

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный педагогический университет»

Институт физики, технологии и экономики

Рощин Леонид Викторович

**УЧЕБНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ И ТЕНДЕНЦИИ ЕГО  
РАЗВИТИЯ**

Выпускная квалификационная работа  
(магистерская диссертация)

Направление подготовки «050100.68-Педагогическое образование»

Квалификационная работа  
допущена к защите

\_\_\_\_\_ Усольцев А.П.

Научный руководитель

Шамало Т.Н.  
доктор педагогических наук,  
профессор

Руководитель магистерской  
программы

\_\_\_\_\_ Усольцев А.П.

Екатеринбург - 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

	с.
Введение.....	3
Глава 1. Развитие учебного физического эксперимента.....	6
1.1. Анализ проблемы развития физического эксперимента.....	6
1.2. Психологические основы использования средств наглядности.....	24
1.3. Состояние проблемы совершенствования демонстрационного.....	36
эксперимента в школьной практике.....	36
1.4. Проведение и подготовка демонстрационных опытов.....	38
Выводы по главе 1.....	39
Глава 2. Комплексное использование УФЭ и технических средств  обучения	
.....	42
2.1. Комплексное использование учебного физического эксперимента и	
компьютерных средств при постановке демонстрационного	
эксперимента.....	42
2.2. Комплексное использование учебного физического эксперимента и	
компьютерных средств при постановке лабораторных работ.....	46
2.2.1. Изучение затухающих колебаний с помощью оптодатчика.....	47
2.2.2. Изучение механических колебаний с помощью АЦП.....	49
2.2.3. Моделирование затухающих колебаний на ПК.....	52
2.3. Комплексное использование учебного физического эксперимента и	
компьютерных средств при проведении практикума.....	54
2.3.1. Вычислительный эксперимент.....	54
2.3.2. Модельный эксперимент.....	57
2.3.3. Автоматизированный эксперимент.....	59
Вывод по главе 2.....	60
Заключение.....	62
Список источников и литературы.....	64



## ВВЕДЕНИЕ

Современная стадия развития общества характеризуется целым рядом особенностей, выдвигающих новые требования к стратегии школьного образования. Одним из наиболее значимых изменений в нашей стране за последние годы стало изменение взгляда на взаимоотношения человека и общества, восприятие человека в первую очередь не в качестве составной части государства, а в качестве самоценной личности. В соответствии с этим появляются новые приоритеты в образовании, заключающиеся в его направленности на развитие личности, наиболее полную реализацию способностей человека, в отличие от традиционной системы, ориентированной в основном на формирование качеств, требуемых конкретной общественной формацией. В свою очередь, изменение стратегии образования в направлении личностно-ориентированной педагогики должно находить отражение в конкретных шагах на пути внедрения в современное школьное образование индивидуализированного обучения, учитывающего индивидуальные особенности ученика и нацеленного на его развитие.

Наряду с этим необходимо учитывать общемировые тенденции развития всей нашей цивилизации. Современное общество, которое принято называть постиндустриальным, характеризуется чрезвычайно высоким темпом развития новых технологий, что также отражается на приоритетах в стратегии образования. В нестабильном, быстро меняющемся мире, характеризующемся быстрым приростом объёма знаний, роль учителя отличается от его роли в стабильном обществе. Во-первых, она не может более оставаться сугубо авторитарной, основанной на безусловном признании учениками абсолютного превосходства учителя, и должна в значительной степени опираться на идеи педагогики сотрудничества. Во-вторых, в ряде предметов, в том числе в физике, всё большую ценность приобретает обучение не конкретным знаниям (которые через некоторое время могут оказаться несовременными), а обобщённым интеллектуальным, деятельностным, коммуникативным и творческим умениям, которые будут необходимы школьнику в будущей жизни.

Для достижения данных целей обучение должно быть индивидуализированным. В лично-ориентированной педагогике индивидуальный подход выступает уже не просто в качестве одного из принципов обучения, состоящего в учёте индивидуальных особенностей школьников в процессе обучения. Индивидуальный подход в обучении приобретает самоценность, выражает общую направленность обучения на развитие личности каждого школьника, развитие его интеллектуальных, волевых, нравственных качеств, а также на самореализацию ученика, помощь в нахождении той области деятельности, в которой он может добиться наибольшего успеха.

**Актуальность темы** исследования обоснована следующими факторами:

1. Быстрый темп технического прогресса и расширение информационного пространства обуславливает необходимость преобразования образовательной системы.

2. Возрастание требований к интеллектуальному развитию школьников создает потребность в развитии и оптимизации средств обучения.
3. Развитие средств обучения, в том числе и УФЭ, должно базироваться на основе тенденций в развитии образовательных ресурсов.

**Противоречие:** Между высокими потенциальными возможностями использования компьютерных технологий в учебном физическом эксперименте и недостаточной разработкой теоретических основ развития УФЭ как средства обучения.

**Предмет исследования:** Развитие учебного физического эксперимента и тенденции его совершенствования.

**Объектом исследования** в работе послужил учебный физический эксперимент в процессе информатизации образования.

**Целью работы** является исследование тенденций развития учебного физического эксперимента.

**Гипотеза:** Выделение тенденций развития УФЭ позволит целенаправленно подходить к отбору экспериментальных средств для их использования в современных условиях процесса обучения.

Задачи работы:

- 1) провести анализ проблемы развития физического эксперимента;
- 2) изучить состояние проблемы совершенствования эксперимента в школьной практике;
- 3) выявить психологические основы выполнения использования средств наглядности;
- 4) рассмотреть возможности комплексного использования учебного физического эксперимента и компьютерных средств при постановке демонстрационного эксперимента, лабораторных работ и проведении практикума;
- 5) выявить тенденции развития УФЭ;

Работа состоит из введения, двух глав, 13 параграфов, заключения и списка литературы.



## ГЛАВА 1. РАЗВИТИЕ УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

### 1.1. Анализ проблемы развития физического эксперимента

В русской школе в первой половине XVIIIв. было введено изучение физики и изучалась она вместе с химией. Российская Академия наук была открыта в 1725 г., и при ней появился первый хорошо оборудованный кабинет физики. Академики Рихман и Крафт приняли активное участие в создании физического кабинета. Оборудование кабинета применялись не только для научных работ, но и служили как наглядные пособия на лекциях в гимназии и в университете при Академии наук. В середине XVIII в. произошли серьезные научные открытия и изобретения, на их основе создавались новые технические устройства и механизмы. Структурные изменения в промышленности России, произошли только между 1830 - 1860гг. Увеличивается численность людей, занимающихся проектированием техники, её созданием, внедрением и совершенствованием.

В российской промышленности, носящий характер промышленного бума, возникает проблема подготовки грамотных специалистов в области науки и техники (приборостроении, машиностроении, электротехники, навигации, электротехники и т. д.). Эта проблема решается, в основном, в высших учебных заведениях при подготовке инженерных кадров и, частично, при подготовке обслуживающего персонала, способного решать различные по сложности технические задачи. Первое время, обучение физике, в школах России, носило исключительно «меловой характер», но передовые учителя уже тогда начинают поиск эффективных методов обучения. Используется опыт преподавания, ученых-академиков М. В. Ломоносова, Г. В. Рихмана Г. В. Крафта. М. В. Ломоносов писал в предисловии к первому учебнику физики: «Мысленные рассуждения произведены бывают из надежных и много раз повторенных опытов» [43].



Необходимость введения в преподавание физики практических работ учащихся впервые обоснована основоположником первой русской методики естествознания А. Я. Гердом. Он писал, что детям необходимо дать «возможность делать самостоятельные опыты и наблюдать естественные тела» [31]. В конце XIX в. и начале XX в. были изданы первые методические пособия, в которых содержались вопросы экспериментальной подготовки учащихся по физике в школе. Это пособия Ф. Н. Шведова «Методика физики» [71], Ф. Н. Индриксона «Несколько работ по физике для учащихся средних школ» [38], В.В. Лермонтова, «Методика физики и содержание приборов в исправности» [42], Н. В. Кашина «Методика физики» [41]. Авторы этих работ говорили о необходимости использования лабораторных работ при обучении физике, предлагали конкретные примеры экспериментальных заданий, давали рекомендации по простейшим и доступным приборам и материалам.

В. В. Лермонтов большое внимание уделяет опытному преподаванию физики. Он пишет: «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» [42]. Это положение показывается на конкретных примерах. В. В. Лермонтов считает необходимым приблизить школьную физику к практическим примерам из жизни, отводя большую часть учебного времени на эксперимент. Но в этом вопросе взгляды В. В. Лермонтова являются односторонними, когда он предлагает остаться в пределах практической стороны дела и отказаться от теоретических обобщений и обоснований, считая их доступными лишь для избранных. Н. В. Кашин в 1916 г. выпустил книгу, представляющую собой первый полный курс общей методики физики. В ней Н. В. Кашин формулирует следующие цели преподавания физики в средней школе: формальное образование, приобретение положительных знаний, выяснение методов, при помощи которых строится точное знание, обзор общих выводов современной науки [41].

В книге Н. В. Кашин выражает передовые взгляды того времени и, несомненно, книга сыграла важную роль в развитии методики физики.

Профессор О. Д. Хвольсон упорно отстаивал необходимость экспериментального преподавания физики. В постановлении подкомиссии по вопросам преподавания физики, работавшей под председательством О. Д. Хвольсона в 1900г., 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» [57].

В тоже время появилось большое количество тематических публикаций о демонстрационных опытах, экспериментальных исследованиях и лабораторных занятиях, а в программах по физике вопрос учебное время на лабораторно-практические работы еще не выделялось. Только на Съезде в Петербурге, который состоялся в 1914 г., учителей физики, химии и космографии, этот вопрос был решен положительно. В 1915 году принимается решение об обязательном использовании демонстрационного эксперимента и лабораторного метода в преподавании физики. В комментариях к проекту программы по физике было отмечено, что «лабораторные занятия должны составлять неотъемлемую часть курса физики, столь же существенную, как и уроки». Также было предложено включить в программу более ста лабораторных работ обязательных для выполнения. Можно считать, что с этого времени началась работа по развитию учебного физического эксперимента (УФЭ), совершенствованию школьных программ, укреплению материальной базы физических кабинетов. Однако, из-за слабой материально-технической базы гимназий и школ, связанное с отсутствием промышленного выпуска оборудования, не было выполнено данное решение до конца. Несмотря на сложности, передовые учителя продолжали работу по развитию УФЭ, изготавливая и конструируя самодельные установки и приборы.

Следовательно, мы видим, что в дооктябрьский период довольно активно разрабатывались вопросы методики и техники лабораторного и демонстрационного эксперимента, но общие вопросы методики, связь теории с практикой, теоретический анализ содержания курса физики, развитие творческих способностей учащихся - ставили только некоторые ученые.

В начале 20-х годов определяется новый тип школы - школа политехнического типа, отвечающей нуждам народного хозяйства. Политехническое, мировоззренческое, образовательное значение физики было должным образом оценено и отражено в учебных планах.

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

В массовой школе преподавание физики представило новые данные о значении и месте демонстрационного эксперимента. П. А. Знаменский сказал: «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».

Автор отмечает, что внедрение в массовую школу демонстрационного УФЭ, практических, лабораторных работ, самостоятельных исследований и опытов, организация работы физических клубов и кружков вместе с реализацией политехнических принципов составило основу работы по развитию творческих способностей, физико-технического творчества.

Появление в 1934-1941 гг. фундаментального труда московских методистов Д. Д. Галанина, Е. Н. Горячкина, С. Н. Жаркова, Д. И. Сахарова, А. В. Павши стало важным этапом в развитии демонстрационного УФЭ. «Физический эксперимент в школе» [31]. Этот труд, по оценке специалистов, представлял собою выдающееся явление в мировой методической литературе.

В книге по всем разделам курса элементарной физики дано описание демонстрационных опытов. По каждому явлению, как правило, приводится описание нескольких демонстраций. Большое внимание уделено методике использования измерительных приборов и их использования в УФЭ. Предлагаются рекомендации по изготовлению множества самодельных установок, приспособлений, установок, указаны технологические приемы, необходимые каждому преподавателю.

Важной особенностью методического пособия является его политехническая направленность, которая реализована в описании значительного количества УФЭ практического характера. Эти опыты знакомят учащихся с практическими применениями физических законов и явлений, научно-техническими основами, с физическими принципами работы приборов. Несколько таких опытов авторы выделили в отдельные параграфы (тепловое и химическое действие тока, применение электролиза, электрические измерительные приборы). Опыты отбирались на основе логической связи технических сведений с изучаемым программным материалом.

Данная книга оказала существенное влияние на совершенствование преподавания физики в СССР, способствовала внедрению методов постановки УФЭ в учебный процесс и имеет актуальность в настоящее время. Авторы производили отбор демонстраций, опираясь на следующие позиции. Е. Н. Горячкин, пишет - «Демонстрации, могут быть разбиты на две группы, значительно отличающиеся друг от друга: 1) демонстрационный эксперимент или опыты, служащие для воспроизведения физических явлений, и 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» [34]. Позже методические идеи, Е. Н. Горячкина, Д. Д. Галанина, П. А. Знаменского, И. И. Соколова, заложенные в их трудах, получили дальнейшее развитие.

Под руководством А. А. Покровского в 50 - 60-е годы сотрудниками Академии педагогических наук СССР была разработана целая система УФЭ, включающая в себя лабораторные работы, демонстрации, физический практикум, фронтальные опыты и экспериментальные задачи. В книгах: «Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе», «Демонстрационные опыты по физике 6 - 7 классах», «Физический практикум в средней школе», обобщены результаты данных исследований. [56].

Новое содержание учебников физики и школьных программ (1968 - 1973) определило появление новой методической литературы. Изданы новые оригинальные методические пособия для учителей физики. Особенно отметим фундаментальное методическое издание под редакцией А. А. Покровского по демонстрационному эксперименту «Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе» [56].

Описанная в данном пособии система демонстрационных опытов, приведена в соответствие с последовательностью и содержанию изложения учебного материала, представленного действующей программой и учебными пособиями того времени. Значительное число опытов, показанных в пособии, поставлено на типовом школьном оборудовании. В разделе «Электродинамика» представлено 113 опытов с описанием, что составляет около 36% от общего количества.

В предисловии к пособию авторы указали основные методические задачи, которые должны решаться с помощью демонстрационного эксперимента. А. А. Покровский указывает - «Демонстрационные опыты, 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».

Следовательно, роль УФЭ, по мнению авторов пособия, сводится к созданию первоначальных представлений об изучаемом законе, явлении, их практическом значении. Углубить и развить полученные знания можно только на занятиях физического практикума, лабораторных работах. Основа отбора опытов лежит в иллюстративной функции демонстрационного эксперимента. Но авторы пособия не дают развернутого ответа о том, как использовать УФЭ в целях развития учащихся, каким должно быть методика и содержание постановки демонстрационных опытов, хотя и выделяют, что необходимо использовать опыты «представляющие собой экспериментальные задачи, которые помогают углубленному пониманию изучаемого материала и развивают физическое мышление». Но только за учителем остается выбор демонстрационных опытов для решения экспериментальных задач.

А. А. Покровский в работе с коллегами [56] провели классификацию демонстрационных опытов, и раздели их на 5 видов:

- 1) начальные опыты;
- 2) опыты по установлению физических величин;
- 3) опыты, показывающие практическое применение физических законов;
- 4) опыты для углубления полученные знания (опыты, показывающие применение законов в их разном сочетании);
- 5) демонстрационные экспериментальные задачи.

Данная идея и была положена в основу подбора демонстрационных опытов, представленных в пособиях.



В течение многих лет в средних школах СССР использовалось данное руководство по УФЭ. За прошедшие двадцать лет с его издания в 1967 г. изменились учебники и содержание школьного курса физики. Следовательно, в конце восьмидесятых годов появилась необходимость в изменении руководства по УФЭ с целью его соответствия и согласования с изменившимися учебниками и программой. К действующему изданию А. А. Покровского, для учителей были изданы новые пособия по школьному учебному эксперименту, в создании которых участвовали известные ученые-методисты, такие как Л. И. Анциферов, С. А. Хорошавин, В. Ф. Шилов, Н. М. Шахмаев и др.

Особенно отметим книгу В. Ф. Шилова и Н. М. Шахмаева «Физический эксперимент в средней школе: Механика. Молекулярная физика. Электродинамика» [70]. В. Ф. Шилова и Н. М. Шахмаева включили в издание значительное число новых опытов, для демонстрации которых используется в основном стандартное школьное оборудование, в тоже время авторы не отказались от самодельных установок и приборов.

Когда существует необходимость продемонстрировать принципиально важное явление, В. Ф. Шилова и Н. М. Шахмаева предлагают несколько вариантов одного и того же опыта, поставленного на различном оборудовании. Суть метода в том, чтобы учитель мог показать оптимальный вариант опыта, для демонстрации которого есть необходимое оборудование в его кабинете. В каждом разделе по описанию опытов существует методическое введение. В нем даны краткие указания по объяснению опытов и методике их постановки.

Вторая часть издания под руководством Н. М. Шахмаева, Н. И. Павлова, В. И. Тыщука вышла в 1991 - «Физический эксперимент в средней школе: Колебания и волны. Квантовая физика» [69]. В руководстве использовался единый подход к изучению колебаний и волн; «все колебательные и волновые процессы независимо от их природы описываются с помощью одних и тех же понятий, и для них справедливы одинаковые закономерности».

Авторы объединили механические и электромагнитные явления и в соответствии с этой концепцией разработали и описали часть опытов по колебательным и волновым процессам. Явление интерференции, например, авторы предлагают изучать один раз и основательно. Сначала ученики наблюдают интерференцию когерентных волн на поверхности воды, потом слышат интерференцию звуковых волн и в итоге убеждаются в интерференции электромагнитных волн (в том числе и световых) Данная методика, по мнению Н. М. Шахмаевой, Н. И. Павлова, В. И. Тыщука, позволяет получать школьникам фундаментальные знания о колебательных и волновых процессах.

Также появляются издания, в которых дается углубленное УФЭ по электродинамике, приводится описание новых приборов и методика их применения, рассматривается новая методика изложения данного раздела. Особо отметим руководство С. Е. Каменецкого и Н. М. Шахмаевой «Демонстрационные опыты по электродинамике» [71]. В руководстве предлагается описание значительного количества приборов и опытов, подобранных по разделам. Предложено краткое введение по методике, которое предшествует в описании демонстраций по каждой теме, обоснован выбранный порядок предложенных демонстраций. В издании даются подробные инструкции, технологические советы, эскизы установок, схемы электрических цепей для изготовления самодельного оборудования. «Использование новых приборов позволяет наиболее глубоко и просто показать физическую сущность демонстрируемых явлений» - пишут авторы.

Книга С. А. Хорошавина «Демонстрационный эксперимент по физике. Электродинамика» - заметное явление в методике демонстрационного эксперимента [64]. В своей книге автор подробно на примерах показал роль, значение и место УФЭ в преподавании физики. Автор также представил разработанную им систему УФЭ в курсе физики первой ступени. В книге С. А. Хорошавина много практических советов по технологии и технике постановки демонстрационных опытов. Разработанные С. А. Хорошавиным опыты относятся к конкретному материалу учебника физики. «В тех случаях, когда содержание и последовательность демонстрируемых опытов определены содержанием и последовательностью изложения изучаемого материала, мы имеем не набор демонстрационных опытов, не пассивные иллюстрации к слову учителя, а систему обучающего демонстрационного эксперимента». Это положение в методике демонстрационного эксперимента автор определил как «принцип соответствия содержания демонстрационного эксперимента содержанию учебного материала» - пишет автор. С. А. Хорошавин полагает, что, сначала необходимо разработать идеализированную систему УФЭ, суть которой состоит в том, что конкретно нужно показать ученикам, а затем определить те материальные средства, которые для этого потребуются.

Автор уделил много внимания УФЭ политехнического содержания. «Демонстрация опытов политехнического содержания, не самоцель, а средство, позволяющее наиболее экономными и эффективными способами решать одну из важных задач образования подрастающего поколения, а поэтому простота демонстрационной установки и техники демонстрирования - важный критерий отбора демонстрационных опытов политехнического содержания» - пишет С. А. Хорошавин. Демонстрируемый опыт политехнического содержания должен интегрироваться в содержание учебного процесса и осуществлять логическую связь с изучаемым материалом.

К этому же ряду книг можно отнести книгу Т. Н. Шамало «Учебный эксперимент в процессе формирования физических понятий» [66]. Т. Н. Шамало, опираясь на психологические особенности учащихся, на примере учебного эксперимента по механике, показала его значимость при формировании понятий. Автор считает, что учебный эксперимент должен выполнять две функции. Первая функция - создание чувственно-наглядных образов, которые формируют обобщенные образы представления, вторая - создание практических «кейсов» при переходе от абстрактного к конкретному. Эксперимент в процессе конкретизации. [67,68].

Предлагается производить отбор опытов в зависимости от функции УФЭ, а также выбор формы эксперимента. Т. Н. Шамало определяет четыре дидактические формы проведения эксперимента: комбинированную или репрезентативную, фактологическую, иллюстративную, исследовательскую. Появление методического пособия в начале 50-х годов немецких авторов Г. Шпрокхофа и Р. Гирке вызвало значительный интерес. Пособие «Эксперимент по курсу элементарной физики» в русском издании состоит из шести частей. Авторы отмечают, что эксперимент, описанный в издании, во многом отвечает задачам политехнического обучения.

В четвертой и пятой части издания описана методика и техника лабораторного и демонстрационного эксперимента по разделу «Электричество». В четвертой части представлено описание 126 экспериментов, в пятой - 171.

В отборе демонстрационных опытов Г. Шпрокхоф и Р. Гирке основывались на следующей концепции:

1. Определять факт физического закона, явления, используя простое самодельное оборудование, кроме источников тока и электроизмерительных приборов.
2. Собирать демонстрационные установки по ходу объяснения и изложения материала, а не показывать готовые.

3. Стараться привлекать учащихся к проведению демонстрационных опытов.

«Эксперимент, проведенный на самодельном оборудовании и в самом процессе изложения материала, более доходчив, а значит, и педагогически более целесообразен» - пишут Г. Шпрокхоф и Р. Гирке.

Большое внимание авторы уделяют постановке фундаментальных опытов на количественной основе. Например, опыты по проверке закона Фарадея для электролиза, закона электромагнитной индукции, по проверке закона Кулона с использованием модели крутильных весов «Шюрхольца», и др. Также интерес представляют опыты, раскрывающие понятия емкости конденсатора, напряженности магнитного и электрического полей.

В пособии, значительное количество опытов политехнического содержания, объясняют принцип работы технических устройств, основанных на использовании изученных физических законов и явлений. Методическая концепция, заложенная в руководстве, разработанные опыты не потеряли своей актуальности до настоящего времени.

Мы видим, что роль, содержание и методика применения демонстрационного эксперимента широко представлены в работах Л.И. Анциферова [5] Е. Н. Горячкина, М. А. Данилова, В. П. Есипова [54], П. А. Знаменского [90], С. Е. Каменецкого [71], А. А. Марголиса [41] В. П. Орехова [49], А. А. Покровского [56], Л. И. Резникова [58], и Н. М. Шахмаева [70] и Н. М. Шахмаева, С. А, Хорошавина [64], Т. И. Шамало [66,67,68], Шпрокхофа [69] и др.

Проблемы совершенствования методики и техники УФЭ регулярно представляются на страницах журнала «Физика в школе», а также в выходящих сборниках «Физический эксперимент в школе» [4-12]. Особое внимание журнал «Физический эксперимент в школе» уделяет совершенствованию УФЭ по школьному курсу физики с использованием самодельного оборудования. Особый интерес представляют работы С. А. Неверова [27], В. В. Майера [45], Г. И. Первака [52], С. А. Хорошавина [64] и др. Например, С. А. Хорошавин в рубрике «Демонстрационный эксперимент с упрощенными приборами» показывает мастерство при подготовке опытов, рассматривается технология изготовления самодельных приборов и приспособлений, с помощью которых можно эффективно демонстрировать школьные опыты по электричеству. В основном это опыты, рассчитанные на начинающего учителя физики, который нуждается в фабричных демонстрационных установках.

Также интерес представляют статьи, в которых описываются комплекты приборов самодельного производства, с помощью которых демонстрируется широкий диапазон демонстрационных опытов по отдельному разделу. Пулатов Ю. с коллегами [52] разработали комплект приборов по электромагнетизму, с этим комплектом можно демонстрировать значительную часть опытов, необходимых при объяснении школьникам динамических действий магнитных полей. Также можно проводить опыты по наблюдению взаимодействию токов, силе Ампера, ориентирующему действию магнитного поля на контур с током. В комплект входят приборы технологичные в изготовлении, не потребляют высокого напряжения или большой силы тока, наглядны и чувствительны.

Для сельских школ, в которых обычно дефицит фабричного оборудования, разработанные комплекты приборов позволяют на высоком методическом уровне показать основные программные опыты. В статье М. Н. Скаткина, Н. П. Булатова «О политехническом образовании в преподавании физики» (193) описан поиск путей политехнизации с помощью различных методов обучения, в том числе решение задач, демонстрационного эксперимента. Следует отметить работы в этом направлении Г. И. Жерехова, опубликованные в журнале «Физика в школе» [40], в которых автор средствами УФЭ описывает применение физических методов в разведке полезных ископаемых, электроэнергетике (передача электроэнергии на расстояние), военном деле (минные устройства), сельском хозяйстве, земледелии, кормопроизводстве и т. п. Тот же автор в статье «Модернизация генератора сантиметровых электромагнитных волн» [40] демонстрирует, что небольшое усовершенствование СВЧ генератора позволяет использовать его в практических целях в качестве радиопередающего устройства речи и музыки.

Особой ценностью являются демонстрации, в которых одна и та же установка используется для демонстрации закономерности или явления, а также для демонстрации практического применения этого явления и закономерности. Этим самым подчеркивается связь между применением данных науки в практической деятельности и изучаемой наукой.

Итак, критерием отбора политехнических демонстраций должна быть логическая связь с содержанием урока, с изучаемым программным материалом, а также значимость данного устройства в окружающем мире.

Использование в демонстрационном эксперименте новых научных и технических средств отражено в работах Н. Б. Букиной [68], Г. Т. Горбунова [151], А. П. Мушкова [35], В. Ф. Шилова [73], В. С. Бирюкова и А. В. Прокофьева [27] и др. Например, В. Ф. Шилов [73] в статье «Проблемы и перспективы фронтального лабораторного эксперимента» рассматривает возможность применения цифровых мультиметров в учебном процессе.

Дидактические функции УФЭ неоднократно представлялись на страницах журнала «Физика в школе». Это статьи: С. В. Анофриковой «Отбор демонстраций к уроку»; А. А. Найдина «Эксперимент в структуре физической теории» [51]; Р. И. Малафеева, «Беседы с учащимися - одна из форм проблемного обучения» [46]; С. А. Хорошавина «Дидактический принцип наглядности» [64]; Н. М. Зверевой «О выдвижении учащимися гипотез при решении учебных проблем» [38]; А. Б. Айнбиндера «Как облегчить понимание демонстрационного эксперимента» [1]; В. Я. Синенко «Структура методики и техники школьного физического эксперимента» [60] Э. М. Браверман «Физический эксперимент учащихся как средство их развития» [21]; А. Н. Малинина «Познавательная функция физического эксперимента» [36]; В. Я. Синенко «Структура методики и техники школьного физического эксперимента» [60] и т. д., В статьях затрагивается применение в обучении частично-поискового метода. Этот метод предполагает поэтапное решение учащимися поставленной перед ними учебной проблемы путем самостоятельного активного поиска. При этом подключать учеников к поиску можно на разных этапах урока, используя различные методические приемы. Также показывается 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 фотоэффекта, явления самоиндукции и др. В статьях можно встретить, как с помощью системы вопросов удается активизировать мыслительную деятельность учащихся и управлять процессом усвоения знаний. Демонстрационный эксперимент при такой форме подачи материала выполняет не иллюстративную функцию, а выступает как исследовательский, проблемный.



Например, С.В. Анофрикова в статье [4] рассматривает проблему отбора демонстраций из ряда описанных в методической литературе вариантов. Автор предлагает отбирать демонстрации, руководствуясь в первую очередь критерием выразительности и убедительности.

Установка для демонстрации опытов должна отвечать критерию выразительности, если она:

- 1) показывает сущность физического явления;
- 2) делать это оптимальным способом.

Убедительными можно считать те опыты, которые не вызывают сомнений в справедливости результата и не дают повода к неправильному или двойственному пониманию.

Демонстрационную установку можно собирать и настраивать в том случае, если она признана выразительной и убедительной.

Как показывает анализ известных методических пособий по УФЭ, что критерию выразительности и убедительности демонстрационного опыта отвечают не все предлагаемые опыты. Соответственно, важная задача методики физики - совершенствование демонстрационного эксперимента на предмет соответствия содержания опыта и его практической реализации.

Анализ учебно-методической литературы выявил основные направления, характерные для развития УФЭ:

- В настоящее время формы организации УФЭ достаточно четко определились (демонстрации, лабораторные занятия, физический практикум). Каждый его вид выполняет свою функцию. В этой системе теме физического эксперимента демонстрационному эксперименту уделяется первостепенное значение.

- С развитием содержания школьного курса физики разрабатывались новые физические опыты. В 70-е годы массовая средняя школа переходила на новые учебные пособия и новые учебные программы. Аналогичный процесс наблюдается и в настоящее время, в связи с дифференциацией учебного процесса, появлением профильных классов, школ, но значимость УФЭ в новой системе обучения еще недостаточно разработаны.

- Анализ методических пособий по УФЭ показывает, что они недостаточно ориентируют на демонстрации развивающего типа.

- Требуют дальнейшей разработке и развитию политехнические опыты, содержание которых соответствовало бы производственному окружению школьников, задачам профобучения.

- Разработанные демонстрации, поставленные на типовом школьном оборудовании, в основном показывают качественную сторону физического явления или закономерности. Это касается многих демонстрационных опытов по электростатике, электромагнетизму. Для постановки количественные демонстрации возникает необходимость в применении новых цифровых демонстрационных измерительных приборов.

- В совершенствовании методики проведения демонстрационных опытов по физике нельзя забывать о том, что методика должна быть максимально ориентирована на развитие их творческих способностей и о необходимости учета психологических особенностей учащихся.

## 1.2. Психологические основы использования средств наглядности

Б. С. Зворыкин, писал, что УФЭ лежит в основе изучения электродинамики, являясь одновременно «...источником знания, методом обучения и видом наглядности» [39]. Фундаментальное понимание школьниками значительного количества изучаемых в школьном курсе физики вопросов невозможно без постановки демонстрационных опытов.

Признавая важность УФЭ, следует определить эффективность демонстрируемых опытов, которая во многом зависит от того, какую функцию реализует опыт. Мы полагаем, что демонстрационный эксперимент должен выполнять не только обучающую, но и развивающую функцию, развивать мышление, творческое воображение, наблюдательность, различных способностей учащихся.

Однако мы наблюдаем, что демонстрационные опыты в основном как иллюстрации к объяснениям учителя. Значимость их при этом заметно снижается. Повышение познавательной деятельности школьников при совершенствовании методики применения демонстрационных опытов невозможно без учета психических закономерностей развития учащихся.

Демонстрация физических опытов вызывает у учащихся такие психические процессы, как воображение, представление, восприятие, ощущение, обобщение. Для обеспечения надежности процесса обучения необходим учет психических закономерностей развития детей.

Наш соотечественник Л. С. Выготский [30] - основоположник теории развивающего обучения в современной дидактике определяет важную роль. Он полагал, что развитие и обучение два сопряженных и в тоже время независимых процесса: развитие подготавливает и делает успешным обучение, а обучение продвигает развитие. Л. С. Выготский на основе углубленного анализа широкого спектра фактических материалов, сформулировал положение о том, что умственное развитие имеет 2 уровня:

1) фиксируемый уровень актуального развития по некоторым завершённым его циклам;

2) ориентируемый уровень зоны ближайшего развития по ещё не завершённым циклам.

Первый уровень можно определить, используя задачи, которые дети разного возраста решают самостоятельно, второй - используя задачи, которые дети решают в сотрудничестве взрослых и товарищей. Но эти же задачи дети через некоторое время начинают решать самостоятельно.

«Зона ближайшего развития - это расстояние между уровнем его актуального развития, определяемая с помощью задач, разрешаемых самостоятельно, и уровнем возможного развития ребенка, определяемым с помощью задач, решаемых ребенком под руководством взрослых и в сотрудничестве с более умными его сотоварищами» - писал Л. С. Выготский [30]. По его мнению, самым существенным аспектом детского развития является лишь то, что он выполняет в сотрудничестве с взрослыми, при их помощи, а не то, что ребенок делает самостоятельно.

Следовательно, построение учебного процесса должно основываться на область актуального развития и стимулировать продвижение в область потенциальных возможностей, область ближайшего развития.

Другими словами, при обучении, необходимо ставить задачи, вызывающие учебные затруднения у учащихся. Решение этих задач должно требовать выдвижения гипотез и их проверку, коллективных обсуждений, размышлений. В обучении физике ведущими методами преподавания в развивающей модели являются исследовательский, проблемный, частично-поисковый и методы.

Школа Л. С. Выготского в своих теоретических положениях получили дальнейшее развитие в работах российских психологов: Д. Н. Богоявленского, В. В. Давыдова [36], Л. В. Занкова, Н. А. Менчинской [50], Е. Н. Кабановой-Меллер [40], И. С. Якиманской [77] и др.

Учитывая психологические закономерности умственной деятельности учащихся, учитель сможет организовать учебный процесс таким образом, что знания учащимся даются не в готовом виде и сразу в большом объеме, а дозировано, принимая во внимание индивидуальные способности каждого ученика. Основная задача при этом - наделить учащихся знаниями, одновременно развивая их умственные способности.

Следовательно, под воздействием многих факторов (жизненный опыт, возраст, индивидуальную эволюцию его психики) умственное развитие представляет собой очень сложную динамическую систему количественных и качественных изменений.

По мнению психологов основными компонентами умственного развития, считаются: личностные параметры – самооценка, познавательная мотивация, саморегуляция, а также фонд действенных знаний и обучаемость как способность к их самостоятельному приобретению.

Проблема совершенствования методов обучения состоит в том, чтобы найти оптимальные условия, при которых наиболее эффективно осуществляется процесс развития и учения. Развивать мышление за счет уменьшения роли памяти нельзя, не имея базы конкретных знаний в процессе познания.

Вспомним известное высказывание И. М. Сеченова: «Через голову человека в течение всей его жизни не проходит ни единой мысли, которая не создавалась бы из элементов, зарегистрированных в памяти. Даже так называемые новые мысли, лежащие в основе научных открытий, не составляют исключения из этого правила» [60].

Соответственно, вытекает задача: не исключать память в расчете на развитие мышления, а усилить взаимодействие памяти и мышления. Развивать человека можно в какой-то мере судить об уровне его умственного развития.

Однако таким показателем не могут служить знания, усвоенные формально, круг которых ограничен лишь знакомыми типами задач. Эффективность знаний, их влияние на личность ученика и умственное развитие зависят от фундаментального понимания материала, а также широты его применения на практике. Только глубоко осмысленные факты способны эффективно влиять на мыслительную деятельность школьников, на их личность, открывая возможности для развивающей деятельности. Понимание физического материала школьниками во многом зависит от квалификации учителя. Знания должны быть преподнесены в логической последовательности в наглядной и доступной форме.

Учебный материал, с логичным изложением помогает целостному восприятию содержания и, соответственно, облегчает процесс понимания. По мнению З. И. Калмыковой, известного российского психолога, - «понимание излагаемого материала, его целостное восприятие во многом зависит от логики его изложения.

Чем четче и ярче выполнено членение материала на части, чем выпуклее сделаны логические связи между ними, подчеркнуты компоненты, содержащие новые знания, тем понятнее его содержание» [70].

Начальная стадия получения знаний – понимание материала, далее происходит перевод понятого материала из оперативной памяти в долговременную память, что требует его многократного повторения.

Для облегчения процесса усвоения знаний, с другой стороны, используют наглядные средства обучения. Психологи выделяют два вида наглядности: абстрактную и конкретную. Абстрактная наглядность - наглядность на уровне сущности явления – знаковая или символическая. Конкретная или «вещественная наглядность» - это наглядность на уровне явления, приближена к объекту, копирует его внешние признаки. Преимущество наглядности в том, что она дает целостную картину наблюдаемого явления, включающую все необходимые основные взаимосвязи и ее компоненты. Таким образом, она приводит в действие важнейшие мыслительные операции, позволяющие проникнуть в суть новых знаний. При опоре на наглядность в действие вступает как словесно-логическое, так и конкретно-образное мышление, что позволяет значительно облегчить нагрузку на память и упростить процесс формирования обобщений. Наглядность, на разных этапах познания, выполняет различные функции. На начальном этапе она обеспечивает отражение в сознании явлений реального мира и предметов, благодаря чему формируются чувственно-наглядные образы этих явлений и предметов. Таким образом, наглядность осуществляет начало процесса познания - «живое созерцание». По мнениям Н. А. Менчинской и Д. И. Богоявленского[18, 50], наглядность включает психические процессы восприятия и ощущения для формирования представлений иначе говоря, воспроизводимых памятью образов многих предшествующих восприятий.

Развитие представлений - это не только модели явлений и предметов, но и носители обобщенного знания, переходного между абстрактными понятиями с одной стороны, и чувственными образами с другой. При изучении связей между физическими явлениями, когда вводятся понятия, значимость наглядности меняется. Сознание уже оперирует знаками и терминами, которыми закодированы понятия - высокая степень обобщенности.

При восхождении от абстрактного к конкретному происходит «перекодировка» знака в образы чувственно воспринимаемых процессов и явлений, также изменяются функция наглядности.

Следовательно, мы рассматриваем наглядность как систему средств и способов, способствующих созданию в сознании образов предметов и явлений различной степени обобщенности, отражающих реальный мир.

В обучении физики используются такие средства наглядности, как объемные модели, графические пособия, демонстрационный эксперимент, объемные модели, графические пособия, учебные видео и кинофильмы. С. А. Хорошавин считает, что «...модели, графические пособия представляют собой «препарированные» отображения реальных предметов, явлений и свойств окружающей природы; записи, зарисовки и изображения на экране дисплея - это абстракции, отсутствующие в реальной жизни. И только демонстрационный эксперимент являет ученику ту самую природу, которую изучает школьная физика» [64].

Итак, УФЭ является одним из мощных средств, призванных формировать образное мышление. При показе любого опыта, главная задача учителя - так организовать наблюдение явления, чтобы оно предстало перед учащимися наиболее выразительно и запечатлелось в памяти. Слово учителя в этот момент кодирует образ явления, позволяя тем самым запечатлеть образ вместе с присвоенным ему знаком.

Одновременное действие на сознание нового образа и соответствующего ему знака позволяет ученику, оперируя образами, производить мыслительные операции как операции со знаками. И наоборот, каждый абстрактный знак вызывает в памяти ученика реальный мир явлений, свойств, предметов. Знания становятся формальными, в том случае, когда эта связь утрачивается.



Впервые учет психологических особенностей ученика при формировании понятий средствами УФЭ обстоятельно исследовала Т. Н. Шамало [67-69]. Она разделила УФЭ на две условные группы. Эксперимент первой группы, считает Т. Н. Шамало, должен работать на создание чувственно-наглядных образов представления. Демонстрационные опыты этой группы необходимы на начальном этапе изучения физики, для систематизации и углубления уже имеющихся у учащихся чувственно-наглядных образов. Следовательно, УФЭ должен сформировать как можно больше образов, чтобы была возможность для вариативности и обобщения.

Эксперимент второй группы приближен к реальным «конкретным» практическим ситуациям. Он позволяет познавать конкретное через абстрактное «в его целостности», формируя практические навыки и умения, познавая многообразие реального мира.

Очевидна важность такой классификации демонстрационных опытов, мы считаем необходимым определить, какая значимость демонстрации развивающего типа в той или иной классификации. Исследователи не дают полного ответа на этот вопрос. В контексте теории развивающего обучения разработка демонстрационных опытов, требует пересмотра традиционной методики, направленной на показ иллюстративных опытов. Известные психологи Л. С. Выготский, С. Л. Рубинштейн (33, 180) высказались о том, что оптимальным для развития будет такая подача материала, при котором он будет понят на основе активной работы их мышления с обязательным использованием при этом наглядных опор. Иначе говоря, при развивающем обучении должны быть запрограммированы преодолимые трудности.

Мы считаем, что на этом этапе значимую роль могут сыграть практические задания в виде экспериментальных творческих задач, демонстрационные опыты исследовательского типа, проблемные опыты. Такие творческие экспериментальные задачи можно найти у Л. А. Горева [34]; Р. И. Малафеева [47], А. В. Усовой [64], Мошкова [51]; Г. В. Меледина [49] и др.

Примеры нестандартных экспериментальных заданий по электродинамике, на базе самодельного комплекта учебного оборудования, приведены во второй главе.

Опыт практической деятельности показывает, что систематическая работа учителя, направленная на активизацию мыслительной деятельности средствами УФЭ, достаточно эффективна.

Также в психологии существуют и другие теории усвоения знаний. Так, П. Я. Гальперин [63], Н. Ф. Талызина и др. разработали деятельностную теорию усвоения знаний. Они основываются на том, что необходимо, при обучении, дозировано регламентировать познавательную деятельность. Задавать систему ориентировочных действий. Ученики, используя систему, быстрее учатся развивать мыслительные операции на конкретном материале, приобретая необходимые умения и навыки. В систему ориентировочных действий по Талызиной входят следующие этапы: мотивационный (возбуждение интереса к познавательной работе), «материализации», (знакомством с новым материалом), упражнений, (вырабатываются навыки решения типовых задач). С позиции развиваемой Н. Ф. Талызиной теории детально рассматривает, какие действия, с какой целью и как должен выполнять, на что должен ориентироваться в процессе познания школьник.

Известный психолог З. И. Калмыкова на экспериментальном материале показала, что регламентация познавательной деятельностью учащихся с ориентацией на заданную извне систему операций облегчает усвоения знаний, ускоряет формирование необходимых навыков, предохраняет от ошибок. Но при усложнении задач, необходимости некоторого изменения порядка операций учащиеся испытывают определенные трудности, которые зачастую не могут преодолеть самостоятельно. Н. Ф. Эсаулов такой же точки зрения, считая, что «шлифовка готовых знаний никак не соотносится с естественным ходом усвоения этих знаний учащимися» [76].

В преподавании физике концепция Н. Ф. Талызиной получили развитие при формировании у школьников определенных экспериментальных у навыков и умений[63]. Для этого разрабатываются «готовая инструкция» подробные алгоритмы действий, следуя которой учащиеся производят, например, соответствующие измерения. В эту инструкцию включены операции по показу правил отсчета показаний различных приборов, определение точности измерения, запись результатов измерения, а также измерению площадей, знакомство с чтением шкал линейных размеров тел, введением понятия о цене деления измерительного прибора, упражнения по определению цены деления.

Под руководством А. В Усовой [64] были проведены специальные исследования, которые показали положительное влияние использования алгоритмов на формирование у школьников измерительных навыков и умений. При решении экспериментальных задач разных видов также полезно использовать алгоритмы решения, которые могут включать несколько общих правил. Также мы считаем, что нельзя пренебрегать обучением, которое опирается на готовую инструкцию, на образец, но подходить к любой регламентации надо взвешенно. Данное обучение направлено в основном на развитие репродуктивного мышления, заключающегося в воспроизведении усвоенных знаний и не требующего существенного выхода за его пространства. Этот вид умственной деятельности - основа для более высокого уровня. Известно, например, что развитию творческого мышления способствует умение ученика наблюдать то или иное физическое явление. Видеть сущность явления и выделять из многочисленных факторов главный. На первом этапе, учить наблюдению можно и по готовым инструкциям, но всегда нужно следить за тем, чтобы сущность демонстрируемого явления четко прослеживалась, не затруднялся процесс его усвоения школьниками. Следовательно, алгоритмы не должны быть слишком подробными, «навязчивыми», а давали бы свободу действий, определенный простор, в то же время, помогая выделить главную суть наблюдаемого явления. Мы считаем, что необходимо совершенствовать методику наблюдений за физическими явлениями при демонстрации различных опытов, особенно проблемных.

Там, где требуется от учащихся проявления самостоятельности, «открытие», хотя и субъективное, новых знаний, решение новых проблем, имеет место творческое продуктивное мышление. При творческом подходе к проблеме школьнику приходится действовать в условиях неопределенности, чаще интуитивно, чем по алгоритмам. Также существуют эвристические приемы таких как варьирование данных, методы аналогий и моделей, схематизация условий, которые облегчают поиск не гарантируют успеха.

Развитию творческого продуктивного мышления способствует, как уже говорилось выше, УФЭ, в частности, решение экспериментальных задач. Академик П. Л. Капица, считал, что необходимо давать школьнику самостоятельно подбирать подходящие величины из опыта, следует задачи ставить менее определенно. [42].

Следовательно, многие приемы практической направленности тесным образом связаны с мыслительными операциями. Например, рассмотрим постановку демонстрационного эксперимента. Для этого нужно выполнить в числе других такие операции: анализ, чтобы установить:

а) какие компоненты нужно в опыте менять, а какие оставить постоянными,

б) определить причину явления, а также следствия;

в) какие и где индикаторы поставить; индукцию, чтобы сформулировать вывод из полученных фактов; синтез информации, чтобы подготовить отчет или устное сообщение.

Следовательно, демонстрационный опыт, непосредственно воздействуя на органы чувств, должен создавать реальную основу для размышлений – синтеза, анализа, умозаключений, обобщений. В этой связи полезно давать школьникам задания, например, на конструирование демонстрационных установок, на проектирование и расчет электрических цепей, для исследования зависимости между физическими величинами и т.д. Примеры подобных заданий приведены во второй главе.

Оба вида мышления - продуктивное и репродуктивное находятся в диалектическом противоречии. При знакомстве с задачей ученик пытается решить ее известными ему способами. Иначе говоря, на основе репродуктивного мышления; часто это позволяет ему только убедиться в том, что таким путем с задачей не справиться. Тогда возникает «проблемная ситуация»: как найти новый путь, пригодный для решения задачи. При этом запускается механизм творческого продуктивного мышления, который на начальном этапе происходит с большой долей неопределенности, интуитивно, а лишь затем осознается. Отсюда следует важный вывод: эффективным условием развивающего обучения является его ориентированность на развитие обоих видов мыслительной деятельности.

Мы считаем, что эти методы можно с успехом применять на уроках физики, широко используя УФЭ. Так, Р. И. Малафеевым разработана новая методика проведения лабораторных работ, ориентированная на развитие самостоятельности, творчества [47]. Эти работы проводятся в виде самостоятельного, без инструкций, решения небольших экспериментальных задач. Р. И. Малафеевым реализован важный психологический принцип, лежащий в основе теории развивающего обучения: оптимальное сочетание продуктивного и репродуктивного мышления учащихся. Данная методика применена нами при постановке демонстрационных опытов на обобщающих уроках. Школьникам предлагается система усложняющихся экспериментальных заданий, которые они решают на первом часе занятия. Учитель средствами УФЭ направляет самостоятельную деятельность отдельных учащихся. На втором часе занятия организуется дискуссия, в ходе которой у школьников формируются умения высказывать и обосновывать свое мнение, вести критику, понимать чужое, искать позиции, объединяющие обе точки зрения, и находить компромисс.

Реализовать учебный процесс развивающего типа можно также с помощью включения проблемных заданий. Наиболее эффективно это можно осуществить средствами демонстрационного эксперимента, предлагая различные проблемные задания на уроках объяснения нового материала, повторения, и уроках, посвященных решению экспериментальных задач.

В соответствии с рекомендациями психологов все более значимым в этом процессе приобретает диалог между учеником и учителем: эвристическая беседа, в ходе которой учитель своими вопросами стимулирует поиск учащимися идей решения рассматриваемой проблемы. Такая беседа помогает ученику легче усваивать учебный материал, а учителю лучше понять школьника и трудности, возникающие у него в работе.

Анализируя психологические особенности развивающего обучения, мы пришли к следующим выводам:

1. Л. С. Выготский заложил основы теории развивающего обучения, считал, что обучение представляет особым образом организованное общение, когда под руководством учителя, определяется ближайшая перспектива развития ученика.

2. При обучении физике суть этого подхода состоит в том, организовать совместную деятельность, учить составлять план деятельности, обнаруживать закономерности в явлении, устанавливать принадлежность сторон явления, выдвигать и отстаивать собственные гипотезы, а не просто рассказать материал.

3. В физике наиболее доступным источником знаний является демонстрационный эксперимент. Реализация идей развивающего обучения возможна при включении в учебный процесс проблемных опытов, заданий конструкторского и исследовательского характера.

Итак, организация УФЭ, учитывающая психологические особенности учащихся данного возраста - важное условие его эффективности.

### 1.3. Состояние проблемы совершенствования демонстрационного

## эксперимента в школьной практике

С 70-х годов XX столетия, когда были разработаны новые учебные пособия, программы по физике, основное число исследований по проблемам УФЭ было посвящено разработке лабораторных работ и демонстраций по новым разделам курса. Это направление развивается и сейчас в связи с появлением профильных классов и новых типов учебных заведений. На современном этапе создание системы обучающего эксперимента по курсу физики в соответствии с выбранным профилем (гуманитарным, прикладным, физико-математическим), одна из актуальных проблем методики физики. Вместе с тем остается важным совершенствование УФЭ в средней школе, где обучение происходит по единым программам для всех школьников.

Для выяснения состояния изучаемой проблемы в школьной практике, были использованы результаты анкетирования учителей. В анкете вопросы составлены соответственно структуре УФЭ, которая включает в себя: технические средства УФЭ, технику экспериментирования, методику его использования при обучении учащихся физике.

Анализируя ответы учителей по первому вопросу анкеты, можно констатировать, что оснащенность школьных физических кабинетов учебным оборудованием находится на низком уровне. Почти треть опрошенных учителей (29,7 %) не может поставить даже половины программных демонстраций из-за отсутствия или изношенности физических демонстрационных приборов. 18 % учителей указывают на низкую возможность своих учебных кабинетов в постановке демонстрационных опытов (менее 19%).

В какой-то мере это объясняется и субъективным фактором, так как в списке анкетированных были учителя, не имеющие базового физического образования. 28,7 % учителей достаточно высоко оценивают возможности своих физических кабинетов (могут поставить свыше 61 % программных демонстраций), а 43,6 % - примерно половину.



Несколько лучшее положение наблюдается в обеспеченности кабинетов методической литературой по методике и технике демонстрационного эксперимента (треть учителей не испытывают недостатка в такой литературе). Однако, основное пособие, которое учителя используют при постановке демонстрационных опытов - это руководство по школьному физическому эксперименту под ред. А. А. Покровского. 61 % учителей не используют в качестве пособия по эксперименту журналы «Квант», «Физика в школе», «Физика». Учителя просто не выписывают эти журналы из-за высокой стоимости подписки. Часть учителей (29,9%) использует методические пособия, которые издает и распространяет ПРО и ИПК. Учителя остро нуждаются в разработке новых демонстраций на самодельном оборудовании (69,2 %), а также в усовершенствовании классических демонстраций (32,1 %). В какой-то мере компенсировать нарастающий дефицит приборов в школах можно используя самодельное оборудование. Учителя, использующие демонстрационный эксперимент в школьной практике, стараются активизировать познавательную активность школьников, предсказанию результатов опыта, привлекая их к самостоятельному объяснению опыта. Другие формы активизации, где требуется творческое мышление учащихся, применяются редко.

Очевидно (это показала и личная беседа с учителями) в школьной практике демонстрационный эксперимент используется в качестве иллюстрации к объяснению учителем теоретического материала. Все учителя отмечают низкую экспериментальную подготовку учащихся, которая, по их мнению, связана с обилием иллюстративных опытов, описанных в учебных пособиях и недостатком разработанных опытов творческого характера. Из ответов учителей видно, что ими явно принижена роль демонстрационных экспериментальных задач. Большинство учителей (82,1 %) считают, что экспериментальные навыки можно приобрести только при использовании УФЭ. В то же время всего 9 % учителей используют творческие задания при проведении УФЭ.

#### 1.4. Проведение и подготовка демонстрационных опытов

Подготовка и проведение демонстрационных опытов по физике на учебных занятиях одно из наиболее трудоемких и сложных направлений профессиональной деятельности учителя. В настоящее время эта деятельность еще более усложнилась, из-за использования в демонстрационном эксперименте средств компьютерных технологий.

Современный научный эксперимент очень сложно представить без применения компьютерных технологий. Это и машинная обработка данных эксперимента, и компьютерное диагностирование состояния исследуемого объекта, а также автоматическое управление работой технических устройств, которые реализуют экспериментальные действия ученого. Виртуальная среда с ее возможностями может с успехом применяться и на теоретическом уровне научного познания с целью моделирования реальных физических явлений для предварительного исследования на модели особенностей их протекания. Ее использование возможно для выдвижения модельных гипотез о сущности физических явлений и предварительной проверки этих гипотез в численном компьютерном эксперименте.

Обучающиеся, которые осваивают экспериментальный метод познания, обязаны ознакомиться с особенностями проведения современных физических экспериментов. Используя учебные демонстрации им необходимо показать главные направления применения компьютерных технологий в экспериментальном изучении явлений природы:

- моделирование экспериментальной установки, а также режимов ее работы и изучение компьютерной модели (компьютерный эксперимент);
- автоматизацию физического эксперимента (диагностика явления, обработка данных эксперимента, управление экспериментом);
- использование компьютерных баз данных эксперимента (в том числе удаленных баз данных);

- моделирование физического явления, исследование компьютерной модели явления (компьютерный эксперимент).

Следует заметить, что, самое главное, это формирование у учащихся правильного отношения к компьютерному эксперименту (это всего лишь промежуточная стадия исследования). Они должны понимать, что вывод имеет прогностический характер. Принципиально значимым этапом исследования является этап проверки в натурном физическом эксперименте эффектов, которые были предсказаны компьютерным опытом.

#### Выводы по главе 1

При анализе развития методики и техники УФЭ мы пришли к следующим выводам:

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

2. В методической литературе в достаточной степени разработаны вопросы значимости иллюстративного демонстрационного эксперимента в преподавании физики. В тоже время уделяемое ему внимание не соответствует тому значению, которое он имеет для формирования основных понятий физики.

3. С точки зрения деятельностного подхода совершенно иные требования необходимо предъявлять демонстрационным опытам на уроках физики. Если традиционно их проводили для обеспечения требований принципа наглядности, то теперь эксперимент должен стать получения новых для школьников знаний и развития их мышления.

4. В практике преподавания демонстрационный эксперимент очень часто используется бессистемно и эпизодически. Опыты обычно показывают в ходе изложения нового материала. Другие формы учебных занятий, на которых решаются конструкторские и исследовательские задачи применяются очень редко.

5. Экспериментальная подготовленность учащихся находится на низком уровне. Причинами этого являются:

- недостаточный уровень самостоятельности учащихся при проведении демонстрационных опытов конструкторского и исследовательского характера;

- в процессе обучения физике не формируются навыки и умения обращения с современным техническим оборудованием и физико-техническими приборами.

6. В общей структуре демонстрационных опытов мало опытов политехнической направленности, соответствующих производственному окружению.

7. Материально-техническая база кабинетов физики не отвечает современному уровню. Кабинеты физики нуждаются в приборах общего пользования, а также в демонстрационных измерительных приборах. Разработка комплектов самодельного оборудования по наиболее важным темам электродинамики, а также в совершенствовании типового школьного оборудования является резервом в пополнении приборов.

8. Разработанные демонстрации, поставленные на типовом школьном оборудовании, в основном показывают качественную сторону физического явления или закономерности. Это касается многих демонстрационных опытов по электростатике, электромагнетизму. Для постановки количественные демонстрации возникает необходимость в применении новых цифровых демонстрационных измерительных приборов.

9. При совершенствовании методики проведения демонстрационных опытов по физике необходимо учитывать психологические особенности школьников и о том, что методика должна быть максимально направлена на развитие творческих способностей учащихся.

## ГЛАВА 2. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УФЭ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

### 2.1. Комплексное использование учебного физического эксперимента и компьютерных средств при постановке демонстрационного эксперимента

Как метод обучения, учебный демонстрационный эксперимент, появился почти одновременно с началом преподавания курса физики. Он играет большую роль в преподавании физики. Об этом, достаточно часто, упоминали классики физической науки.

Физический демонстрационный эксперимент является наглядным методом обучения. Принцип наглядности считается одним из древнейших принципов. Его применяли уже на ранних этапах школьного, семейного и университетского обучения. В процессе развития учебно-воспитательного процесса к данному принципу стали относиться иначе – он перестал занимать главное место в обучении, виды наглядности усложнились и обогатились.

Считается, что новые возможности реализации данного принципа связаны с научно-техническим прогрессом, с применением в сфере образования современных технических средств обучения, к их числу относится и интерактивная доска.

В настоящее время большинство учебных заведений, очень часто приобретают интерактивную доску для её дальнейшего использования и освоения в учебном процессе.

Интерактивная доска представляет собой сенсорный экран, который подсоединен к компьютеру. Изображение с компьютера передается на доску при помощи мультимедийного проектора. Интерактивная доска состоит из:

- сенсорного дисплея;
- системного блока;
- мультимедийного проектора;

- пишущего инструмента на доске;
- соответствующего программного обеспечения.

Интерактивная доска, объединяя в себе все преимущества маркерной доски и большого экрана для проектора, имеет свои уникальные возможности, главной из которых является интерактивность. Именно с помощью этого свойства становится возможным гибкое и непосредственное управление компьютерными приложениями, с помощью прикосновений к поверхности доски специального маркера.

Применение интерактивной доски в учебном процессе по физике открывает большое количество новых возможностей для дальнейшего развития и совершенствования существующих технологий обучения и педагогических методик, включающих развитие методики и техники физического демонстрационного эксперимента.

Рассмотрим три подхода к использованию интерактивной доски в системе учебного демонстрационного эксперимента по физике.

В учебном процессе по физике интерактивная доска может использоваться для организации демонстрационного виртуального физического эксперимента (анимации физических процессов и явлений, видеоопыты, физические компьютерные модели). С помощью возможностей сенсорного экрана доски можно показать учащимся виртуальный демонстрационный эксперимент в интерактивном режиме, который обеспечивается благодаря:

- гибкому управлению показом виртуального демонстрационного эксперимента, с помощью специального маркера (не отходя от интерактивной доски), т.е. возможность мгновенно останавливать и возобновлять виртуальную демонстрацию, производить многократное повторение всей или некоторой её части;
- возможности выделять фрагменты изображений, наносить специальным маркером записи и пометки на демонстрируемом физическом эксперименте;

- возможности производить замедленный или ускоренный показ физических моделей, применять наложение или снятие звуковых эффектов либо дикторского сопровождения;

- возможности использовать интернет для демонстрации эксперимента в online - режиме из сетевых ресурсов;

- возможности осуществлять демонстрацию виртуального опыта в увеличенном или уменьшенном режимах, в полупрозрачном режиме, в трёхмерном пространстве.

Данный подход к организации демонстрационного эксперимента позволяет:

- экономить учебное время, затрачиваемое на показ демонстрационного эксперимента;

- демонстрировать физический эксперимент в более выразительной и наглядной форме;

- осуществлять организацию сложного демонстрационного эксперимента, реализация которого невозможна на базе школьного оборудования;

- использовать данный подход, как запасной вариант, в случае если демонстрационный эксперимент с реальным оборудованием по каким-то причинам не получился.

В системе демонстрационного эксперимента интерактивная доска может использоваться как один из измерительных физических приборов (вольтметра, амперметра, осциллографа, секундомера и др.), которые применяются при организации данного эксперимента. Это окажется возможным, если подключить к интерактивной доске датчики состояний (перемещения, давления, температуры, освещенности и др.). При большом количестве специальных датчиков и программ, интерактивная доска становится универсальным физическим прибором.

Преимуществами использования интерактивной доски как измерительного физического прибора являются:

- быстрота вывода в наглядной форме результатов эксперимента на сенсорный экран интерактивной доски;
- сохранение полученных результатов эксперимента в виде отдельных компьютерных файлов с последующим анализом;
- применение специального маркера для нанесения пометок и записей, выделения результатов эксперимента, а также участков графиков, на которые нужно обратить внимание.

Данный подход можно применять при организации демонстрационного эксперимента, который было невозможно осуществить из-за отсутствия или неисправности какого-либо из измерительных приборов. Применение интерактивной доски, как универсального физического прибора позволяет значительно расширить возможности измерительных приборов, к примеру, повысить точность их измерений.

Показ демонстрационного эксперимента с использованием физических приборов и оборудования можно дополнить виртуальным физическим экспериментом (анимацией физических явлений и процессов, видеоопытом, физической компьютерной моделью), который можно организовать с помощью интерактивной доски. Преимуществами использования интерактивной доски в качестве виртуальной составляющей в системе демонстрационного эксперимента являются:

- организация серии опытов для демонстрации одного и того же физического явления (процесса). Некоторые из опытов можно показать в виртуальном режиме с целью экономии учебного времени или преодоления различных трудностей связанных с их организацией;
- осуществление показа виртуальной версии демонстрационного опыта, необходимость которой может быть обусловлена в многочисленном повторении эксперимента, в ускоренном или замедленном (уменьшенном или увеличенном) просмотре изучаемого физического процесса или явления;



- осуществление демонстрации виртуальной модели, после организации демонстрационного опыта, позволяющей раскрыть внутренние механизмы изучаемого процесса или явления, которые невозможно показать в условиях реальной действительности;

- организация демонстрации анимаций физических процессов и явлений, компьютерных физических моделей, на этапе актуализации знаний учащихся или же на этапе анализа и обобщения результатов демонстрационного эксперимента, а так же при обсуждении прикладного назначения изучаемого явления, то есть после организации демонстрационного опыта;

- демонстрация структурных элементов нового физического прибора и пояснение их назначения, принципа работы путём наглядной демонстрации при помощи виртуальной модели, которая работает в полупрозрачном режиме, а далее в условиях реальной действительности показать прикладное назначение данного прибора.

В первую очередь предложенный подход направлен на раскрытие внутренних механизмов демонстрируемых физических закономерностей, процессов, явлений, на достижение наиболее полного и глубокого их изучения с помощью использования всех возможностей реальной и виртуальной действительности.

## 2.2. Комплексное использование учебного физического эксперимента и компьютерных средств при постановке лабораторных работ

Цель естественно-научного образования состоит в познании учащимися явлений окружающей действительности, построении ее теоретической модели - научной картины мира. При использовании ПК в учебном процессе возникает информационная система, состоящая из двух (ученик и компьютер) либо трех элементов (ученик, учитель и компьютер), между которыми происходит информационный обмен. Эта дидактическая информационная система, состоящая из учителя (эксперта), учащегося (обучаемого или тестируемого) и ЭВМ, используется для поддержки принятия решений, осуществления обучения, формирования соответствующих умений и навыков, оценки и тестирования учащихся.

Традиционная методика использования информационных технологий при проведении лабораторных работ предполагает, что учитель формулирует учебную задачу, которая может состоять в изучении того или иного вопроса, решении некоторой проблемы, написании компьютерной программы. Учащийся, используя ПК с соответствующим программным обеспечением, решает поставленную задачу. В ряде случаев компьютер оценивает работу учащихся.

Внедрение ПК в учебный процесс привело к изменению роли учителя. Возможность использования электронных источников информации превращает его в наставника, который не столько сообщает новую информацию, сколько управляет развитием учащегося, сотрудничает с ним при решении учебных задач.

Рассмотрим конкретные примеры использования компьютера для проведения натурального и вычислительного экспериментов при проведении лабораторных работ по изучению колебательного движения.

### 2.2.1. Изучение затухающих колебаний с помощью оптодатчика.

В состав установки для изучения затухающих колебаний входит:

физический маятник 1, выполненный в виде алюминиевой пластины с размерами 100мм x 15мм, и оптодатчик, который подключен к компьютеру 7 (рис.1). В свою очередь, оптодатчик включает: лазер или светодиод 4, фотодиод 5 и формирователь сигнала 6, который подсоединен к ПК через порт LPT. На конце маятника имеется флажок 3 ширина которого 5 мм, он служит для перекрывания светового пучка. В случае пересечения оптодатчика на выходе формирователя сигнала 6 появляется логический 0. Если измерить при помощи компьютера время пересечения  $t$  и ширину флажка  $d$ , можно вычислить скорость маятника. Результаты измерений в виде графика выводятся на экран компьютера и (или), для их последующей обработки, сохраняются в файле.

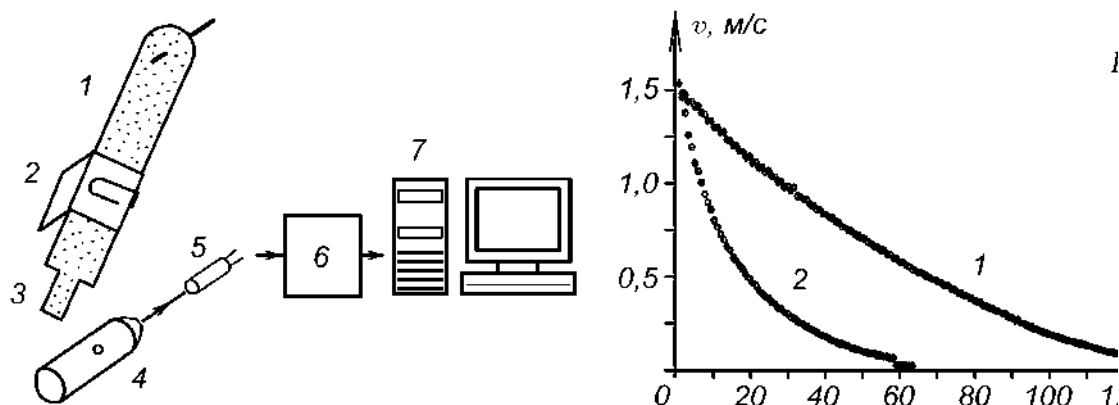


Рисунок 1. Установка изучения затухающих колебаний.

Программа, которая обрабатывает сигналы с оптодатчика, написана на Pascal-е, ее текст приводится ниже. При помощи оператора `Port[888]:=255;` в ячейку памяти, которая имеет адрес  $378_{16} = 888_{10}$  заносится число  $11111111_2 = 255_{10}$ , результатом этого является появление напряжения высокого уровня на выводах параллельного порта LPT 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9. Оптодатчик должен быть запитан от одного из этих выводов.

Цикл `Repeat ... until KeyPressed;` производит выполнение: вычисления скорости, периодического измерения времени затемнения светодиода, построения точек на экране, записи результатов измерений в файл. Если

фотодиод освещен, на выходе формирователя сигнала 6, который соединен с 11 выводом порта LPT компьютера, логическая 1. В ячейке ОЗУ, которая имеет адрес  $379_{16} = 889_{10}$  записано число  $11111111_2 = 255_{10}$ , именно поэтому программа ходит по циклу Repeat ... until port[889] =127. Если перекрыть световой пучок на 11 выводе порта появится логический 0, число 225 в ячейке ОЗУ с адресом  $379_{16}=889_{10}$  сменится на 127, программа выйдет из этого цикла. Следующий цикл Repeat  $t := t + 1$ ; delay(1) until port[889]=255; предназначен для счета времени затемнения фотодиода. Переменная  $t$  увеличивается на 1 при каждом прохождении цикла.

Программа 1

```

uses crt, graph;
const period=0.6;
var t, n, MT, Gd, Gm: integer;
    F: text; v, vv, gamma: real;
BEGIN
    Gd := Detect; InitGraph(Gd, Gm, 'c:\bp\bgi');
    if GraphResult <> grOk then Halt(1);
    Port[888]:=255;
    n:=0;
    MT:=4;
    setcolor(8);
    setbkcolor(15);
    line(10,420,620,420);
    line(10,30,10,420);
    OutTextXY(20,30,'AMPLITUDE V');
    OutTextXY(600,430,'TIME');
    Assign(F,'c:\bp\dat.txt');
    Rewrite(F);
    v:=1;
    Repeat t:=0;
```

```

Repeat until port[889]=127;
Repeat t:=t+1;
delay(1) until port[889]=255;
vv:=v;
v:=50000/t;
gamma:=ln(vv/v)/period;
WriteLn(F, t, v, gamma);
n:=n+1;
circle(10+MT*n,420-round(50000/t),2);
until KeyPressed;
Close(F);
CloseGraph;

```

END.

Если происходит освещение, то логическая 1 появляется на выходе оптодатчика, происходит выполнение условия  $\text{port}[889]=255$ ; и происходит выход из цикла. Переменная  $t$  пропорциональна времени перекрытия светового пучка. Благодаря этому можно вычислить в положении равновесия скорость маятника  $v_m = A$  и выполнить построение точки на графике. В программе вычисляется коэффициент  $\gamma = \ln(A_0 / A) / T$  и результаты всех вычислений записываются в файл *dat.txt*.

Для того чтобы градуировать измеритель времени, необходимо перекрыть световой пучок на время равное 2—4 с, которое отсчитывается по механическому секундомеру, и определить значение  $t$ , которое будет соответствовать 1 с. Для увеличения затухания, на маятнике производят установку бумажного экрана, который повышает коэффициент сопротивления и снижает добротность колебательной системы. Графики, которые получаются на экране компьютера показаны на рис.1. Данный эксперимент может использоваться как на лабораторных занятиях, так и для демонстрации на лекции.

## 2.2.2. Изучение механических колебаний с помощью АЦП.

Чтобы построить график свободных затухающих колебаний и фазовый портрет колебательной системы нужно определять координату колеблющегося тела с частотой, которая в десятки раз превышает частоту исследуемых колебаний. Это можно осуществить при помощи аналого-цифрового преобразователя (АЦП), который осуществляет оцифровку плавно изменяющегося напряжения, снимаемого с датчика координаты.

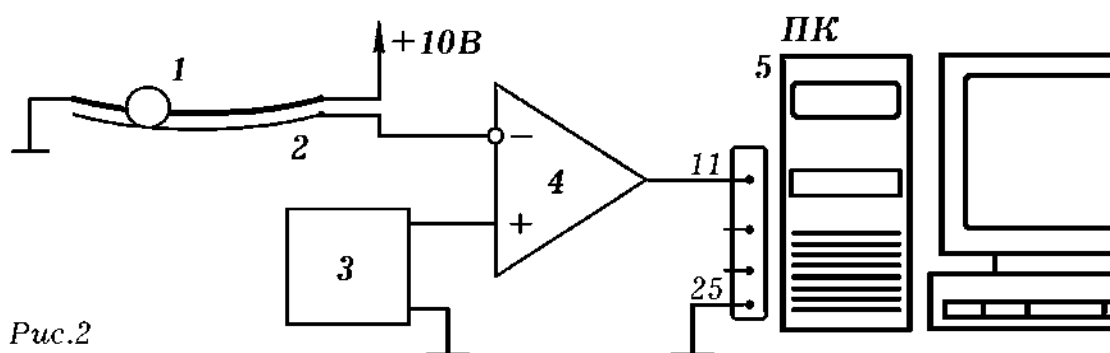


Рисунок 2. Установка изучения затухающих колебаний с помощью АЦП.

Установка (рис. 2) включает: стальной шарик 1, который катается по изогнутому направляющим 2, служащие, в свою очередь, резистивным датчиком координаты. Одна из направляющих одета в нихромовую спираль, на концы которой подается напряжение 10В. Напряжение, которое снимается со второй металлической направляющей, пропорционально координате шарика. Напряжение подается на АЦП, который включает в себя: генератор пилообразного напряжения 3, компаратор 4 и персональный компьютер 5. Частота пилообразного напряжения  $f$  превышает частоту  $f$  сигнала с датчика в десятки раз. При этом на выходе АЦП возникает последовательность прямоугольных импульсов частотой  $f_0$ , длительность которых зависит от входного напряжения. Эти импульсы подаются на 11 вывод LPT-порта компьютера, который определяет их длительность, строит график  $x = x(t)$  и

фазовый портрет системы (рис. 3).

Чтобы обработать сигналы с АЦП применяется программа 2. В ней имеется цикл по времени, а в него вложен цикл по переменной  $X$ . До тех пор пока на выходе компаратора логическая 1, происходит увеличение на 1 значения  $X$ . В виде графика (рис. 3, слева) выводятся на экран результаты измерения координаты  $X$  и, если это необходимо, сохраняются в файле. Чтобы получить фазовую кривую (рис.3, справа) необходимо, чтобы в режиме реального времени программа производила вычисление скорости шарика. Кривая получается больше похожей на ломанную из-за погрешностей, которые неизбежно возникают во время измерения координаты и вычисления скорости шарика.

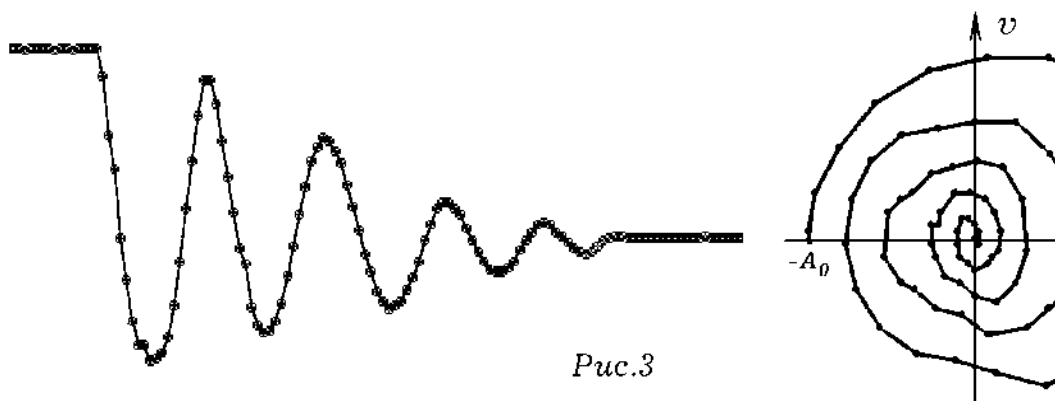


Рисунок 3. Фазовый портрет системы.

Для того чтобы изготовить датчик координаты можно использовать спираль от электрической плитки с мощностью 400Вт и номинальным напряжением 220В. Для исключения дребезга контактов параллельно датчику включают конденсатор, емкость которого 20 мкФ. Генератор линейно-импульсного напряжения собирается на тиристоре ВТ169В. Операционный усилитель К544УД2А служит компаратором. Его выход согласуют с LPT-портом персонального компьютера при помощи транзистора КТ315А, если это необходимо. Опыты производились с компьютерами Celeron и 80486, операционные системы Windows и MS DOS.

Программа 2

```

uses crt, graph;
var DriverVar, ModeVar, ErrorCode, u, uu, x, time : integer;
Procedure GraphInit;
Begin
DriverVar:=Detect;
InitGraph(DriverVar,ModeVar,'c:\bp\bgi');
ErrorCode:=GraphResult;
if ErrorCode<>grOK then Halt(1);
end;
Begin GraphInit;
repeat x:=0;
repeat uu:=u;
u:=port[889];
delay(15);
if u<>127 then x:=x+1;
until (uu=127)and(u<>127);
time:=time+1;
circle(3*time,400-x,1);
circle(3*time,400-x,2);
until KeyPressed;
CloseGraph;
End

```



### 2.2.3. Моделирование затухающих колебаний на ПК

Программа позволяющая провести вычислительный эксперимент, моделирующий затухающие колебания на компьютере, представлена ниже. В основе предлагаемой модели - метод Эйлера, в котором бесконечно малые приращения функций (координаты, скорости и ускорения) и приращения аргумента (времени) заменяются малыми, но конечными разностями. Из второго закона Ньютона следует уравнение затухающих колебаний:

$ma = -kx - rv$  или  $m\ddot{x} + r\dot{x} + kx = 0$ . Рассмотрим алгоритм его решения (программа 3):

1. Задают параметры колебательной системы  $m$ ,  $k$ ,  $r$ , ее начальное состояние  $x(0)$ ,  $v(0)$ , и шаг по времени  $t$ . Внешняя сила отсутствует:  $F=0$ .
2. Начало цикла по времени: переменной  $t$  присваивают значение  $t + \Delta t$ .
3. Определяют ускорение, скорость и координату тела в момент времени  $t$  по формулам:  $a := (-kx - r v) / m$ ,  $v := v + at$ ,  $x := x + vt$ .
4. По результатам вычислений строят графики зависимости координаты, скорости и ускорения от времени.

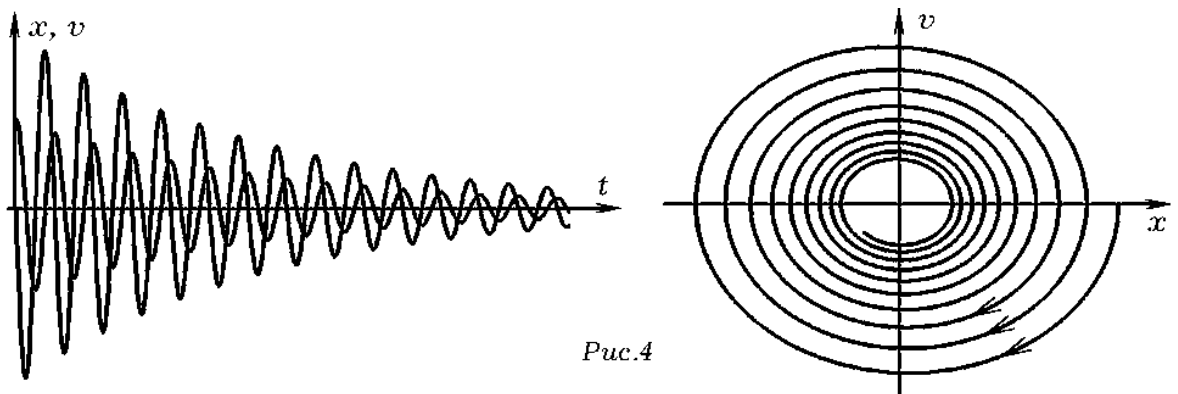


Рис.4

Рисунок 4. Графики зависимости

Графики  $x = x(t)$ ,  $v = v(t)$ , а также фазовая кривая  $v = v(x)$  в случае затухающих колебаний представлены на рис 4. Учащиеся видят, что с течением времени амплитуда уменьшается, фазовая кривая стремится к началу координат (фокусу).

Рассмотрим программу, позволяющую реализовать вычислительный эксперимент для изучения вынужденных колебаний. Вынужденные колебания описываются уравнением:  $ma = -kx - rv + F(t)$  или  $mx'' + rx' + kx = F(t)$ . Алгоритм его решения аналогичен (программа 3), отличие в том, что задается вынуждающая сила

$$F(t) = 10 * \sin(t).$$

Учащиеся могут провести серию вычислительных экспериментов, изменяя частоту вынуждающей силы, параметры колебательной системы, и снять резонансную кривую. Видно, что фазовая кривая стремится к устойчивому аттрактору, имеющему форму эллипса (рис.5).

Программа 3

```
SCREEN 12: m = .1: k = 10: r = .1: w = 9.5: dt = .001
WHILE INKEY$ = ""
t = t + dt : F = 10 * SIN(w * t): a = (F - k * x - r * v) / m : v = v + a * dt : x =
x + v * dt
CIRCLE (100 * t + 10, 240 - 5 * x), 1 : CIRCLE (100 * t + 10, 240 - 1 * v), 2
CIRCLE (100 * t + 10, 100 - 1 * F), 1 : 'CIRCLE (320 + 10 * x, 240 - 1 * v), 1
WEND
```

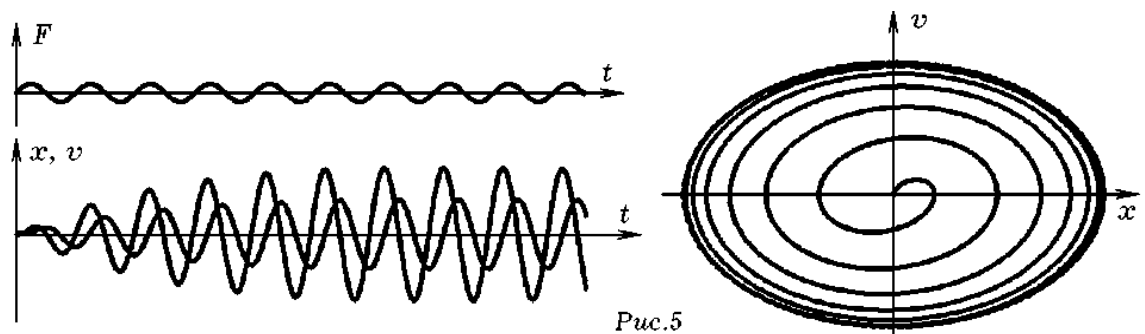


Рисунок 5. Фазовая кривая стремится к устойчивому аттрактору, имеющему форму эллипса

## 2.3. Комплексное использование учебного физического эксперимента и компьютерных средств при проведении практикума

Большинство авторов разрабатывают разные методы проведения лабораторных практикумов, учитывая направление обучения будущих специалистов. В настоящее время в педагогической литературе выделено огромное количество направлений физического практикума.

Внедрение компьютерных средств в образовательный процесс должно учитывать некоторые особенности практикума. Нужно стремиться к тому, чтобы работа учащегося в общем физическом практикуме всегда была небольшим исследованием, с помощью которого формируются экспериментальные навыки наряду с исследовательскими. В последнее время, предпочтение исследователей отдается натурному эксперименту, который подкреплен компьютерными технологиями в различной степени. Анализ литературы позволил классифицировать три уровня использования информационных компьютерных технологий в реальном эксперименте:

1. Натурный эксперимент в его традиционном виде, который подкреплен информационной поддержкой для обработки результатов измерений.
2. Модельный эксперимент.
3. Автоматизированный эксперимент.

### 2.3.1. Вычислительный эксперимент

В традиционном практикуме студенты подкрепляют теоретические знания, которые были получены на семинарских и лекционных занятиях, экспериментом, учатся элементам исследовательской работы, исследуют реальные объекты, знакомятся с устройством и принципом работы часто встречающихся измерительных приборов.

Дополнение эксперимента такого типа информационными технологиями заключается в применении прикладных математических пакетов для обработки результатов измерения, создания таблиц для занесения результатов измерения, создания тестов для проверки готовности студента к работе. Использование прикладных программ (Matcad, Exel и др.) для расчетов результатов измерений, построения зависимостей, вычисления погрешностей позволяет упростить расчеты, тем самым позволяя облегчить работу студентам.

Например, с помощью программы Excel можно решить задачу по теме: движение искусственных спутников и планет.

Рассмотрим решение такой задачи. Найти ускорение свободного падения  $g$  и первую космическую скорость  $v$  для планет Солнечной системы, где  $M$ -масса планеты,  $R$ -средний радиус планеты.

Планета	$M$ , кг	$R$ , м
Меркурий	$3,26 \cdot 10^{23}$	$2,42 \cdot 10^6$
Венера	$4,88 \cdot 10^{24}$	$6,10 \cdot 10^6$
Марс	$6,43 \cdot 10^{23}$	$3,38 \cdot 10^6$
Юпитер	$1,90 \cdot 10^{27}$	$7,13 \cdot 10^7$
Сатурн	$5,69 \cdot 10^{26}$	$6,04 \cdot 10^7$
Уран	$8,69 \cdot 10^{25}$	$2,38 \cdot 10^7$
Нептун	$1,04 \cdot 10^{26}$	$2,22 \cdot 10^7$

Решение:

1. Запишем расчетные формулы для задачи:

$$1) g = \frac{GM}{R^2} \quad g = \frac{GM}{R^2} \text{ – ускорение свободного падения}$$

$$2) v = \sqrt{gR} \quad v = \sqrt{gR} \text{ – первая космическая скорость для планеты}$$

Солнечной системы

2. Для решения воспользуемся программой Microsoft Excel:

а) Столбец А — планета

Столбец В — масса

Столбец С — радиус

Столбец D — ускорение свободного падения

Столбец E — первая космическая скорость

б) Для g: [ = ЧАСТНОЕ (ПРОИЗВЕД (В1;ПРОИЗВЕД (6,67;СТЕПЕНЬ(10;-11)));СТЕПЕНЬ(С1;2))

Для V: [ = КОРЕНЬ(ПРОИЗВЕД(С1;D1))

3. Получаем результат

A	B	C	D	E
Планета	3,26E+23	2,42E+0,6	3,00E+00	2,69E+0,3
Меркурий	4,88E+24	6,10E+0,6	8,00E+00	6,99E+0,3
Венера	6,43E+23	3,38E+0,6	3,00E+00	3,18E+0,3
Марс	1,90E+27	7,13E+0,7	2,40E+01	4,14E+0,4
Юпитер	5,69E+26	6,04E+0,7	1,00E+01	2,46E+0,4
Сатурн	8,69E+25	2,28E+0,7	1,00E+01	1,54E+0,4
Уран	1,04E+26	2,22E+0,7	1,40E+01	1,76E+0,4

4. Благодаря данным мы можем в этой же программе построить диаграмму:

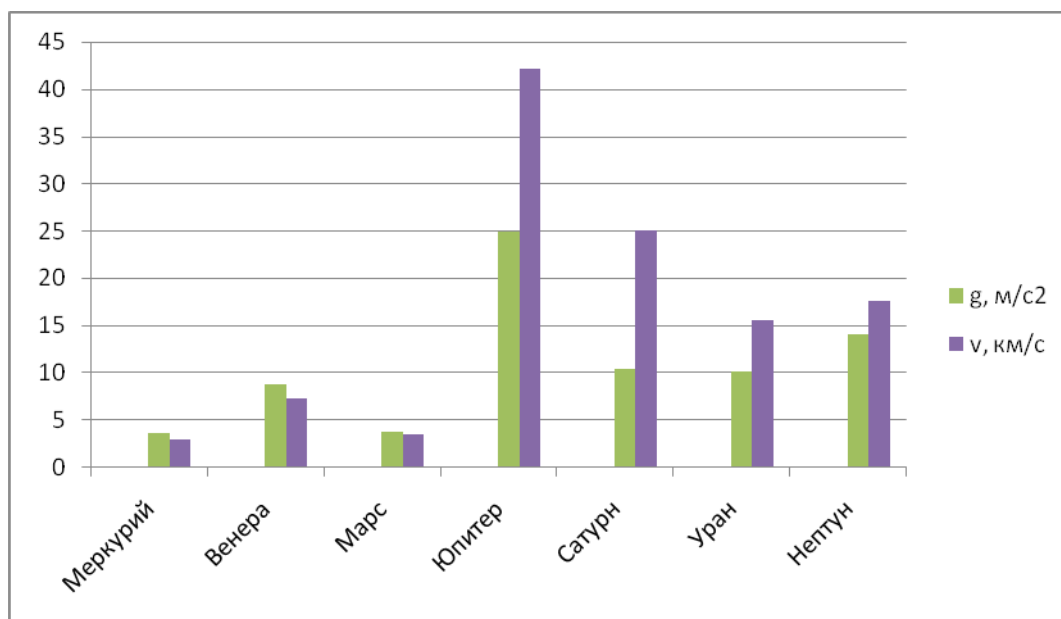


Рисунок 6. Диаграмма

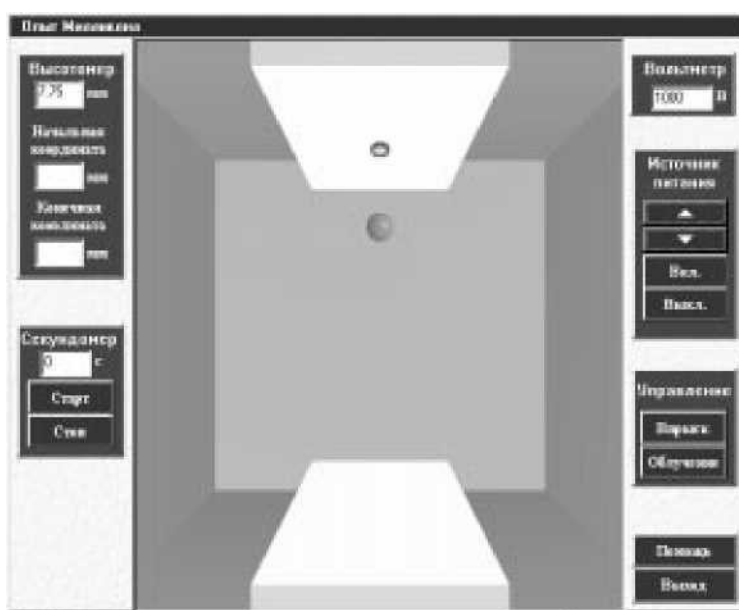
Компьютерная обработка позволяет более наглядно графически представить результаты измерений, выделять и рассматривать отдельные участки графика, изменять масштаб графиков и т.п. Работая в прикладных программах, студенты применяют навыки, полученные при изучении информатики, самостоятельно изучают возможности прикладных пакетов для обработки результатов измерения.

### 2.3.2. Модельный эксперимент

Большое количество физических явлений, которые необходимо изучить, для понимания целостной картины предмета недоступны для лабораторного практикума в связи с тем, что необходимое оборудование дорого стоит, в связи с сложностью самого эксперимента или имеются ограничения возможностей из-за правил техники безопасности. Использование компьютерных средств позволяет включить в лабораторный практикум ряд работ, которые моделируют на компьютере наиболее важные физические эксперименты. Модельный эксперимент, вместе с виртуальным, является единственным наглядным материалом при изучении непростых для понимания вопросов. На отечественном и зарубежных рынках, существуют программные продукты, позволяющие применять готовые модели и создавать свои. К примеру, с помощью одной из таких программ можно смоделировать эксперимент Мелликена.

После запуска программы на экране появляется изображение камеры между пластинами конденсатора (см. рис. 7).

Если нажать на кнопку "Впрыск" компьютер перейдет к имитации эксперимента Милликена. С верхней пластины начнет "падать капля масла". Поскольку в реальном эксперименте капли имеют достаточно маленький размер, то при помощи микроскопа можно наблюдать не реальное изображение, а дифракционное.



## Рисунок 7. Камера между пластинами конденсатора

В данном опыте можно фиксировать изменение положения капли с течением времени. Компьютер задает заряд и радиус капли случайным образом, при этом начальный заряд капли всегда отрицателен.

Для измерения скорости капли служат высотомер и секундомер, которые находятся на экране монитора. При включении секундомера фиксируется начальная координата капли, а при его выключении - конечная. Измеряя скорость движения капли в отсутствие электрического поля вычисляют радиус капли.

Для того чтобы реализовать движение капли в постоянном электростатическом поле, необходимо подать на конденсатор напряжение (положительный потенциал всегда на верхней пластине). В зависимости от размера и заряда капли требуется различное напряжение, для чего служит источник питания. Он предоставляет следующие возможности:

- включить напряжение;
- выключить напряжение;
- изменить напряжение с шагом 100 В.

Для получения приемлемых по точности значений необходимо провести с одной и той же каплей при одних и тех же условиях 5-6 измерений длины пути и времени его прохождения.

Если нажать на кнопку «Облучение» то включится ионизирующая радиация. Капля может захватить дополнительный отрицательный или положительный заряд, и ее скорость изменится скачкообразно.



Если после облучения капля снизила свой заряд на столько, что поле не может принудить ее двигаться вверх, нужно повысить напряжение. После облучения одной и той же капли 2-3 раза учащийся должен постараться не уронить ее на пластины конденсатора. Если он не успеет вовремя включить и отключить поле (или не сможет подобрать подходящее его значение), и капля упадет на верхнюю или нижнюю пластины, эксперимент с этой каплей закончится. Компьютер попросит отключить напряжение и введет в камеру новую каплю (с новым зарядом и радиусом).

Падение капли может произойти не только вследствие нерасторопности обучаемого. Например, при облучении капля может полностью потерять свой заряд. Тогда никакое поле не предотвратит ее падения. Такие же "неприятности" были и у Милликена.

### 2.3.3. Автоматизированный эксперимент

В лабораторном практикуме по физике возникает необходимость в измерении разных аналоговых величин: температура, давление, время, интенсивность света, напряжение и др. Измерения в таких опытах производятся с помощью оборудования, которое морально устарело. Многие методы измерения вызывают недоумение у современных учащихся.

Проводя анализ современного лабораторного оборудования известных фирм и технологий обучения физики можно прийти к выводу, что наиболее перспективным направлением использования компьютерной и микропроцессорной техники при обучении физике, является использование их как инструментального средства.

Огромное количество фирм по производству лабораторного оборудования (Учмаркет, Росучприбор, 3BSientific, PHWEU и др.), наряду с традиционным оборудованием, производят и внедряют автоматизированные комплексы. В таких комплексах измерение физических величин выполняется разнообразными датчиками, которые согласовываются с компьютером с помощью различных интерфейсных средств. В этих комплексах исследование выполняется, как в обычном практикуме на реальных объектах, а измерение физических величин выполняется при помощи датчиковой системы, сигналы с которой подаются для обработки в компьютер с помощью интерфейсных устройств.

Таким образом, компьютер используется как средство обработки и съема информации. Такой эксперимент предоставляет возможность расширить область исследования, обнаружить тонкие эффекты, которые нельзя заметить с помощью традиционных приборов, наблюдать за выполняющимся процессом в режиме реального времени, регулировать скорость происходящих процессов и скорость съема информации.

Данный подход позволяет приблизить учебный эксперимент к научному исследованию.

#### Вывод по главе 2

В современном обществе, в условиях непрерывного увеличения объема информации возрастает роль фундаментального образования и знание основных законов развития природы и общества. Актуальной становится задача активного включения в систему образования новых информационных технологий.

Компьютеризация обучения является одной из форм образования, в которой применяется метод программированного обучения. Компьютер выступает одной из его категорий, а обучающие программы являются программно-педагогическими средствами, качественная реализация которых зависит от соблюдения основных условий и правил использования компьютерных технологий в учебном процессе.

Компьютер является только инструментальным средством обучения. Основным остается методика обучения предмету, умение применять различные варианты использования компьютера и компьютерных обучающих программ.

Для наиболее эффективного применения учебного физического эксперимента и компьютерных средств в системе образования необходимо не взаимоисключение реального и виртуального экспериментов, а их дополнение, что обеспечивает гибкую систему обучения, адекватную его содержанию, возрастным особенностям студентов и выбранной форме обучения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, предметом настоящего теоретико-экспериментального исследования является теоретический анализ развития теории и методики использования учебного физического эксперимента.

Рассматриваемый в диссертации материал неоднократно докладывался и обсуждался на различных конференциях методических объединениях г. Екатеринбурга и Свердловской области. Были рассмотрены вопросы становления методики учебного физического эксперимента и тенденции ее развития.

При этом учителя отметили важность тех вопросов, которые связаны с использованием учебного физического эксперимента. Многие из них отметили, что имеют материально-техническую базу, которая позволила комплексно использовать компьютерный физический эксперимент и компьютерные средства. Они отметили необходимость дальнейших научно-методических изысканий в области теории и методики обучения, связанные с применением компьютерных средств и других наглядных средств обучения.

Эксперимент в школьном курсе физики - это отражение научного метода исследования, присущего физике.

Постановка опытов и наблюдений имеет большое значение для ознакомления учащихся с сущностью экспериментального метода, с его ролью в научных исследованиях по физике, а так же в формировании умений самостоятельно приобретать и применять знания, развитию творческих способностей. Сформированные умения в ходе проведения экспериментов являются важным аспектом для положительной мотивации учащихся на исследовательскую деятельность. В школьной практике эксперимент, экспериментальный метод и экспериментальная деятельность учащихся реализуются в основном при постановке демонстрационных и лабораторных опытов, в проблемно-поисковом и исследовательском методах обучения.

В целом, в процессе самостоятельной экспериментальной деятельности учащиеся приобретают следующие конкретные умения:

- наблюдать и изучать явления и свойства веществ и тел;
- описывать результаты наблюдений;
- выдвигать гипотезы;
- отбирать, необходимые для проведения экспериментов, приборы;
- выполнять измерения;
- вычислять погрешности прямых и косвенных измерений;
- представлять результаты измерений в виде таблиц и графиков;
- интерпретировать результаты экспериментов;
- делать выводы;
- обсуждать результаты эксперимента, участвовать в дискуссии.

Учебный физический эксперимент является неотъемлемой, органической частью курса физики средней школы. Удачное сочетание теоретического материала и эксперимента дает, как показывает практика, наилучший педагогический результат.

Были выделены тенденции развития учебного физического эксперимента.

УФЭ развивается по нескольким направлениям, каждое из которых представляется значимым

1. Развитие содержания и качества постановки натурального физического учебного эксперимента.
2. Развитие комплексного использования УФЭ и компьютерных средств обучения.
3. Развитие вычислительного и модельного эксперимента.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айнбиндер А. Б. Как облегчить понимание демонстрационного эксперимента // Физика в школе. - 1980. - №3. - С. 35 - 38.
2. Амстиславский М. Я. Способы совершенствования демонстрации непрерывного спектра // Физика в школе. - 1988. - №1. - С. 56 - 59.
3. Анисимов Н. М., Рожко С. И., Власова Н. М. Инновационная деятельность учителя физики // Физика в школе. - 2002. - № 6. - С. 64 - 66.
4. Анофрикова С. В. Отбор демонстраций к уроку // Физика в школе. - 1978. - №4.-С. 56-60.
5. Анциферов Л. И. Самодельные приборы для физического практикума в средней школе. -М.: Просвещение, 1985. - 125 с.
6. Анциферов Л. И. Физика: Электродинамика и квантовая физика. 11 кл.: Учеб. для общеобразоват. учреждений. - М.: Мнемозина, 2001. - 383 с.
7. Арсланбеков А. М. Совершенствование демонстрационного эксперимента по разделу «Электродинамика»: Дисс. ...канд. пед. наук. - М., 1984. - 216 с.
8. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. - М.: Высш. шк., 1980. - 368 с.
9. Бабанский Ю. К. Методика преподавания физики в средней школе. - М.: Просвещение, 1968. - 260 с.
10. Бабанский Ю. К. Проблема повышения эффективности педагогических исследований. -М,: Педагогика, 1982. - 192 с
11. Баяндин Д. В., Кубышкин, А. В., Мухин, О. И. О вариативности содержания, формы и методики подачи учебного материала при и спользовании компьютера // XII междунар. конф. «Информационные технологии в образовании» (Сб. трудов). Ч. III. М.: МИФИ, 2012. - С.34-35.
12. Баяндин Д. В., Мухин, О. И. Система активных обучающихся сред «Виртуальная школа» / Методическое пособие для учителя и руководство по использованию программного продукта). Пермь: изд-во ПГТУ, 2012. - 72 с.

13. Беджанова З. М. Методика проблемного обучения учащихся физике: Пособие для учителей. - Махачкала: Дагучпедгиз, 1983. - 80 с.
14. Беджанова З. М. Система проблемных заданий по физике как средство формирования знаний и приемов учебной работы школьников (на примере раздела «Электромагнетизм»): Дисс. ...канд. пед. наук. - М., 1977. - 178 с.
15. Бердалиева Т. Д. Домашние работы экспериментального характера как средство формирования умения учащихся самостоятельно пополнять знания: Дисс. ...канд. пед. наук. - М., 1988. ~ 185 с.
16. Беспалько И. И. Формирование понятия электромагнитного поля в 9 классе средней школы: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - Л., 1974. - 15 с.
17. Бобров А. А. Формирование у учащихся старших классов обобщенных экспериментальных умений в условиях осуществления межпредметных связей физики с химией: Дисс. ...канд. пед. наук. - Челябинск, 1981. - 203 с.
18. Богоявленская Д. Н. Интеллектуальная активность как проблема творчества. - Рост. ун-т. - Ростов -на -Дону, 1983. - 179 с.
19. Болдырев А. И. Физическая и коллоидная химия: Учебник для сельскохозяйственных вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая, шк., 1983. -408 с.
20. Бордонская Л. А. Электромагнитное поле в курсе физики 9 класса: Автореф. Дисс. ...канд. пед. наук. - Л. , 1976. - 19 с.
21. Браверман Э. М. Физический эксперимент учащихся как средство их развития // Физика в школе. - 1996. - №4. - С. 17 - 21.
22. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы. - М.: Просвещение, 1981. - 288 с.
23. Буров В. А. Усилитель к демонстрационному гальванометру // Физика в школе. - 1962. - №2. - С. 114.
24. Буров. В. А. Ферромагнитный индикатор индукции магнитного поля // Физика в школе. - 1964. - №3. - С.114.

25. Бурсиан Э. В. Физические приборы: Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов. - М.: Просвещение, 1984. - 271 с.
26. Бутырский Г. А. и др. Опыт использования экспериментальных задач по теме «Законы постоянного тока» // Физика в школе. - 1983. - №6. - С. 31 - 35.
27. Бутырский Г. А., Данюшенков В. С. Экспериментальные задачи // Физика в школе. - 1995. - №1. - С. 44.
28. Вишневский С. Л. Система, методика изучения и применения осциллографических методов в курсе физики средней школы: Дисс. ...канд. пед. наук.-М., 1974.-185 с.
29. Вознюк Н. Ф. Повышение эффективности учебного эксперимента в курсе физики средней школы: Дисс. ...канд. пед. наук. -Киев, 1985. - 169 с.
30. Выготский Л. С. Педагогическая психология / Под ред. В. В. Давыдова. - М.: Педагогика-Пресс, 1995. - 536 с,
31. Галанин Д.Д., Горячкин Е. П., Жарков С. Н., Сахаров Д. И., Павша А. В. Физический эксперимент в школе. Т. III. Электричество. Изд. 2-е, перераб. - М.: Учпедгиз, 1954. - 403 с.
32. Герд А. О методике преподавания описательных естественных наук // Учитель. - 1896. - №1. - 51с
33. Гопкинс Дж. Общедоступная физика Гопкинса: Руководство к производству опытов и изготовлению приборов. - М.: Товарищество типографии А. И. Мамонтова, 1900. - 416 с.
34. Горев Л. А. Занимательные опыты по физике в 6-7 классах средней школы. Кн. для учителя. - 2-е изд., перераб. - М.: Просвещение, 1985. - 175 с.
35. Грабарь М.И., Краснянская К.А. применение математической статистики в педагогических исследованиях: Непараметрические методы. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.
36. Давыдов В. В. Проблема развивающего обучения. - М.: Педагогика, 1986.- 239 с.



37. Занков Л. В. Избранные педагогические труды. - М.: Педагогика, 1990. - 418 с.
38. Зверева Н. М. Активизация мышления учащихся на уроках физики: Из опыта работы. Пособие для учителей. - М.: Просвещение, 1980. - 112 с.
39. Зворыкин Б. С. К вопросу о конструировании учебных приборов //
40. Индриксон Ф. Н. Несколько работ по физике для учащихся средних школ. - СПб, 1907. - 32 с.
41. Калмыкова З. И. Психологические предпосылки развивающего обучения // Физика в школе. - 1991. - №3. - С. 69 - 73.
42. Капица П. Л. Физические задачи. - М.: Знание, 1972. - 48 с.
43. Кашин Н. В. Методика физики. - М.: Тип. В. М. Саблина, 1916. - 258 с.
44. Лермонтов В. В. Методика физики и содержание приборов в исправности. - СПб, 1907. - 340 с.
45. Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений: (в десяти томах). - М. - Л.: Изд-во АПН СССР, 1950 - 1957. - Т. 1. - 620 с.
46. Майер Р. В. Информационные технологии и физическое образование. - Глазов: ГГПИ, 2006. -- 64 с.
47. Малафеев Р. И. Система творческих лабораторных работ по физике в средней школе: Учеб. пособие. - Курган: Изд-во Курганского го ун-та, 1999. - 102 с.
48. Матаев Г. Г. Компьютерная лаборатория в вузе и школе. Учебное пособие. -- М.: Горячая линия-Телеком, 2004. -- 440 с.
49. Меледин Г. В. Физика в задачах: Экзаменационные задачи с решениями: Учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1990. - 272 с.
50. Менчинская Н. А. Проблемы учения и развития. К вопросу о теории учения // Сов. педагогика. - 1979. - №9. - С. 35 - 41.
51. Мошков С. С. Экспериментальные задачи по физике. - Л.: Учпедгиз, 1965. - 204 с.
52. Найдина А. А. «Эксперимент в структуре физической теории» - Физика в школе 1989, №3

- 53.Оспенникова Е. В. Методологическая функция виртуального лабораторного эксперимента / Информатика и образование. – 2012, № 11.
- 54.Оспенникова Е. В., Беляева, Н. А., Худякова, А. В. Мультимедийные информационные ресурсы по физике для средней общеобразовательной школы / Справочные материалы для учителя физики. Пермь: изд-во ПГПУ, 2014. - 140 с.
- 55.Оспенникова Е.В. Основы технологии развития исследовательской самостоятельности школьников. Эксперимент как вид учебного исследования: Учебное пособие / Перм. гос. пед. ун-т. - Пермь, 2012. - 375 с.
- 56.Оспенникова Е.В. Худякова А.В. Обновление системы учебных объектов среды обучения в условиях информатизации образования. / Вестник ПГПУ, 2015.
- 57.Покровский А.А. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе [Текст] / [В.А. Буров, Б.С. Зворыкин, А.П. Кузьмин и др.] ; Под ред. А.А. Покровского - 3-е изд., перераб. - Москва : Просвещение, 1978-1979. -
- 58.Попов С.Е. Методическая система подготовки учителя в области вычислительной физики: Монография. - Нижний Тагил: НТГСПА, 2015. - 227 с.
- 59.Резников Л.И. Основы методики преподавания физики. Общие вопросы. / Под ред. Л. И. Резникова, А. В. Перышкина, П. А. Знаменского. - М.: Просвещение, 1965.-373 с.С. 27-28
- 60.Сеченов И. М. Избранные физиологические и психологические произведения. - М: Госполитиздат. - 1947. - 470 с.
- 61.Синенко В. Я. Структура методики и техники школьного физического эксперимента // Физика в школе. - 1989. - №3. - С. 77 - 79.
- 62.Старовиков, М.И. Введение в экспериментальную физику: Учебное пособие. - Бийск: НИЦ БПГУ им. В.В. Шукшина, 2013. -190 с.

- 63.Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний. - Мое. гос. ун-т. - М.: МГУ, 1984. - 344 с.
- 64.Усова А. В., Вологодская З. А. Развитие самостоятельности и творческой активности учащихся при обучении физике: Методические рекомендации. - Челябинск: Изд-во ЧГПИ, 1992. - 56 с. 234
- 65.Хорошавин С.А. Физический эксперимент в средней школе: 6-7 кл /М.: Просвещение, 1988. — 175 с:
- 66.Шведов Ф. Н. Методика физики. Лекции, читаемые в Одессе осенью 1893 г., профессором Ф. Шведовым на педагогических курсах. - Одесса, 1894.- 33 с.
- 67.Шамало Т. Н. Учебный эксперимент в процессе формирования физических понятий. Книга для учителя. - М.: Просвещение, 1986. - 95 с.
68. Шамало Т. Н. Направление в развитии современного школьного физического эксперимента // Физика в школе. - 1996. - >fo3. - С. 18-20.
- 69.Шамало Т. И. Теоретические основы использования физического эксперимента в развивающем обучении: Учебное пособие к спецкурсу. — Сведловск, 1990.-95 с.
- 70.Шахмаев Н. М. Физический эксперимент в средней школе: колебания и волны. Квантовая физика / Н. М. Шахмаев, Н. И. Павлов, В. И. Тыщук. — М.: Просвещение, 1991. — 223 с.
71. Шахмаев Н.М. Физический эксперимент в средней школе [Текст] : колебания и волны. Квантовая физика / Н.М.Шахмаев, Н.И.Павлов, В.И.Тыщук. - М. : Просвещение, 1991. - 223 с. : ил. - (Б-ка учителя физики)
- 72.Шахмаев Н.М. Демонстрационные опыты по электричеству [Текст] : пособие для учителя / Н. М. Шахмаев, С. Е. Каменецкий. М. : Учпедгиз, 1963. 327 с
- 73.Шведов Ф. Н. Методика физики. Лекции, читаемые в Одессе осенью 1893 г., профессором Ф. Шведовым на педагогических курсах. - Одесса, 1894.- 33 с.

74. Шилов В. Ф. Зеркальный гальванометр в демонстрационных опытах по термодинамике // Физика в школе.\*^ 1996. - №5. - С. 52 – 55
75. Шилов В. Ф. Проблемы и перспективы фронтального лабораторного эксперимента // Физика в школе. - 2000. - №4. - С. 45 - 50.
76. Эсаулов А. Ф. Диалектика технической мысли: Закономерности технического творчества. - Красноярск.: Краен, ун-т, 1989. - 161 с.
77. Якиманская И. С. Развивающее обучение. -М.5 Педагогика, 1979. - 144 с.