов по особенностям падения тел сферической формы в жидкости

Цель настоящей работы состоит в нахождении вида аналитической функции, выражающей зависимость скорости пластилиновых шарика в глицерине от их радиусов, и экспериментальной проверке справедливости данного соотношения.

Закономерности, которые имеют место при движении тел в жидкости, можно получить из более общих законов классической механики (законов Ньютона). Однако известно, что в реальности каждое физическое явление осуществляется только в связи с другими явлениями. Поэтому исследуемое явление никогда не предстает в «чистом» виде, а законы, которым оно подчиняется, выполняются на практике, и, в том числе, в эксперименте лишь приближенно.

В настоящей работе при выводе формулы, выражающей зависимость установившейся (постоянной) скорости движения шариков от их радиуса, мы исходили из следующих упрощающих реальную ситуацию предположений:

- движение осуществляется в безграничной среде (не учитывалось «тормозящее» влияние стенок сосуда);
- после того, как шарики проходят определенное расстояние (в наших опытах около 10 см), движение их становится равномерным (на самом деле, скорость приобретает установившееся значение лишь на бесконечности);
- шарики имеют форму шара (в действительности форма шариков, очевидно, несколько отличается от сферической).

Все эти факторы приводят к тому, что формула, полученная теоретически, не может вполне точно описывать экспериментальные данные.

С другой стороны, как известно, никакое измерение не может быть выполнено без погрешностей. В настоящих экспериментах при измерении расстояния, пройденного шариками в глицерине, времени, плотности глицерина и пластилина, размера шарика имели место инструментальные и субъективные погрешности.

С учетом отмеченных обстоятельств представляло интерес выяснить, насколько точно (адекватно) «теория» (т.е. формула, выражающая исследуемую зависимость) описывает экспериментальные данные.

3.1.2 Задачи исследования по особенностям падения тел сферической формы в жидкости

1. Теоретически получить зависимость величины установившейся скорости движения пластилиновых шариков в глицерине от их радиуса.

2. Спланировать и осуществить эксперимент по измерению времени движения шариков на одном и том же участке сосуда при варьировании радиуса шариков.

3. Сравнить данные, полученные расчетным путем, с экспериментальными.

4. Найти число Рейнольдса для всех пластилиновых шариков, убедиться, что обтекание шариков жидкостью является ламинарным.

5. Определить вязкость глицерина.

Предмет исследования: зависимость скорости пластилиновых шариков в глицерине от их радиусов.

Практическая значимость: мы на опыте доказали, что результаты измерений в пределах погрешностей не отличаются от теоретически рассчитанных.

3.1.3 Определение аналитического вида исследуемой зависимости по особенностям падения тел сферической формы в жидкости

При движении шарика в жидкости с постоянной (установившейся) скоростью, равнодействующая всех действующих на него сил равна нулю. На шарик в рассматриваемом случае действуют сила тяжести $F_{\text{тяж}}$, архимедова сила F_a и сила вязкого трения F_c . Выразив каждую из сил через

определяемые в опыте величины, получим:

$$\frac{4}{3}\pi R^3 \rho_{\text{пл}} g + 6\pi \eta R v = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_{\text{гл}} g, \quad (1)$$

где R – радиус шарика, $\rho_{\text{пл}}$ – плотность пластилина, $\rho_{\text{гл}}$ – плотность глицерина, g – ускорение свободного падения (на широте г. Бийска $g = 9,81 \text{ м/с}^2$), η – вязкость глицерина, v – установившаяся скорость шарика. При записи уравнения (1) мы использовали формулу Стокса $F_c = 6\pi \eta R v$.

Вид искомой зависимости устанавливается непосредственно из формулы (1):

$$v = \frac{2g(\rho_{\text{пл}} - \rho_{\text{гл}})}{9\eta} R^2. \quad (2)$$

Как видно, установившееся значение скорости шариков пропорционально квадрату их радиуса.

Результаты эксперимента

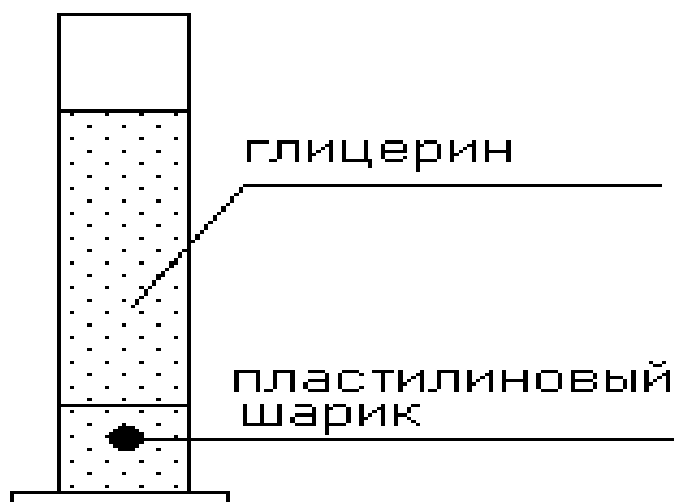


Рис.3 Схема экспериментальной установки

Измерение скорости пластилиновых шариков проводилось при их движении в цилиндрическом сосуде с глицерином, рис.3. Наблюдения показали, что в пределах погрешности измерений скорость шариков перестает увеличиваться после того, как они пройдут в глицерине расстояние около 10 см. Именно на таком расстоянии на поверхности цилиндрического

сосуда помещалось верхнее резиновое кольцо для отсчета расстояния, пройденного шариками. Нижнее кольцо помещалось непосредственно вблизи дна сосуда.

Для измерения времени движения шариков использовался секундомер СОП пр-2а-3-000, инструментальную погрешность которого $\Delta_{\text{инст}} = \pm 0,4$ с можно считать аддитивной в диапазоне продолжительностей до нескольких минут. Мы полагаем, что в состав указанной погрешности входит и погрешность, обусловленная конечным временем реакции экспериментатора. Измерения диаметра шариков производились с помощью длиннофокусного микроскопа МБС–10, имеющего окулярную шкалу. Принималось, что инструментальная погрешность измерения диаметра шариков составляла ± 2 деления шкалы. В зависимости от выбранного увеличения это соответствовало погрешности $\Delta_{\text{инст}} = \pm 0,1$ мм при увеличении $2^{\times}$, $\Delta_{\text{инст}} = \pm 0,05$ мм при увеличении $4^{\times}$, $\Delta_{\text{инст}} = \pm 0,03$ мм при увеличении $7^{\times}$.

Для обеспечения точности и достоверности результатов на этапе планирования эксперимента были определены следующие условия проведения измерений:

- число изготавливаемых из пластилина шариков должно быть не менее 10, их диаметр должен изменяться от минимально возможного до 0,1 от диаметра сосуда;
- перед опусканием в сосуд шарики смачивались глицерином для того, чтобы не допустить прилипания к ним пузырьков воздуха;
- расстояние, которое проходят шарики в глицерине, должно быть (в пределах возможного) максимально большим.

Первичные экспериментальные данные и результаты вычисления по этим данным скорости и диаметра шариков представлены в таблице 1. Значения установившейся скорости шариков определялись по формуле $v = s/t$, где s – пройденное расстояние, t – время движения. Во всех опытах величина s оставалась постоянной, равной 0,340 м. Измерение диаметра шарика предполагает определение положения его левого и правого границ

относительно окулярной шкалы. В таблице соответствующие отсчеты обозначены как «отсчет слева» и «отсчет справа». число делений, лежащих в пределах диаметра шарика. В связи с тем, что шарики имели не вполне правильную форму, измерения диаметра каждого шарика проводились трижды. За результат измерения принималось среднее арифметическое этих измерений.

Таблица 4. Результаты измерений установившейся скорости падения шариков и их диаметра

№ шарика	Отсчет слева	Отсчет справа	Число делений	Среднее арифметическое число делений	Увеличение объектива микроскопа	D, м	t, с	v, м/с
1	20	163	143	139,0	4	0,003475	60,4	0,0056
	30	170	140					
	37	171	134					
2	46	139	93	96,3	2	0,004817	32,7	0,0104
	45	146	101					
	41	136	95					
3	17	141	124	112,0	4	0,002800	76,9	0,0044
	35	151	116					
	40	136	96					
4	36	167	131	127,3	2	0,006367	21,6	0,0158
	26	150	124					
	29	156	127					
5	50	139	89	89,7	1	0,008967	11,6	0,0294
	47	136	89					
	50	141	91					
6	29	153	124	120,0	1	0,012000	8,4	0,0405
	39	156	117					
	25	144	119					
7	39	126	87	88,7	4	0,002217	151,7	0,0022
	40	130	90					
	49	138	89					
8	17	175	158	163,3	4	0,004083	50,8	0,0067
	9	169	160					
	8	180	172					
9	37	148	111	111,7	2	0,005583	26,7	0,0127
	36	149	113					
	33	144	111					
10	27	167	140	138,0	2	0,006900	19,2	0,0178
	26	164	138					
	24	160	136					
11	30	140	110	110,3	1	0,011033	9,4	0,0362
	33	143	110					
	26	137	111					
12	40	145	105	105,3	4	0,002633	110,7	0,0031
	41	145	104					
	39	146	107					

Из формулы (2) видно, что график зависимости $v(R)$ должен быть линейным, если по горизонтальной оси откладывать величину R^2 . Угловым коэффициентом a этой прямой, согласно уравнению (2), равен

$$a = \frac{2g(\rho_{\text{пл}} - \rho_{\text{гл}})}{9\eta}.$$

Определив из графика экспериментальных данных методом наименьших квадратов величину углового коэффициента a , можно затем вычислить значение коэффициента вязкости глицерина по формуле

$$\eta = \frac{2g(\rho_{\text{пл}} - \rho_{\text{гл}})}{9a}. \quad (3)$$

В этом состоит метод измерения коэффициента вязкости в настоящей работе.

Данные для построения графика в координатных осях $v - R^2$ приведены в таблице 2, а сам точечный график – на рис.2. На координатной плоскости методом наименьших квадратов построен также линейный график аппроксимирующей функции.

Таблица 5. Данные для построения графика зависимости $v(R^2)$

$V, \text{ м/с}$	$R, \text{ м}$	$R^2, \text{ м}^2/\text{с}^2$
0,002242	0,001109	1,2288E-06
0,003072	0,001167	1,3607E-06
0,004422	0,001400	1,9600E-06
0,005634	0,001738	3,0189E-06
0,006694	0,002042	4,1677E-06
0,010389	0,002409	5,8009E-06
0,012729	0,002792	7,7925E-06
0,015770	0,003184	1,0135E-05
0,017755	0,003450	1,1903E-05
0,029437	0,004484	2,0102E-05
0,036117	0,005517	3,0432E-05

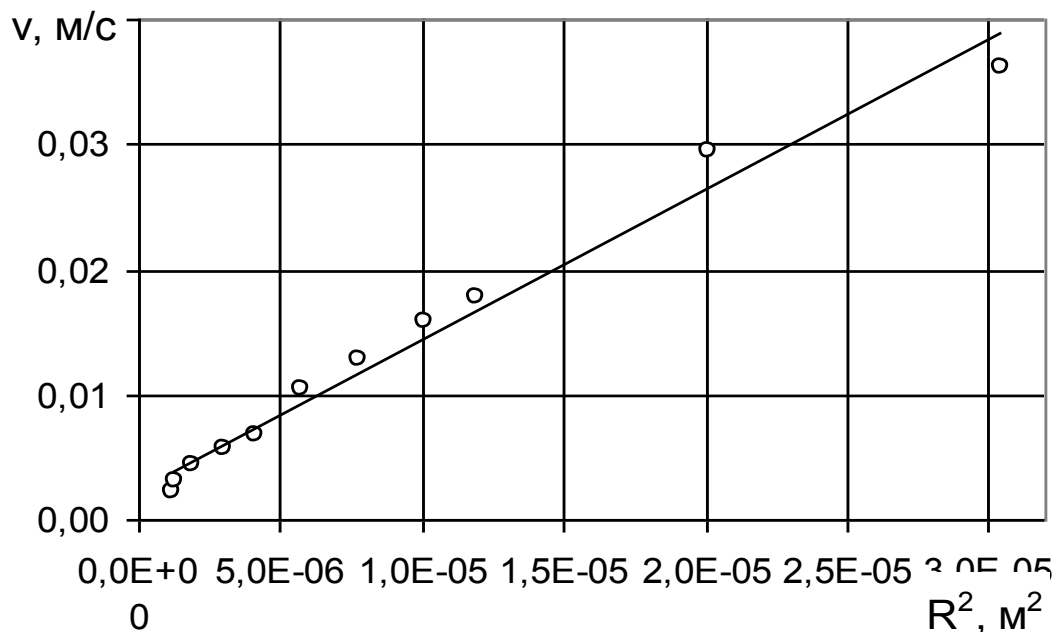


Рис.2. Зависимость скорости шариков от квадрата их радиуса

Из графика видно, что в целом точки хорошо ложатся на прямую линию, что подтверждает применимость формулы (2) к описанию имеющейся совокупности экспериментальных данных. В то же время, на наш взгляд, качество выборки возрастет, если из нее исключить первую и последнюю точки. Скорей всего, заниженное значение скорости самого большого шарика объясняется влиянием стенок сосуда. Как отмечено выше, сила вязкого трения в ограниченной стенками сосуда жидкости больше, чем в бесконечной. При этом различие возрастает с увеличением размера тела. Что касается данных для шарика самого маленького размера, то, возможно, меньшее, чем можно было бы ожидать, значение скорости объясняется тормозящим влиянием прилипшего к нему пузырька воздуха.

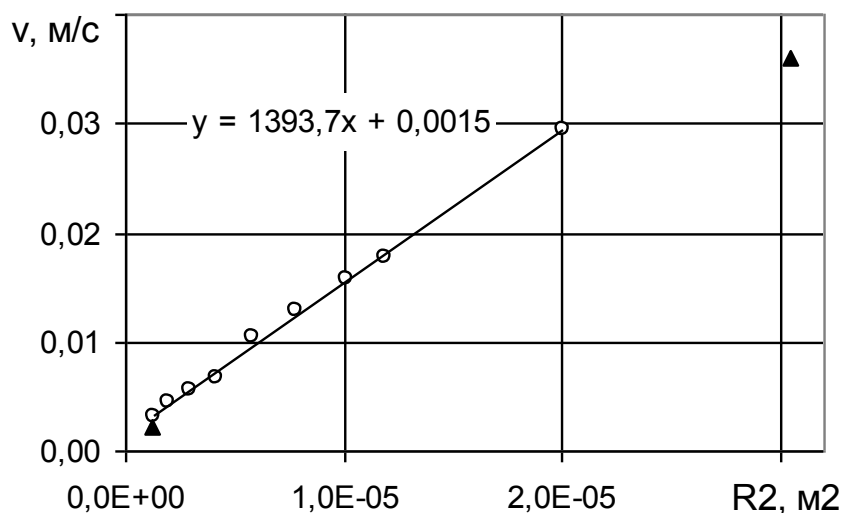


Рис.3. Зависимость скорости шариков от квадрата их радиуса (улучшенная выборка)

График, построенный по данным улучшенной выборки, приведен на рис.3. На координатной плоскости графика сохранены также 2 исключенные из исходного ряда данных точки (они обозначены треугольниками). Сопоставление графиков, приведенных на рис.2 и на рис.3 показывает, что после исключения двух точек оставшиеся точки группируются около прямой линии более тесно. На координатную плоскость графика выведено уравнение прямой, наилучшим образом описывающей экспериментальные данные. Обращаем внимание на то, что свободный член в этом уравнении близок к нулю (составляет всего 0,0015 м/с), что хорошо согласуется с уравнением (2).

Для того, чтобы можно было сделать обоснованное заключение о том, что экспериментальные точки действительно тесно группируются около прямой линии, необходимо указать на графике погрешности экспериментального определения величин v и R^2 .

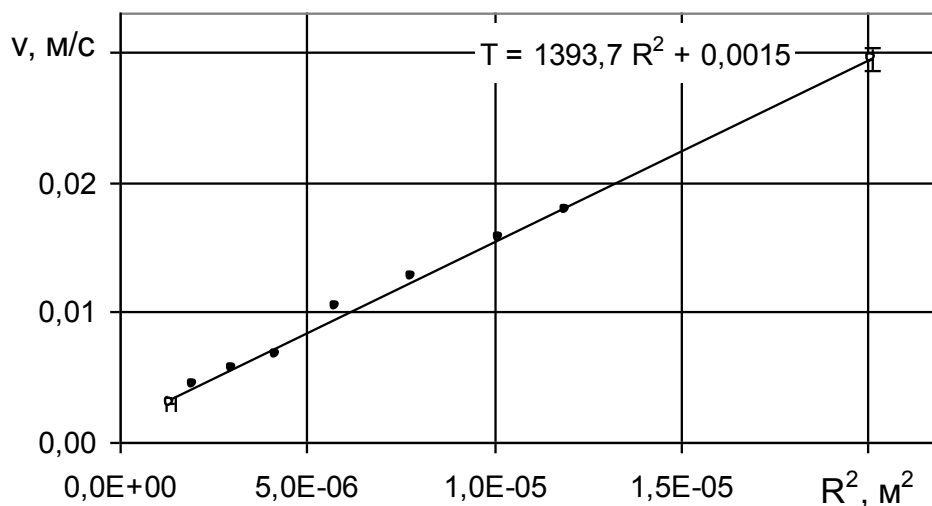


Рис.4. Зависимость скорости шариков от квадрата их радиуса (улучшенная выборка, показаны погрешности определения крайних точек)

Погрешность определения скорости шариков не является постоянной. Она увеличивается с ростом радиуса шариков и составляет $0,000008 \text{ м/с}$ для шарика минимального радиуса и $0,0009 \text{ м/с}$ – для максимального. Из графика видно, что для шариков большого радиуса линия регрессии проходит в пределах границ неопределенности величины скорости.

Погрешность определения скорости самого маленького шарика весьма мала. Поэтому для шарика минимального радиуса вычислена и указана на графике X-погрешность, т.е. погрешность определения величины R^2 . Она составляет $0,00000012 \text{ м}^2$. Эта величина тоже невелика, для того, чтобы увидеть, проходит или не проходит график в пределах данной погрешности, на рис.5 показан начальный участок графика в увеличенном масштабе. Как видно, наилучшая прямая не попадает в интервал погрешности R^2 , однако проходит очень близко от него.

Из проведенного анализа можно заключить, что, в целом, в пределах погрешностей определения экспериментальные точки, в целом, хорошо ложатся на прямую линию. Тем самым, экспериментально подтверждается справедливость формулы (2).

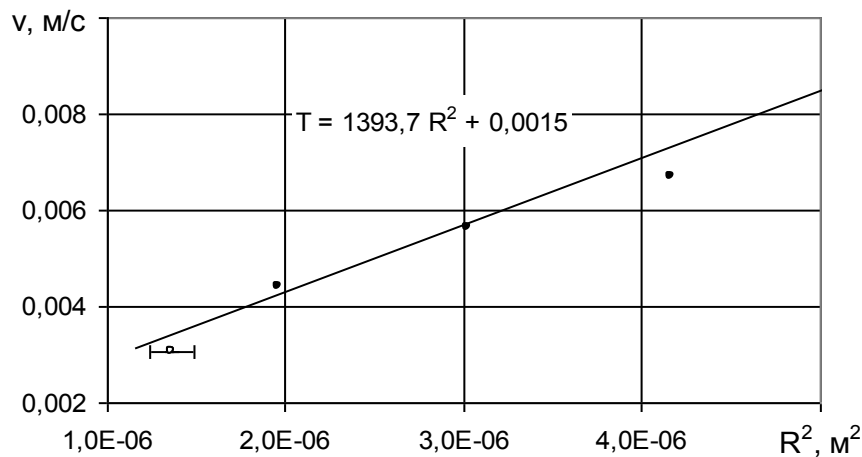


Рис.5. Зависимость скорости шариков от квадрата их радиуса (улучшенная выборка, показаны начальный участок графика и X-погрешность первой точки)

Для определения вязкости глицерина по формуле (3) необходимо иметь данные о плотности глицерина и плотности пластилина. Плотность глицерина определялась с помощью ареометра, инструментальная погрешность которого составляет 10 кг/м^3 . С учетом погрешности отсчета (5 кг/м^3) результирующая погрешность определения плотности составит 11 кг/м^3 . Результат измерения запишется в виде $\rho_{\text{гл}} = (1220 \pm 11) \text{ кг/м}^3$, $\varepsilon_{\rho_{\text{гл}}} = 0,9 \%$.

Плотность пластилина определялась косвенным способом с использованием формулы $\rho_{\text{пл}} = m/V$, где m – масса куса пластилина, V – его объем. Масса пластилина измерялась с помощью аналитических весов, а объем – с помощью мензурки. Конечный результат измерения плотности составил величину $\rho_{\text{пл}} = (1305 \pm 110) \text{ кг/м}^3$, $\varepsilon_{\rho_{\text{пл}}} = 8 \%$.

При вычислении вязкости глицерина использовалось значение ускорения свободного падения, которое на широте г. Бийска составляет $g = (9,81 \pm 0,05) \text{ м/с}^2$, $\varepsilon_g = 0,5 \%$.

Применяя формулу (3) для нахождения вязкости глицерина, получим:

$$\eta = \frac{2 \cdot 9,81 \cdot (1305 - 1220)}{9 \cdot 1393,7} = 0,133 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Полученное значение согласуется с табличным.

Погрешность определения углового коэффициента прямой $v(R^2)$ можно оценить, вычислив отношение $\Delta v_{\text{мин}}/R^2 = 0,0009/3,04 \cdot 10^{-5} = 30$. По отношению к величине углового коэффициента это составит $\varepsilon_{\text{угл}} = (30/1394) \cdot 100 \% \approx 2 \%$. Данная величина заметно (в 4 раза) меньше погрешности определения плотности пластилина. Поэтому вкладом ее в результирующую погрешность вязкости можно пренебречь, как и вкладом всех других величин, входящих в формулу (3). С учетом этого погрешность вязкости может быть оценена по формуле:

$$\Delta \eta = \frac{2g\Delta\rho_{\text{пл}}}{9a} = \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 110}{9 \cdot 1394} = 0,17 (\text{Па} \cdot \text{с}).$$

Таким образом, $\eta = (0,13 \pm 0,17) \text{ Па} \cdot \text{с}$. Получено, что погрешность определения вязкости превышает найденное действительное ее значение. Этот неудовлетворительный результат объясняется недостаточной точностью определения плотности пластилина.

Основные результаты и выводы

1. В процессе равномерного движения шарика в жидкости сумма всех действующих на него сил равна нулю. Из этого условия в настоящей работе найдена формула, выражающая зависимость величины установившейся скорости шариков от их радиусов. Эта зависимость имеет вид $v \sim R^2$.

2. Выполнена серия измерений установившейся скорости падения пластилиновых шариков различных радиусов в глицерине. По полученным экспериментальным данным построен точечный график в координатных осях $v - R^2$, методом наименьших квадратов через эти точки проведена наилучшая прямая. Установлено, что экспериментальные точки тесно (в основном, в пределах погрешностей) группируются около прямолинейного графика. На этом основании сделан вывод о применимости полученной формулы к описанию явления равномерного движения шариков в глицерине.

3. Выяснено, что для шариков большого диаметра (более 1 см) зависимость $v \sim R^2$ выполняется хуже, чем для шариков меньшего размера.

При этом отклонение точек от прямолинейного графика увеличивается с возрастанием диаметра шариков. Мы объясняем это возрастание силы вязкого влияния стенок сосуда. (Используемая при выводе формулы $v(R)$ формула Стокса справедлива для бесконечной среды.)

4. По величине углового коэффициента графика зависимости $v(R)$, построенного в координатных осях $v \sim R^2$ определена величина вязкости глицерина $\eta = (0,13 \pm 0,17)$ Па·с. Хотя полученное значение согласуется с табличным, оценка погрешности его определения оказалась недопустимо большой. Для повышения точности определения вязкости необходимо обеспечить меньшую погрешность определения плотности пластилина.

3.2 Определение применимости закона сохранения механической энергии к описанию явления истечения жидкости через малое отверстие в сосуде

3.2.1 Теоретическое обоснование применимости закона сохранения механической энергии к описанию явления истечения жидкости через малое отверстие в сосуде

Явление истечения жидкости из сосуда через малое (относительно сечения сосуда) отверстие часто встречается в быту и в производстве. К примеру, это явление реализуется при вытекании кипятка из самовара, при спускании мыльного раствора из стиральной машины, при переливании бензина из бензовоза в подземный резервуар на автозаправке. Скорость истечения воды желательно знать при проектировании летнего душа на даче, и, вообще, различных систем водоснабжения. Чтобы такое проектирование было возможно, необходимо знать закон, по которому происходит вытекание жидкости из сосуда в рассматриваемых условиях. Но, с другой стороны, физические законы на практике и, в том числе, в эксперименте, никогда не выполняются идеально точно. Этому препятствует множество причин, действие которых закон не учитывает. Поэтому применимость закона к описанию явлению при тех или иных условиях должна проверяться экспериментально.

С учетом этого в настоящей работе ставятся следующие цели:

- получить теоретически формулу, позволяющую рассчитывать скорость струи, вытекающей через тонкое отверстие в сосуде, в зависимости от высоты столба жидкости;
- экспериментально проверить справедливость этой формулы.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

1. Теоретически вывести рассматриваемую зависимость из закона сохранения и превращения механической энергии.
 2. Разработать экспериментальную установку и методику экспериментального исследования для проверки справедливости найденной зависимости.
 3. Провести серию измерений скорости струи при различной высоте уровня жидкости относительно отверстия.
 - Обработать данные с построением графиков:
 - табличной функции экспериментальных данных;
 - функции, вид которой определен в результате теоретического анализа исследуемого явления.
- Оценить погрешности измерений и сформулировать вывод о совпадении или несовпадении графиков в пределах погрешностей.

3.2.2 Разработка математической модели явления истечения жидкости через тонкое отверстие

Пусть за некоторое время из сосуда сечением S_1 через трубку сечением S_2 вытекло немного жидкости массой m , рис.1. До того, как это произошло, данная порция воды в сосуде находилась на высоте h относительно отверстия, и, значит, обладала потенциальной энергией $E_{\text{п}} = mgh$. Поскольку $S_1 \gg S_2$, скорость жидкости в сосуде во время вытекания невелика и потенциальная энергия должна превратиться, в основном, в кинетическую $E_{\text{к}} = mv^2/2$, где v – скорость струи. При этом потери энергии на

преодоление сил вязкого трения в между слоями жидкости также должны быть не очень велики. Приравняв $E_{\text{п}} = E_{\text{к}}$, получим искомую формулу:

$$v = \sqrt{2gh} . \quad (1)$$

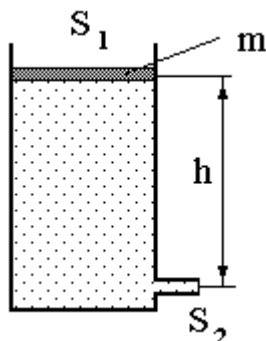


Рис.1.

Результаты эксперимента

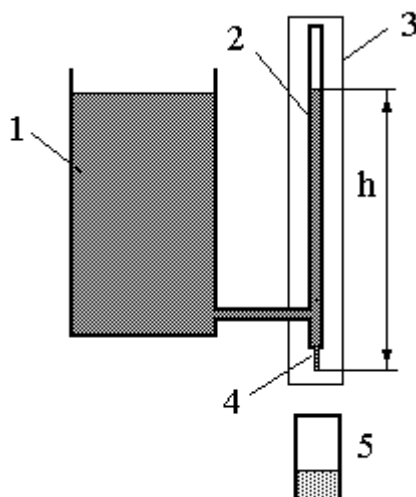


Рис.2.

Конструкция экспериментальной установки приведена на рис.2. Она включает сосуд с большой площадью поперечного сечения 1, другой сообщающийся с ним сосуд 2, прикрепленный к металлической линейке 3, трубку 4, через которую вытекает дистиллированная вода, стакан для сбора воды 5. Измерение времени вытекания воды осуществлялось при помощи секундомера СОП пр-2а-3-000, инструментальную погрешность которого $\Delta_{\text{инт}} = \pm 0,4$ с, измерение массы воды вместе со стаканом проводилось на аналитических весах, имеющих инструментальную погрешность ± 1 мг. Для

измерения внутреннего диаметра выпускной трубки 4 использовался длиннофокусный микроскоп МБС–10, имеющий окулярную шкалу. Принималось, что инструментальная погрешность измерения диаметра трубки составляла ± 2 деления шкалы. Это соответствовало погрешности $\Delta_D = \pm 0,05$ мм при увеличении 4^x и $\Delta_D = \pm 0,03$ мм при увеличении 7^x .

Измерять высоту уровня жидкости относительно выходного отверстия в большом сосуде неудобно. Для того чтобы повысить точность измерения величины h , в конструкцию установки введен сосуд 2 относительно небольшого диаметра, помещенный непосредственно на линейку 3.

При конструировании установки мы также руководствовались следующими соображениями:

- сосуд 1 должен иметь достаточно большое поперечное сечение. Это необходимо для того, чтобы при вытекании достаточно большой для проведения измерения массы m воды другая измеряемая величина – h существенно не изменялась (в экспериментах изменение высоты не превышало 3 мм);
- площадь поперечного сечения резиновой трубки, соединяющей сосуды 1 и 2 выбиралась достаточно большой для того, чтобы при вытекании воды из сосуда 2 уровень воды в нем оставался постоянным;
- диаметр внутреннего отверстия в трубке 4 не должен быть слишком большим, иначе нельзя достичь необходимой точности измерения времени; с другой стороны, при очень малом диаметре будут велики потери механической энергии за счет внутреннего трения в жидкости. На наш взгляд, близким к оптимальному оказался диаметр отверстия трубки $d = (1,24 \pm 0,03)$ мм при ее небольшой (около 3 мм) ее длине.

Мы стремились провести измерения в возможно более широком диапазоне изменения разности уровней h и выполнить при этом большое число измерений, достаточное для построения графика зависимости $v(h)$.

Методика экспериментального определения скорости струи v состояла в следующем. Пусть за время t из сосуда в стакан вытекла масса m

воды. Массу воды можно выразить как $m = vtSp = vt\pi d^2\rho/4$, где S – площадь сечения отверстия трубки. Отсюда

$$v = \frac{4m}{\pi\rho d^2 t}. \quad (2)$$

Этот способ измерения скорости будем называть «экспериментальным» и обозначать как $v_э$. «Теоретические» значения скорости будем находить по формуле (1) и обозначать как $v_т$.

Результаты прямых измерений величин и вычисленные по ним значения скорости струи приводятся в таблице 1. Кроме того, в таблице приводится величина $h^{1/2}$, необходимая для построения линейного графика. В таблице использованы следующие обозначения: $m_{ст}$ – масса стакана для сбора воды, $m_{ст\ в}$ – масса стакана с водой. Значение плотности дистиллированной воды, необходимое для вычисления скорости струи, определялось из физического справочника. При 20^0C плотность составляет $(998,0 \pm 0,5) \text{ кг/м}^3$.

h, м	t, с	m _{сг} , кг	m _{сг В} , кг	m, кг	v _з , м/с	h ^{1/2} , м ^{1/2}
0,122	15,0	0,02890	0,047900	0,019000	1,070	0,3493
0,142	15,2	0,02890	0,052340	0,023440	1,303	0,3768
0,222	10,1	0,02890	0,054870	0,025970	2,172	0,4712
0,096	23,0	0,02890	0,051779	0,022879	0,840	0,3098
0,185	10,2	0,02890	0,050429	0,021529	1,783	0,4301
0,180	10,2	0,02890	0,049628	0,020728	1,725	0,4243
0,161	15,0	0,02890	0,052508	0,023608	1,329	0,4012
0,215	10,2	0,02890	0,055381	0,026481	2,193	0,4637
0,241	8,1	0,02890	0,051100	0,022200	2,315	0,4909
0,310	8,0	0,02890	0,051900	0,023000	2,428	0,5568
0,221	9,0	0,02890	0,048251	0,019351	1,816	0,4701
0,183	12,0	0,02890	0,051908	0,023008	1,619	0,4278
0,356	7,0	0,02890	0,048840	0,019940	2,406	0,5967
0,466	6,5	0,02890	0,052249	0,023349	3,034	0,6826
0,316	8,1	0,02890	0,051690	0,022790	2,376	0,5621
0,579	5,1	0,02890	0,050148	0,021248	3,519	0,7609

Точечный график, построенный в линейных координатах по данным таблицы 1, приведен на рис.3. Кроме того, здесь же помещена и теоретическая прямая. Эта прямая проведена через две точки, координаты которых вычислены по формуле (1). Данные для построения этого графика приведены в таблице 2.

Таблица 2

Данные для построения графика по «теоретическим» данным

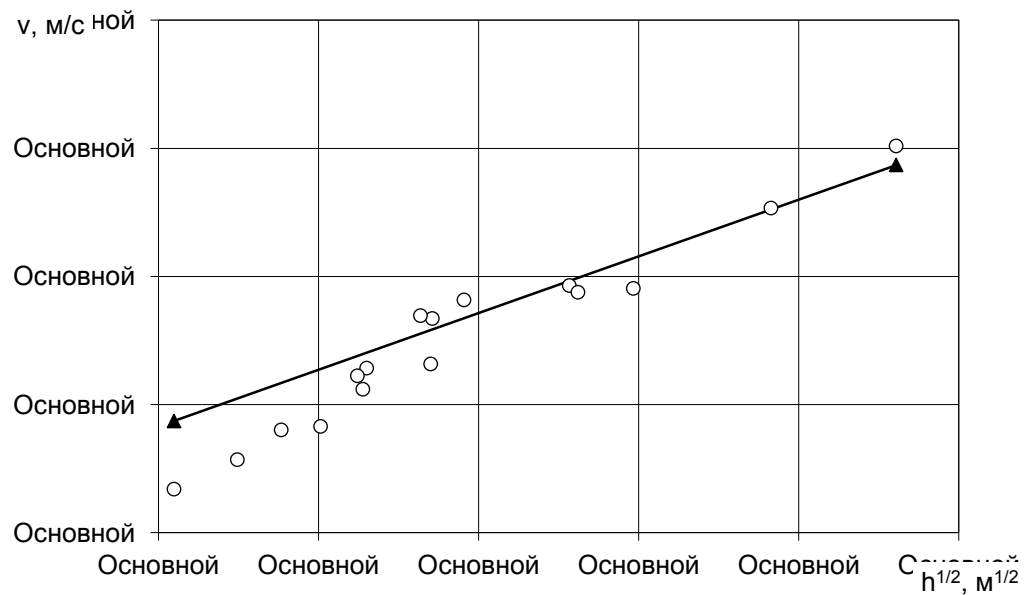


Рис.3. Зависимость $v(h^{1/2})$. Приведены точечный график экспериментальных данных и график, построенный по данным, вычисленным с помощью формулы (1)

○ Эксперимент ▲ Теория

$v_t, \text{м/с}$	$h^{1/2}, \text{м}^{1/2}$
1,372	0,3098
3,370	0,7609

Из сопоставления обоих графиков можно заключить, что экспериментальные точки удовлетворительно группируются около теоретической прямой только в области больших значений h . Это можно объяснить влиянием сил поверхностного натяжения на процесс вытекания жидкости. Силы поверхностного натяжения должны препятствовать истечению, при малой высоте столба жидкости их роль является более заметной. В связи с тем, что мы не ставили целью изучать влияние сил поверхностного натяжения, первые 4 точки графика в дальнейшем рассматривать не будем.

Для того чтобы повысить достоверность вывода о линейности графика при $h > 0,16$ м ($h^{1/2} > 0,4$ м^{1/2}), была выполнена серия дополнительных измерений. Результаты этих измерений, а также улучшенная выборка прежней серии измерений представлены на рис.4. Как видно, точки новой серии измерений группируются около теоретической прямой, что согласуется с высказанными выше соображениями.

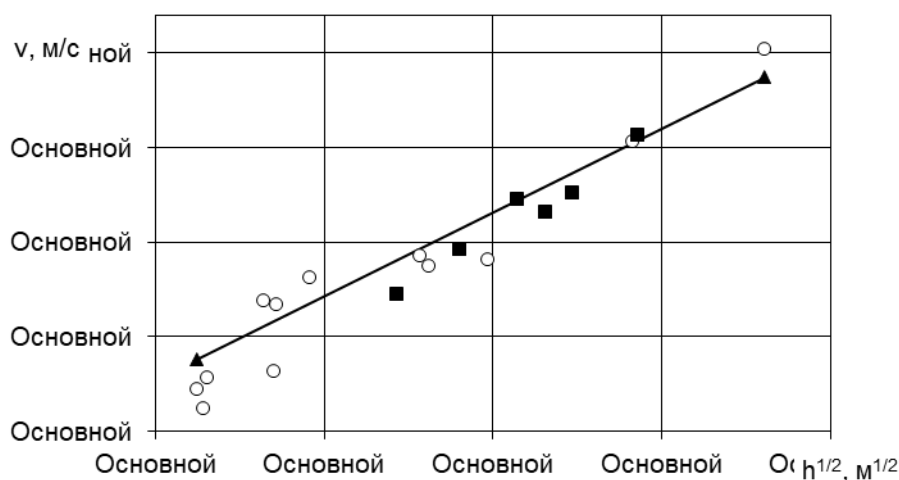


Рис.4. Зависимость $v(h^{1/2})$. Приведены: улучшенная выборка первой серии измерений, данные дополнительной серии измерений и график, построенный по данным, вычисленным с помощью формулы (1)

- Первоначальная серия измерений
- ▲— Теория
- Дополнительная серия измерений

Для обоснования вывода об адекватности математической модели (1) полученным экспериментальным данным необходимо соотнести величину отклонения (разброса) экспериментальных точек относительно теоретической прямой с величиной погрешности определения этих данных. Из всех величин, входящих в формулу (1), с наибольшей относительной погрешностью измерялось время, в течение которого вода собиралась в стакан. При определении времени имели место следующие составляющие результирующе погрешности: инструментальная погрешность секундомера $\Delta_{\text{инст } t} = \pm 0,4$ с; погрешность отсчета $\Delta_{\text{отсч } t} = \pm 0,1$

с; методическая погрешность, связанная с несвоевременным включением секундомера при сборе воды в стакан. По нашей оценке $\Delta_{\text{мет } t} = \pm 0,5 \text{ с}$. Тогда результирующая погрешность определения времени составит $\Delta_t = \pm 0,6 \text{ с}$. Погрешность определения скорости, обусловленная этой погрешностью можно оценить по формуле:

$$\Delta_v = \frac{4m\Delta_t}{\pi \rho d^2 t^2}.$$

Данное выражение показывает, что погрешность определения скорости не является постоянной величиной, поскольку зависит от m и t . Масса собранной в стакан воды в опытах изменялась незначительно от 19 г до 26 г. Примем при оценке погрешности эту величину постоянной, равной 22 г. Более существенным является изменение времени в пределах (6,5...12) с. В соответствии с формулой (1) это приведет к изменению Δ_v почти в 4 раза. Выберем для оценки Δ_v минимальное время $t = 6,5 \text{ с}$, отвечающее максимальному значению погрешности Δ_v . Вычисления дают результат $\Delta_v = \pm 0,24 \text{ м/с}$.

Из рис.5 видно, что теоретическая прямая попадает в границы отрезков неопределенности всех без исключения значений v_3 . Этот факт означает совпадение обоих графиков в пределах погрешностей определения величин.

На координатную плоскость графиков, показанных на рис.5, выведены также уравнения линейной регрессии теоретической и экспериментальной прямых. В соответствии с формулой (1) угловой a_3 коэффициент экспериментальной прямой должен быть равен: $a_3 = \sqrt{2g}$. По значению $a_3 = 4,8607$, взятому из графика, легко найти $g_3 = 11,8 \text{ м/с}^2$, что отличается от действительного значения на 20 %. На наш взгляд, этот показатель дает интегральное представление о степени согласованности экспериментальных данных и теории.

Итак, в целом, в настоящей работе установлена применимость формулы (1) к описанию полученной совокупности экспериментальных данных.

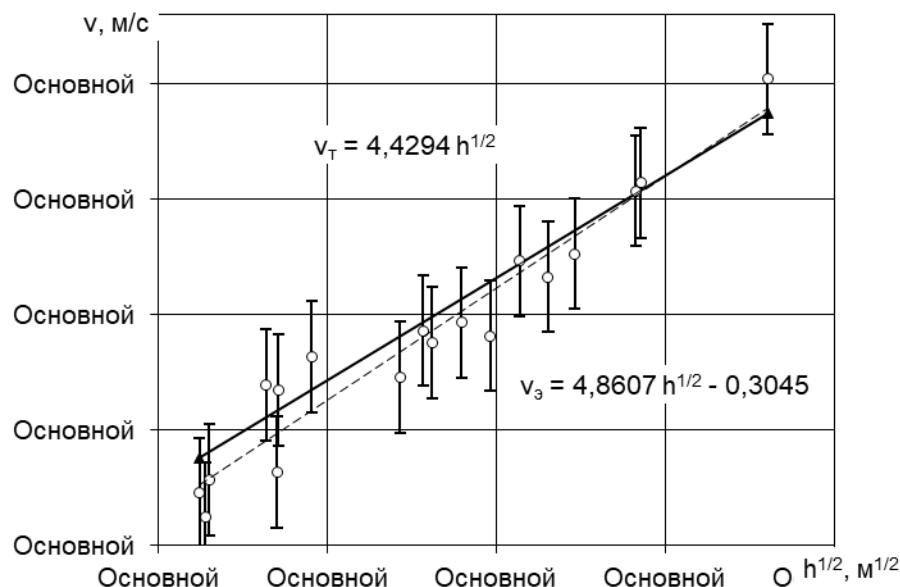


Рис.5. Зависимость $v(h^{1/2})$. Приведены те же данные, что и на предыдущем графике. Кроме того, указаны погрешности определения величины v_3 и записаны уравнения регрессии обоих рядов данных

○ Эксперимент
 ----- Эксперимент
 —▲— Теория
 — Теория

Основные результаты и выводы

5. Из закона сохранения механической энергии в настоящей работе найдена формула, выражающая зависимость скорости истечения жидкости из сосуда с малым отверстием от высоты столба жидкости.

6. Выполнены 2 серии измерений скорости истечения дистиллированной воды: основная и дополнительная. Необходимость проведения дополнительной серии измерений обусловлена плохим соответствием экспериментальных данных формуле (1) при малой (менее 16 см) высоте столба жидкости. Мы объясняем этот факт действием сил поверхностного натяжения, препятствующих истечению жидкости.

При обработке экспериментальных данных использовались методы:

- построения графиков с использованием функциональных масштабов по координатным осям;
- наименьших квадратов для определения вида наилучшей аппроксимирующей функции.

7. Установлено, что экспериментальные точки обеих серий измерений (после исключения точек, соответствующих $h < 16$ см) в пределах погрешностей группируются около линеаризованных графиков, построенных по рассчитанным с помощью формулы (1) данным. На этом основании сделан вывод о применимости формулы (1) к описанию явления истечения жидкости в тех условиях, которые имели место в настоящих экспериментах.

Заключение

Выполнив большую работу по обработке различной информации из разных источников можно с уверенностью сказать, что исследовательская и учебно-исследовательская деятельность позволяет более эффективно достичь высокого уровня знаний у учащихся, и решить стоящие методически задачи на всех типах урока.

Данный факт был доказан не только в теории, но и на практике, проведя различные уроки с учащимися общеобразовательных школ.

Внедрение в школьную систему образования, сложившуюся в настоящий момент элементов исследовательской деятельности, позволит качественно поднять уровень образования общеобразовательных школ. Учащиеся будут более заинтересованы в обучении и познании окружающего их мира, что необходимо при изучении такого естественно-научного предмета как физика.

Список литературы

1. Алексеев Н. Г., Леонтович А. В., Обухов А. В., Фомина Л. Ф. Концепция развития исследовательской деятельности учащихся // Исследовательская работа школьников. 2001. №. 1.
2. Андреев В.И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности. – Казань: Изд-во КГУ, 1988. – 238 с.
3. Белых С.Л. Управление исследовательской активностью школьника. – М: ж. «Исследовательская работа школьников», 2007.
4. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. – М: Просвещение, 1981г.
5. Выготский Л.С. Педагогическая психология /Под ред. В.В. Давыдова. – М.: Педагогика – Пресс, 1999. – 536 с.
6. Генденштейн Л.Э., Ю.И.Дик, Л.А.Кирик Физика 10 класс. Методические материалы для учителя. – М.: ИЛЕКСА, 2005. – 303 с.
7. Гладышева Н.К. Нурминский И.И., Статистические закономерности формирования знаний и умений учащихся. - М., 1991.
8. Гутник Е.М., Рыбакова Е.В., Шаронина Е.В. Тематическое и поурочное планирование к учебнику Перышкина А.В. "Физика". 8 кл. – М.: Дрофа, 2005. – 96 с.
9. Иванова Л.А. Проблема познавательной деятельности учащихся на уроках физики при изучении нового материала: Учебное пособие. – М.: МГПИ, 1978. – 110 с.
10. Леонтович А.В. Исследовательская деятельность учащихся.- М.: 2003. – 96с.
11. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. Изд. 2-е. – М.: Политиздат, 1977. – 303 с.
12. Лернер И. Я. Проблемное обучение. — М.: Знание, 1974.

13. Малафеев Р.И. Проблемное изучение физики в средней школе. Из опыта работы: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1980. – 127 с.

14. Менчинская Н.А. Психологические вопросы развивающего обучения и новые программы // Советская педагогика. – 1968. – №6.

15. Пинский А.А., Абатурова В.В., Дерзкова Н.П. Предпрофильная подготовка учащихся 9-х классов общеобразовательных учреждений. Итоги эксперимента и перспективы дальнейшего развития. М.: Альянс-Пресс, 2004. – 160с.

16. Полат Е.С. Как рождается проект. – М.,2003. – 296с.

17. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1975. – 272 с.

18. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. – М.: Педагогика, 1946. – 643 с.

19. Синенко, В. Я. Методология и практика школьного образования: учеб. пособие / В. Я. Синенко. – Новосибирск: Изд-во НИПКиПРО, 2008.

20. Талызина Н.Ф. Формирование познавательной деятельности младших школьников. – М.: Просвещение,1988. – 175 с.

21. Усова А.В. Формирование учебно-познавательных умений у учащихся в процессе изучения предметов естественного цикла: Пособие для студентов. Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2002.

22. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебно-познавательных умений у учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1980.

23. Усова А.В., Вологодская З.А. Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе. – М.: Просвещение, 1981. – 158 с.
24. Шумакова Н.Б. Исследование как основа обучения// Одаренные дети и современное образование. 2003. №5.
25. Эльконин Д.Б. Психология игры. – 2-е изд. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. – 360 с.
26. Чечель И.Д. Управление исследовательской деятельностью педагога и учащегося в современной школе. – М.: Сентябрь, 1998. – 140с.
27. http://edu.of.ru/profil/default.asp?ob_no=13193
28. <http://media.edu.yar.ru/?group=1>
29. <http://portfolio.1september.ru/person.php?id=222-459-616>
30. <http://schools.keldysh.ru/labmro>
31. www.isssl.dnttm.ru