

74 265, 1
К 83

В.М. Кротов

**МЕТОДИКА И ТЕХНИКА
ДЕМОНСТРАЦИОННОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО ФИЗИКЕ**



Электронный архив библиотеки Физико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
А. Кулешова

44.205,
К83

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А.А. КУЛЕШОВА»

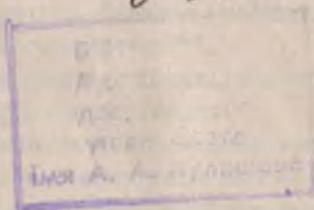
В.М. Кротов

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА
ДЕМОНСТРАЦИОННОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО ФИЗИКЕ

Учебно-методическое пособие

Электронный архив библиотеки ИГУ имени А.А. Кулешова

Физ.



Могилев 2005



УДК 372.853(075.8)

ББК 74.265.1я73

К83

*Печатается по решению редакционно-издательского
и экспертного совета МГУ им. А.А. Кулешова*

Рецензент

кандидат физико-математических наук доцент

В.И. Веракса

Кротов, В.М.

К83 Методика и техника демонстрационного эксперимента по физике :
Учеб.-метод. пособие / В.М. Кротов. – Могилев: МГУ им. А.А. Куле-
шова, 2005. – 60 с.: ил.

ISBN 985-480-092-X.

Данное учебное издание включает содержание лекций, методические
рекомендации к лабораторным работам и список литературы по курсу «Ме-
тодика и техника демонстрационного эксперимента по физике».

Рекомендуется студентам физико-математического факультета.

Будет весьма полезным учителям физики средних общеобразователь-
ных учреждений при разработке принципиальных и монтажных схем учеб-
ных экспериментальных установок.

УДК 372.853(075.8)

ББК 74.265.1я73

ISBN 985-480-092-X

© Кротов В.М., 2005

© МГУ им. А.А. Кулешова, 2005

ВВЕДЕНИЕ

При обучении физике в средней школе применяются современные образовательные технологии, различные методы, методические приемы и средства обучения. Одним из основных методов и средств обучения является учебный физический эксперимент, видом которого является учебный демонстрационный эксперимент.

Применение учебного демонстрационного физического эксперимента в процессе обучения физике сопряжено с решением некоторых методических проблем. Поэтому в дидактике (методике преподавания) физики рассматривается понятие о методике и технике демонстрационного эксперимента, включающее как техническую, так и методическую стороны использования учебного демонстрационного физического эксперимента, что и составляет содержание этого понятия.

Учебный демонстрационный физический эксперимент достаточно часто называют демонстрационным опытом. Это объясняется тем, что под экспериментом в физической науке понимают метод исследования, позволяющий создавать новые знания. Обучение же рассматривается как субъективное воссоздание учащимися физических знаний. И учебный демонстрационный эксперимент в отличие от научного не обладает новизной, строгостью и точностью в подготовке и проведении. Поэтому вполне допустимо называть учебный демонстрационный физический эксперимент демонстрационным опытом.

Важность эффективного применения в учебном процессе по физике демонстрационного эксперимента предопределило выделение в учебных планах подготовки преподавателей по специальностям “Физика. Научно-педагогическая деятельность” и “Математика. Физика” учебной дисциплины “Методика и техника демонстрационного эксперимента”.

Учебные занятия по методике и технике демонстрационного эксперимента включают лекции и лабораторные занятия.

Цель освоения студентами этой дисциплины состоит в овладении ими техникой и технологией учебного демонстрационного эксперимента по основным темам школьного курса физики. Достижение сформулированной цели предполагает, что в результате познавательной деятельности при изучении учебной дисциплины “Методика и техника демонстрационного эксперимента” студенты:

помнят:

– содержание структурных элементов физических знаний;

- содержание основных этапов познавательной деятельности учащихся;
- определение и виды демонстрационного эксперимента по физике;
- структуру и содержание понятия о методике и технике демонстрационного эксперимента;
- основные требования к демонстрационному эксперименту;
- основные этапы создания учебной экспериментальной установки;
- приемы повышения наглядности и выразительности демонстрационного эксперимента;
- правила по технике безопасности.

понимают:

- роль и значение демонстрационного эксперимента в изучении содержания структурных элементов физических знаний;
- роль и значение демонстрационного эксперимента на разных этапах познавательной деятельности учащихся;
- цель проведения демонстрационного эксперимента при изучении основных понятий и закономерностей;
- функции составных частей учебных экспериментальных установок (УЭУ);
- принцип действия технических средств демонстрационного эксперимента;
- возможности и особенности приемов повышения наглядности и выразительности демонстрационного эксперимента.

умеют:

- создавать принципиальные схемы УЭУ;
- создавать монтажные схемы УЭУ;
- подбирать необходимое оборудование для проведения демонстрационных опытов;
- грамотно проводить учебный демонстрационный эксперимент по основным темам школьного курса физики в соответствии с основными психолого-педагогическими требованиями;
- составлять методические рекомендации по проведению демонстрационного эксперимента.

Получению такого результата познавательной деятельности студентов будет способствовать применение данного методического пособия, составленного в соответствии с типовой программой учебной дисциплины “Методика и техника демонстрационного эксперимента”.

Глава 1

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

1.1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД В НАУЧНОМ И УЧЕБНОМ ПОЗНАНИИ ПО ФИЗИКЕ

Физика является важнейшим источником знаний об окружающей действительности.

Объектом исследования физики является материя: строение и простейшие ее формы движения и взаимодействия.

В современной науке рассматривается два вида материи: вещество и поле. К простейшим формам движения материи относят механическое, тепловое, электромагнитное и взаимные превращения элементарных частиц и поля.

Все взаимодействия, наблюдаемые в окружающей человека действительности, можно свести к четырём основным типам: гравитационное, электромагнитное, слабое и сильное.

Составной частью любой науки является ее методология, т.е. совокупность методов исследования объектов. Стержнем методологии частных наук является теория познания. Разнообразные методы и приемы исследовательской деятельности в теории познания образуют следующие группы методов:

Общелогические (общие принципы научного мышления: анализ, синтез, индукция, дедукция, абстрагирование, умозаключение и т.д.).

Методы исследования, используемые только в научном познании:
методы построения эмпирического знания (наблюдение, эксперимент, измерение);

- методы построения теоретического знания (идеализация, формализация, выдвижение гипотез, аналогия, моделирование, мысленный эксперимент и т.д.).

3. *Сугубо специальные* методы и приемы, процедуры экспериментального характера, непосредственно связанные с сущностью явления и применяемые в узкой области или науке.

Содержание и структуру экспериментального метода исследования можно отразить следующей блок-схемой (рис. 1).

Теоретический метод дает возможность опосредованно познать объект (явление) на основе соответствующей идеальной (мысленной) модели. Рассматриваемый метод включает общелогические методы и методы построения теоретического знания. Блок-схему теоретического метода можно представить в следующем виде (рис. 2) [1].

Важным методом исследования при создании классической физики, основы которой изучаются в средней общеобразовательной школе, являлся экспериментальный метод. Поэтому физический эксперимент должен быть неотъемлемой и органической частью обучения физике.

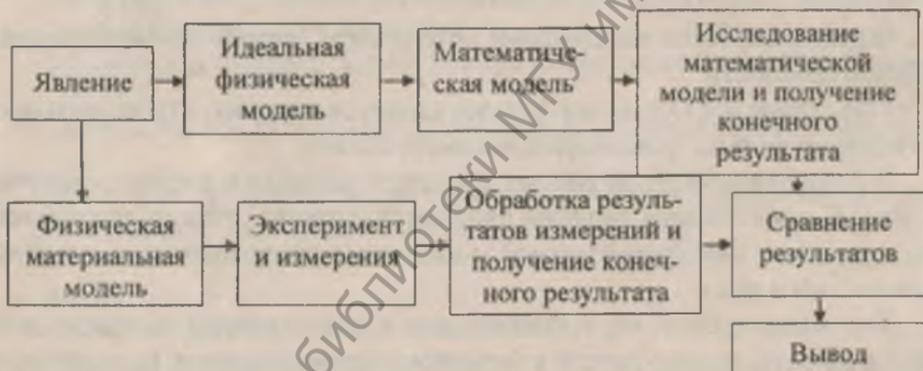


Рис. 1

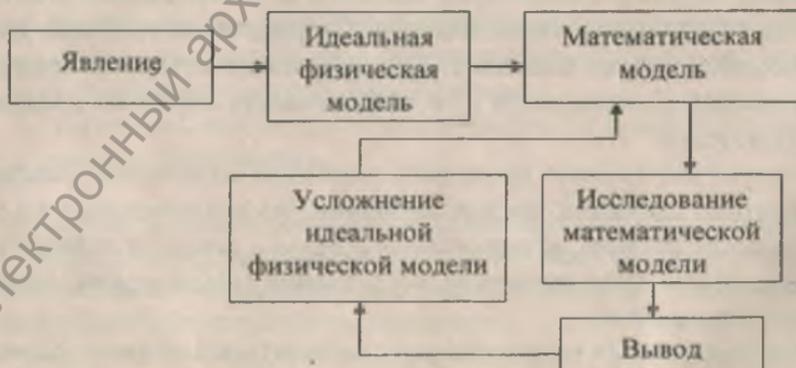


Рис. 2

При изучении физики происходит освоение учащимися содержания структурных элементов физических знаний. *Физические знания* – конкретно-научные знания о строении материи и простейших формах ее движения и взаимодействия. Они имеют определенную структуру и включают следующие составные элементы: *научные факты, понятия, законы и закономерности, теории, методы познания*.

В логической структуре физического знания можно выделить два уровня: эмпирический и теоретический. *Эмпирический* уровень физического знания составляют данные опытов, эмпирические понятия, законы и закономерности.

Теоретический уровень физического знания составляют физические теории, основные идеи, принципы (исходные положения какой-нибудь теории, учения, науки), гипотезы (предположения, требующие подтверждения).

Структуру физических знаний можно отразить блок-схемой (рис. 3).



Рис. 3

Создание того или иного структурного элемента физических знаний предполагает описание его содержания. Содержание названных структурных элементов можно описать по следующим схемам:

Понятия:

- *о материальных образованиях* (структурных элементах вещества и проявлениях физического поля): название, отличительные признаки, свойства и количественные характеристики;
- *о явлениях и процессах*: название, отличительные признаки, условия протекания, механизм, законы, описывающие процесс, связь с другими явлениями, проявление и применение;
- *о моделях материальных образований, явлений и процессов*: название, описание, вид, условия совпадения свойств реальных объектов и их моделей;
- *о свойствах и состояниях материальных образований*: название, описание, количественные характеристики;
- *об особенностях протекания явлений и процессов*: название, описание, проявление и применение;
- *о физических величинах*: название, что характеризует, единицы измерения, связь с другими величинами, способы измерения, принимаемые значения, векторная или скалярная;
- *о приборах и устройствах*: название, назначение, принцип действия, устройство, технические характеристики, применение.

Законы и закономерности: название, математическая запись, формулировка, опыты, подтверждающие закон, область действия и применения.

Физическая теория:

- *основание* (эмпирический базис, научные факты, идеализированный объект и его свойства, физические величины как характеристики идеализированного объекта и их измерение, правила операций с физическими величинами);
- *ядро* (постулаты, принципы, уравнения, общая модель связей и отношений, заложенных в теоретическом обобщении и относящихся к идеализированному объекту);
- *следствия* (конкретные выводы из ядра теории, восхождение от абстрактного к конкретному);
- *экспериментальная проверка следствий* (проверка теории в эксперименте);
- *практическое применение следствий теории*.

Важнейшим источником информации для воссоздания содержания многих структурных элементов физических знаний является учебный эксперимент.

Под *учебным физическим экспериментом* понимают воспроизведение с помощью специального оборудования физических явлений и процессов, свойств физических тел в условиях, удобных для их изучения. Система учебного эксперимента включает:

- демонстрационный эксперимент;
- лабораторный эксперимент;
- внеклассные (внеурочные) опыты и наблюдения.

Демонстрационный учебный физический эксперимент проводится учителем или учащимся под руководством учителя и воспринимается одновременно всем классом или учебной группой класса.

Лабораторный учебный физический эксперимент проводится учащимися по заданию учителя с использованием специального учебного оборудования.

Внеклассные (внеурочные) опыты и наблюдения проводятся учащимися по заданию учителя или по личной инициативе во внеурочное время с использованием специального учебного оборудования или бытовых приборов и подручных средств.

Эффективность применения демонстрационного учебного эксперимента при изучении физики определяется как используемым учебным оборудованием, так и методикой его проведения. Поэтому в дидактике (методике преподавания) физики употребляется понятие “Методика и техника демонстрационного эксперимента”, содержание которого можно представить следующей структурой: (рис. 4) [10].



Рис. 4

Под *техническими средствами* демонстрационного эксперимента понимают совокупность оборудования и приборов, предназначенных для успешного осуществления физических демонстрационных опытов в соответствии с психолого-педагогическими требованиями к средствам обучения.

Содержание понятия о *технике демонстрирования* включает совокупность приемов по сборке и наладке экспериментальных установок, приведению их в действие, обеспечению протекания физических процессов с полным соблюдением требований техники безопасности.

Методика организации восприятия учащимися демонстрационного эксперимента представляет собой систему приемов и методов, позволяющих наиболее эффективно и адекватно организовать восприятие и осмысление учащимися сущности демонстрируемых физических объектов.

Совокупность методов и приемов практического применения демонстрационного эксперимента в сочетании с другими методами обучения физике или в рамках конкретной современной образовательной технологии называют *методикой использования демонстрационного эксперимента в учебном процессе*.

В зависимости от вида изучаемого структурного элемента физических знаний различают следующие виды учебного демонстрационного эксперимента:

- феноменологический (демонстрируется материальное образование, его свойство или состояние, воспроизводится явление или процесс);
- функциональный (воспроизводится связь между явлениями);
- модельный (демонстрируются модели материальных образований, явлений и процессов);
- с техническим содержанием (демонстрируется устройство и принцип действия технических устройств).

1.2. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УЧЕБНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА [7]

Основные требования, предъявляемые к приборам, включенным в учебные экспериментальные установки, можно условно разделить на следующие группы:

- технические;
- дидактические;
- психофизиологические (скорость восприятия, переработки и осмысления информации);
- антропометрические (соответствие объектов труда параметрам человеческого тела, силы и напряженности характеру движений при выполнении основных операций);
- художественного конструирования;
- экономические.

Технические требования

1. Универсальность, т. е. широкое применение определенного прибора (узла) в различных демонстрационных опытах. Это требование не предполагает, что комплект демонстрационных приборов должен состоять из отдельных многочисленных деталей.
2. Конструкция узлов демонстрационной установки должна давать возможность проведения опытов без дополнительной настройки при юстировке. Такое исполнение приборов снижает непроизводительные затраты времени на учебном занятии.
3. Приборы должны позволять изменять условия проведения опыта во время занятия, демонстрируя влияние варьируемых параметров на исход опыта.
4. Надежность в работе.
5. Легкость в обслуживании, простота ремонта (ремонтоспособность).
6. Безопасность в работе.

Дидактические требования

1. Необходимость отражения посредством демонстрационной установки главного и наиболее общего в модели, используемой для объяснения явления.
2. Простота и четкость построения схемы демонстрации, определяющие простоту интерпретации увиденного. Это требование неразрывно связано с доступностью восприятия, непосредственностью наблюдения, с максимальной "обнаженностью" явления. Чем проще выглядит установка, на которой демонстрируется опыт, тем он убедительнее.
3. Соответствие темпа проведения демонстрации темпу изложения.
4. Кратковременность демонстрирования.

Психофизиологические и антропометрические требования

1. Читабельность приборов. Для этого наиболее важные части приборов должны иметь достаточно большие размеры и соответствующую окраску.
2. Демонстрационная установка должна позволять размещение приборов таким образом, чтобы все ее существенные элементы были видны одновременно.
3. Демонстрируемые экспериментальные установки необходимо располагать на уровне 1,1-1,15 м от пола для удобства их обслуживания. Приборы следует устанавливать в глубину 0,45-0,50 м, их общая длина должна составлять около 1 м, что позволит выдержать основные антропометрические условия.
4. Вспомогательное оборудование (блоки питания, генераторы и т. д.) не должно находиться в поле зрения учащихся; все рукоятки управления необходимо располагать не ниже 1 м от пола, позволяя демонстратору легко ими манипулировать во время занятия.
5. Конструкция установки должна позволять быстро убирать приборы из поля зрения учащихся, исключая возможность рассеивания их внимания.
6. Эмоциональность демонстрирования.

При проведении демонстрационного опыта учитель управляет экспериментальной установкой и обращает внимание учащихся на ее отдельные детали, и ему необходимо обеспечить возможность делать это так, чтобы не загромождать от учащихся детали установки. Лучше всего, если учитель может при проведении демонстрации находиться за установкой (или, если это невозможно, сбоку от нее).

Но при этом следует предусмотреть доступ учителя к управляющим элементам установки и видимость ему шкал измерительных приборов. В некоторых учебных приборах, таких, как демонстрационные вольтметр и амперметр, специально предусмотрена возможность наблюдения за изменением их показаний сзади. Если такой возможности нет, как, например, в демонстрационном осциллографе, следует обеспечить видимость для учителя с помощью вспомогательных деталей. Чаще всего используют небольшое зеркало, в котором учитель может видеть нужные ему части прибора.

Требования художественного конструирования

1. Привлекательный вид приборов.
2. Выбор соответствующего конструкционного материала.

3. Раскраска приборов должна способствовать лучшей читабельности.

Следует отметить, что художественно-конструкторское решение демонстрационных приборов и их соответствие принципам технической эстетики во многом способствует не только читабельности демонстрации, но и согласованию звеньев рассматриваемой эргатической (объединяющей человека с техническими устройствами) системы в целом.

Экономические требования

1. Невысокая стоимость проборов и устройств учебной экспериментальной установки.
2. Универсальность приборов.
3. Стандартизация приборов.

Экономические требования зачастую вступают в противоречие с техническими требованиями, но при этом не являются определяющими.

1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Для проведения демонстрационных опытов из отдельных устройств и приборов учителем собираются *учебные экспериментальные установки (УЭУ)*. При подборе оборудования в состав УЭУ производится оценка их эксплуатационных параметров, в качестве которых рассматриваются технические характеристики и функции.

По функции приборов и принадлежностей в составе УЭУ их целесообразно разделить (классифицировать) на следующие группы:

- *объекты исследования и воздействующие объекты;*
- *управляющие элементы;*
- *индикаторы.*

Функцию *объектов исследования* выполняет оборудование, моделирующее вещественные образования, источники физических полей, возбудители явлений и процессов. Изучение объектов исследования позволяет сформировать предметные знания об:

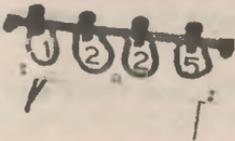
- отличительных признаках и свойствах вещественных образований и физических полей;
- отличительных признаках и условиях протекания явлений и процессов;

- состоянии и особенностях материальных образований;
- особенностях протекания явлений и процессов;
- количественном описании свойств вещественных образований (физических полей) и особенностей протекания явлений и процессов.

Свойства и особенности объектов исследования проявляются во взаимодействии с другими объектами, которые называют *воздействующими*. В той или иной УЭУ воздействующие объекты моделируются с помощью учебного оборудования.

Приведем описание приборов, предназначенных для выполнения функций объектов исследования и воздействующих объектов в учебных экспериментальных установках (таблица 1).

Таблица 1

Название прибора (устройства)	Внешний вид прибора (устройства)	Эксплуатационные характеристики	Эксплуатационные особенности
Камертон на резонирующей ящичке		Настроен в унисон на частоту 440 Гц (тон "ля" первой октавы)	При ударе молоточком камертон необходимо слегка приподнять, удерживая его за втулку
Теплоприемник		Диаметр основания коробки – 100мм, высота коробки-20 мм	Применяется в комплекте с чувствительным манометром
Конденсатор переменной емкости		Максимальная емкость 800 пФ. Имеет 10 неподвижных и 9 подвижных пластин	Применяется в комплекте с демонстрационным электрометром
Магазин сопротивлений		Сопротивление от 1 до 10 Ом	Наибольший электрический ток в спиралях сопротивлением 1 и 2 Ом – 2 А, 5 Ом – 1 А

Название прибора (устройства)	Внешний вид прибора (устройства)	Эксплуатационные характеристики	Эксплуатационные особенности
Тележка легко-подвижная		Рассчитана на максимальную нагрузку 80Н	Комплект состоит из двух одинаковых тележек

Управляющие элементы в учебной экспериментальной установке – это приборы, с помощью которых:

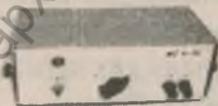
- объект исследования и воздействующий объект приводятся во взаимодействие;
- обеспечиваются характеристики начального состояния объекта исследования;
- обеспечиваются требуемые характеристики воздействующего объекта;
- обеспечиваются специфические условия взаимодействия.

К управляющим элементам УЭУ относят:

- нагреватели;
- насосы;
- воздуходувки;
- сосуды;
- устройства, трансформирующие силу;
- источники и преобразователи электрической энергии;
- элементы управления электрическими цепями;
- регулирующие элементы электрических цепей;
- источники электромагнитного излучения;
- источники магнитного поля;
- монтажные приспособления.

Приведем описание приборов, предназначенных для выполнения функций управляющих элементов в учебных экспериментальных установках (таблица 2).

Таблица 2

Название прибора (устройства)	Внешний вид прибора (устройства)	Эксплуатационные характеристики	Эксплуатационные особенности
Спиртовка		Емкость спиртовки 120-150 мл, масса вместе со спиртом не более 200г.	
Вакуум-насос Комовского		Максимальное разряжение – 0,3 мм рт. ст., а нагнетание до $4 \cdot 10^5$ Па	Оптимальная частота вращения рукоятки 120-150 об/мин.
Желоб разборный		Общая длина 140 см, ширина полки уголка 20-25 мм	Применяется как при проведении демонстраций, так и при постановке лабораторных работ
Шар полый стеклянный		Объем шара 1,21 л	Применяется помещенным в чехол
Выпрямитель селеновый ВС 4-12		Пульсирующее напряжение регулируется от 4 до 12 В со ступенчатым переключением через каждые 2 В	Максимальное значение силы тока в нагрузке выпрямителя не более 3А.

Многие свойства материальных объектов и особенности протекания явлений и процессов не воспринимаются непосредственно органами чувств человека. Кроме того, степень выраженности отдельных свойств и особенностей реальных объектов и процессов неадекватно воспринимается человеком органами чувств. Поэтому в состав УЭУ включаются элементы, преобразующие свойства объектов исследования или особен-

ности явлений и процессов (любых измеряемых величин – давление, влажность, температура, смещение, уровень шума и т.д.) – в электрические сигналы. Они называются *индикаторами (датчиками)*.

Приведем описание приборов, предназначенных для выполнения функций индикаторов (датчиков) в учебных экспериментальных установках (таблица 3).

Таблица 3

Название прибора (устройства)	Внешний вид прибора (устройства)	Эксплуатационные характеристики	Эксплуатационные особенности
Амперметр демонстрационный		Сопротивление обмотки прибора 385 Ом, чувствительность гальванометра $5 \cdot 10^{-5}$ А/дел	При включении в электрическую цепь необходимо амперметр шунтировать
Камера для наблюдения а-частиц		Рабочий объем камеры 43 см ³	Соотношение начального и конечного объемов газа должно быть в пределах 1,32-1,36.
Стрелка магнитная демонстрационная			Транспортировать и хранить в специальной коробке вдали от источников магнитного поля
Динамометр демонстрационный		Максимальная нагрузка 12Н, цена деления шкалы 1Н	При демонстрации крепится на универсальном штативе
Манометр металлический демонстрационный		Предел измерения 2,5 ат.	Применяется вместе с насосом Комовского

Библиотека
Методическая
дирекции
университета
Имя А. А. Кудрявцева

В последние годы в обучении физике все чаще используются компьютеры. Они могут быть применены в составе УЭУ при проведении демонстрационных опытов в следующих вариантах [5]:

1. *Создание массивов данных измерений и преобразование их в аналого-цифровые сигналы* (рис. 5)

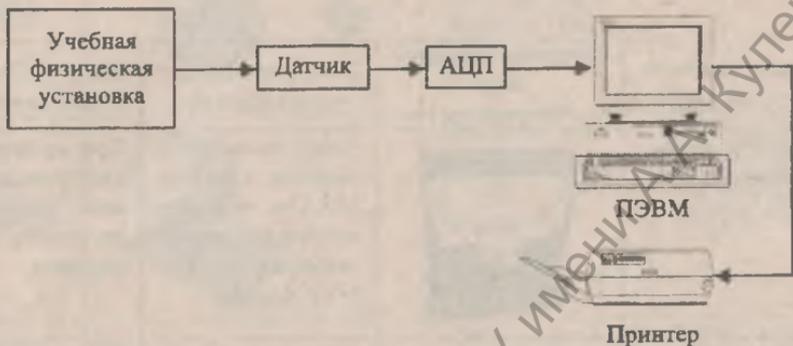


Рис. 5

Важными элементами в этой системе являются датчик и аналого-цифровой преобразователь (АЦП).

Сбор данных измерений и управление физическим экспериментом.

Является наиболее интересным и одновременно наиболее сложным с точки зрения его технической реализации (рис. 6).



Рис. 6

3. Вычислительный эксперимент

Представляет наибольший интерес в смысле реализации индивидуальных творческих возможностей, а также наибольшие перспективы для исследования процессов, недоступных для непосредственного экспериментирования (рис. 7).

Вычислительным называется эксперимент, объектом исследования в котором является модель. Для проведения вычислительного эксперимента «исследователь» проходит ряд подготовительных этапов, позволяющих создать эффективную модель физического явления, отражающую его наиболее важные свойства, а затем описать ее с помощью алгоритма и запрограммировать. Наиболее существенной является стадия создания модели, поскольку от того, насколько полно она отражает свойства изучаемого объекта, зависит результат всего эксперимента.

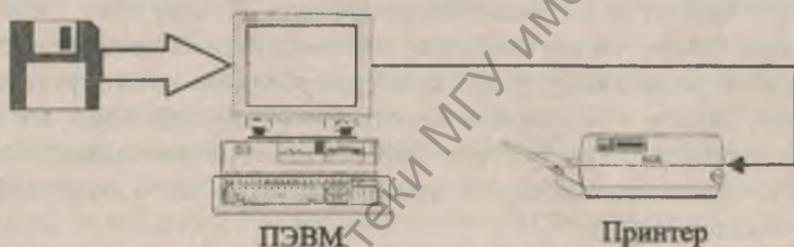


Рис. 7

1.4. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ И МОНТАЖНОЙ СХЕМ УЧЕБНОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ [5]

Под *принципиальной схемой* УЭУ понимают представление в той или иной форме идеи реализации учебного физического эксперимента с указанием необходимых для этого приборов и устройств, и их технических параметров. Разработку принципиальной схемы экспериментальной установки можно разбить на два этапа. В ходе первого учитель придумывает (или заимствует) идею эксперимента, а в ходе второго подбирает элементы установки. Чаще всего бывает так, что установка уже описана в готовом виде, т. е. оба этапа выполнил за учителя тот, кто ее придумал. Но квалификация учителя определяется не столько тем, как

он умеет провести эксперимент по описанию, сколько тем, как он может создать его самостоятельно.

Такое умение важно при создании принципиально новых экспериментов и при замене вышедшего из строя прибора другим. Учитель, умеющий оценить, какие параметры прибора существенны, сможет заменить тот или иной прибор, ту или иную деталь в установке на аналогичную по основным параметрам. Кроме того, следует помнить, что любое опубликованное описание эксперимента вполне может быть неоптимальным. Даже если у экспериментатора есть все нужные детали, может оказаться, что небольшие (а иногда и большие) изменения в схеме установки сделают ее по каким-то параметрам лучше.

Подбор деталей установки и их согласование представляет, по существу, инженерную задачу. Но учитель не получает специального инженерного образования. Поэтому ему остается полагаться на здравый смысл и на свое знание физики. Кроме того, безусловно, полезным является изучение научно-популярной литературы, посвященной инженерному делу, конструированию и изобретательству. Можно, однако, предложить некоторую схему действий, которая позволит начинающему учителю физики успешно выполнять конструктивную функцию в области применения учебного демонстрационного эксперимента.

При работе любой экспериментальной установки «на выходе» должен проявляться заметный учащимся эффект. Это либо изменение состояния какого-то элемента установки, непосредственно наблюдаемое учащимися (перемещение тел в опытах по механике, изменение цвета и длины проводника при нагревании его электрическим током и т. д.), либо изменение показаний какого-то индикатора (движение стрелки гальванометра, свечение неоновой лампочки, перемещение светового «зайчика»). Прежде всего следует выбрать такие параметры элементов, чтобы этот эффект был по-настоящему заметным.

Для убедительной картины изменений стрелка прибора должна перемещаться, по крайней мере, на четверть шкалы, перемещающийся объект — иметь размеры не менее 2 см и перемещаться не меньше, чем на несколько сантиметров.

Оценить световые или акустические параметры несколько труднее, но можно руководствоваться тем, что глаз человека способен заметить изменение интенсивности света на 1% и его длины волны на 50 нм, ухо реагирует на изменение интенсивности звука также на 1% и частоты колебаний на несколько герц.

Учителю следует оценить *промежуток времени от начала опыта до момента проявления эффекта*. Он не должен быть ни слишком малым, ни слишком большим. В первом случае учащиеся либо ничего не успеют увидеть, либо будут сомневаться в наличии эффекта. Во втором случае опыт затянется, внимание учащихся может быть ослаблено.

Далее *важно уяснить, каким законам подчиняется воспроизводимое явление* и, что не менее важно, *само устройство установки*. Так при демонстрации зависимости высоты звука (воспринимаемой нашим ухом) от частоты колебаний звучащего тела применяется генератор электрических колебаний звуковой частоты. Индикаторами этих колебаний являются осциллограф (для визуальной индикации) и громкоговоритель (для преобразования электрических колебаний в звуковые).

Но у школьного звукового генератора три выхода. Один с весьма высоким выходным сопротивлением, второй – со средним, а третий – низкоомный. Входное сопротивление громкоговорителя – единицы Ом. Известно, что максимальная мощность передается в электрической цепи от одного элемента к другому при равенстве выходного сопротивления первого элемента входному сопротивлению второго. Следовательно, громкоговоритель следует подсоединять к низкоомному выходу звукового генератора. Если же подключить его к высокоомному выходу, то большая часть мощности будет бесполезно рассеиваться на выходном сопротивлении генератора, а громкоговоритель будет звучать тихо.

Запись формулы зависимостей, которые интересуют демонстратора, позволяет *составить список параметров, определяющих работу установки*. Часть из них (выходные параметры) окажется заданной исходя из требований заметности. Другая часть параметров окажется недоступной для варьирования учителем (например, ускорение свободного падения), а вот оставшиеся *параметры можно рассчитать и записать, исходя из записанных формул*.

Для расчета принципиальной схемы учителю следует знать параметры приборов, имеющихся в кабинете физики. Многие из них можно найти в описаниях приборов, некоторые легко измерить непосредственно. Часть параметров, необходимых для расчетов, можно отыскать в справочной литературе [13]. Труднее всего с теми параметрами, которые отсутствуют в справочниках и не поддаются простому измерению.

После этого учитель подбирает или изготавливает удовлетворяющие этим параметрам детали установки. Так при демонстрации возникновения вихревых токов в проводнике, окружающем область переменного магнитного поля, применяется рамка из комплекта универ-

сального трансформатора, на которой размещена катушка, концы обмотки которой замкнуты на лампочку, играющую роль индикатора.

Если надеть такую катушку на разомкнутый сердечник трансформатора, первичная обмотка которого питается переменным током, то лампочка загорается, убедительно демонстрируя изучаемое явление. Для питания первичной обмотки, если ее образует катушка на 6 В, можно применить имеющийся в кабинетах физики источник питания ВС-24М. У него два выхода – для постоянного и переменного тока. Выход переменного тока легко отрегулировать так, чтобы лампочка горела достаточно ярко.

Но если дополнить эту демонстрацию второй – показать, что при питании первичной обмотки постоянным током вихревые токи не возникают, лампочка не светится. При переключении проводов, идущих к катушке трансформатора, с выхода переменного тока на выход постоянного обнаруживается свечение лампочки.

Оказывается, что выход постоянного тока выбранного источника питания обеспечивает не столько постоянный, сколько однонаправленный, но пульсирующий ток. Эти пульсации порождают вихревое поле, достаточное для того, чтобы на него отреагировал наш индикатор. Следовательно источник ВС-24М, по крайней мере, без дополнительных элементов, непригоден для данного опыта. Необходимо либо взять другой источник, либо дополнить выход ВС-24М фильтром, который уберет пульсации и обеспечит постоянство выходного напряжения.

Приведенный пример показывает, что учет особенностей приборов, имеющихся в наличии, может потребовать дополнения принципиальной схемы. Иногда такого же дополнения может потребовать и учет особенностей классного помещения.

Разработка удачной демонстрации – процесс нелинейный. Периодически учителю приходится возвращаться назад, повторять предыдущие, уже, казалось бы, пройденные стадии с учетом результатов последующих. Целесообразно при этом записывать удачные находки, свои и коллег, следить за публикациями в этой области.

Принципиальная схема УЭУ является основой для создания монтажной схемы этой установки. В технике *монтажной схемой* называется чертеж, показывающий точное расположение всех деталей установки и их соединений. Для демонстрационного эксперимента монтажная схема – это схема, определяющая размещение приборов на демонстрационном столе и их соединение между собой в соответствии с требованиями к этому виду учебного физического эксперимента.

Влияние на разработку монтажной схемы, на степень ее отличия от принципиальной оказывает и содержание раздела физики, к которому относится демонстрируемое явление. У опытов по каждому разделу есть свои типичные особенности, которые полезно учитывать при создании монтажных схем эксперимента.

Для *механики* принципиальная схема установки (так называемая кинематическая схема) обычно уже задает расположение отдельных ее элементов. При разработке же монтажной схемы бывает необходимо дополнительно предусмотреть элементы, которые позволят нейтрализовать влияние силы трения, удобно отрегулировать углы наклона отдельных элементов, обеспечить равномерность движения тел.

Для опытов по *молекулярной физике и термодинамике* необходимо исключить влияние негерметичности соединений. Одной из характерных причин неудачи опыта служит здесь «непредусмотренное изменение объема» газа, поскольку он или утекает из установки наружу (при повышенном давлении), или дополнительно просачивается в нее (при пониженном давлении).

Следует предусмотреть уплотнения в соединениях, не забывать в нужных случаях о смазке, если у трубок из вакуумной резины изношенные концы – отрезать их. Кроме того, при монтаже таких установок следует соблюдать правила безопасности труда при работе с высокой температурой, следить, чтобы не было возможности разлета осколков.

Для эксперимента по *электродинамике* характерно то, что соединяемая проводами монтажная схема по расположению деталей может очень сильно отличаться от принципиальной схемы. Кроме того, соединительные провода при горизонтальном расположении соединяемых ими элементов установки часто оказываются вообще не видны учащимся. Поэтому здесь особенно важно применять вертикальный монтаж, следить за «логикой» расположения приборов.

Для опытов с высоким напряжением следует предпринимать меры по предотвращению утечек электрического заряда, следить за надежностью изоляции, обеспечить отсутствие заостренных частей.

В установках по *оптике* характерными недостатками монтажных схем являются, с одной стороны, недостаточно жесткая фиксация деталей установки, что приводит к неудачам из-за смещения отдельных элементов, с другой – отсутствие регулировок, позволяющих точно установить взаимное расположение частей, например, выставить параллельно щель, пропускающую свет, и грань бипризмы Френеля. Экспериментатор должен здесь предусмотреть в установке еще и средства для предотвращения паразитных засветок.

1.5. МОДЕЛИ В УЧЕБНОМ ДЕМОСТРАЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ФИЗИКЕ

При обучении физике достаточно часто реальные объекты исследования заменяются их моделями. Соответствие модели и моделируемого объекта может существовать на разных уровнях:

- совпадения отдельных элементов структуры модели и оригинала;
- совпадения некоторых их существенных признаков;
- сходства отношений между элементами объекта изучения;
- совпадения функциональной связи между параметрами модели и объекта.

Все существующие модели в физике разделяют на два основных вида:

- материальные (предметные или вещественные);
- идеальные.

Классификация применяемых в курсе физики средней школы моделей приведена на рисунке 8 [4].

В учебном демонстрационном эксперименте по физике применяются материальные (предметные) модели.

Среди материальных моделей выделяют:

- физически подобные модели (сходны с оригиналом по физической природе и геометрической форме, отличаясь от него лишь численным значением параметров);
- пространственно-подобные модели (геометрическое подобие с оригиналом);
- математически подобные (описываются одинаковыми уравнениями).

Модели в учебном демонстрационном эксперименте могут входить в состав УЭУ в качестве ее элемента или представлять отдельные объекты исследования (наблюдения).

Приведем перечень моделей, применяемых в учебном демонстрационном эксперименте по физике в средней общеобразовательной школе.

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. Автомобиль с электрическим двигателем. | 6. Подъемный кран. |
| 2. Акселерометр. | 7. Гидравлическая машина. |
| 3. Ракета. | 8. Гидравлический пресс. |
| 4. Кронштейн. | 9. Труба переменного сечения. |
| 5. Винт. | 10. Крыло самолета. |
| | 11. Гидравлическая турбина. |

12. Ветродвигатель.
13. Пульвизатор.
14. Атомы со стержнями для составления моделей молекул.
15. Броуновское движение.
16. Опыт Штерна.
17. Пространственная решетка молекул.
18. Для демонстрации деформации.
19. Двигатель внутреннего сгорания.
20. Инерционное движение электронов.
21. Силовые линии электростатического поля.
22. Гидродинамическая модель электрического тока.
23. Гальванический элемент.
24. Электростатический генератор.
25. Солнечная батарея.
26. МГД-генератор.
27. Радиоприемник.
28. Цепочка Брега.
29. Радиотелеграфная связь.
30. Радиотелефонная связь.
31. Глаз.
32. Перископ.
33. Волоконная линия связи.
34. Доменная структура ферромагнетика.
35. Электродвигатель.
36. Р-п переход.
37. Машина волновая.
38. Маятниковые часы.
39. Модель насоса.
40. Резонансный тахометр.

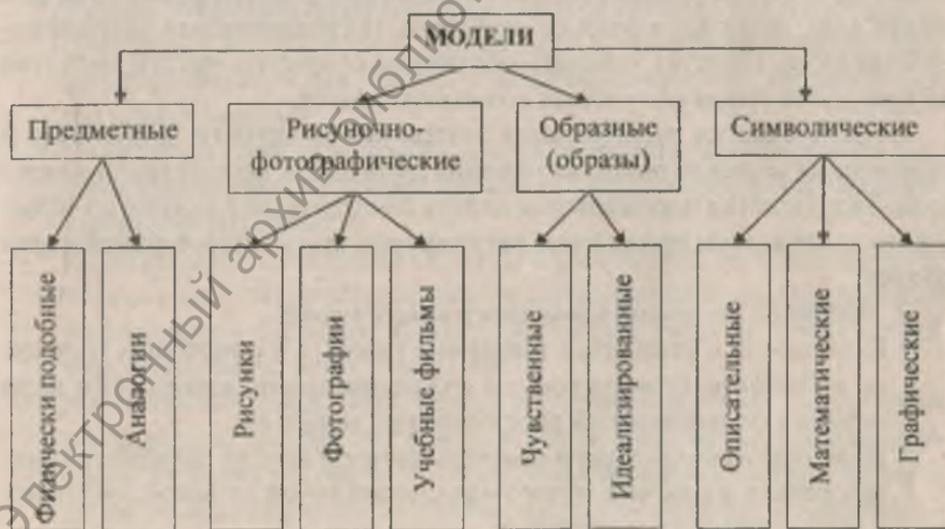


Рис 8

1.6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЧЕБНОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА [9]

При постановке всех демонстрационных опытов необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

1. В кабинете физики запрещается применение:

- металлической ртuti;
- генератора УВЧ на октальных лампах;
- индукционных катушек ИВ-50, ИВ-100 и приборов для демонстрации электроискровой обработки металлов из-за сильных радиопомех, создаваемых ими;
- электрического учебного оборудования с открытыми контактами на напряжение выше 42 В переменного и 110 В постоянного тока;
- дуговой или ртутно-кварцевой лампы без кожуха;
- безнакальных трубок рентгена, для отклонения катодных лучей, вакуумной со звездой, вакуумной с мельничной.

2. Работа с источниками излучения

При использовании мощных источников света, в особенности источников, богатых ультрафиолетовыми лучами, надо принять меры к защите глаз, используя очки со стеклами, поглощающими ультрафиолетовые лучи. Следует избегать облучения открытых частей тела, так как при длительном облучении возможны ожоги.

Не допускается эксплуатация лазера без защитного заземления и ограничения экраном распространения луча вдоль демонстрационного стола. Запрещается перемещение лазера по оптической скамье во включенном состоянии и проведение регулировок при снятой верхней части корпуса.

2. Работа с воспламеняющимися веществами

- При работе с открытым пламенем газовых и спиртовых горелок во избежание пожара сосуды с огнеопасными жидкостями надо держать от пламени на расстоянии не менее 1 м.
- Переливать из сосудов в приборы спирт и другие легковоспламеняющиеся жидкости нужно над специальной кюветой, не ближе 3 м от открытого пламени.
- Разлитые горячие жидкости нельзя гасить водой, в этих случаях следует применять огнетушитель. Можно также набросить на го-

рящую жидкость противопожарный коврик из грубошерстной ткани.

- При пользовании газовой горелкой следует вначале убедиться в отсутствии утечки газа.
- В случае обнаружения запаха газа в лаборатории надо немедленно открыть окна и проветрить помещение, запретить зажигать огонь, включать и выключать освещение и различного рода электрические приборы.
- При эксплуатации газовый прибор нельзя оставлять без присмотра. Необходимо следить за полным и герметичным закрытием индивидуального вентиля и общего крана.
- В кабинете физики применение газовых баллонов, в том числе от портативных газовых плиток, запрещается.

3. Работа с кислотами и щелочами

Кислоты и щелочи оказывают разрушительное действие, как на органические вещества, так и на некоторые неорганические. Поэтому обращение с кислотами и щелочами требует большой осторожности и аккуратности.

- При составлении растворов серной кислоты во избежание сильного нагревания, разбрызгивания кислоты и даже взрыва сосуда с раствором наливают кислоту в воду, а не наоборот.
- При растворении концентрированной серной кислоты в воде следует пользоваться только стеклянной химической посудой, при растворении щелочей – фарфоровой (керамической), стальной или чугунной посудой.
- Наливать в сосуды концентрированные растворы кислоты и щелочи можно только тонкой струйкой (через воронку) во избежание разбрызгивания.
- Вся работа с растворами кислоты и щелочи следует производить только в сосудах, поставленных на специальный эмалированный поднос или в большую фотографическую кювету, чтобы не испортить демонстрационный стол.
- Нельзя сильно наклоняться над сосудом, в который наливается раствор, так как брызги могут попасть в глаза. При попадании брызг в глаза их следует промыть большим количеством воды, а затем нейтрализующими растворами: для щелочи – 2-процентным раствором борной кислоты, для кислоты – 3-процентным раствором двууглекислой (питьевой) соды. После промывки немедленно обратиться к врачу.

- Попавшую на кожу кислоту или щелочь необходимо, прежде всего, смыть большим количеством воды и для нейтрализации смочить поверхность участка тела, подвергшегося действию кислоты, 3-процентным раствором питьевой соды; подвергшегося действию щелочи – 3-процентным раствором уксусной кислоты или 10-процентным раствором борной кислоты. В лаборатории всегда должно быть наготове достаточное количество нейтрализующих растворов.
- В кабинете едкие, ядовитые и огнеопасные вещества следует хранить в месте, совершенно недоступном для учащихся.
- Запрещается длительное время хранить концентрированные щелочи в тонкостенной лабораторной посуде.
- При заполнении аккумулятора электролитом его температура не должна превышать 35°C.

4. Работа с электрическим током

Поражение людей электрическим током может произойти как при высоком, так и при низком напряжении. Известны смертельные случаи поражения током низкого напряжения. Объясняется это пренебрежением к технике безопасности, а также ошибочным мнением, что опасно для жизни только высокое напряжение.

Следует иметь в виду, что воздействие электрического тока на человека определяется не величиной напряжения, а величиной силы тока, проходящего через тело человека. Ощутимая величина переменного тока частотой 50 Гц составляет 1 мА, постоянного тока – 6 мА.

В свою очередь величина тока, проходящего через тело человека, определяется величиной напряжения, под которым он находится, и сопротивлением человеческого тела. Сопротивление человеческого тела зависит от многих факторов и колеблется в пределах от 1000 до 100 000 Ом.

В настоящее время при использовании электрического тока исходят не из значения безопасной силы тока, а из значения допустимого рабочего напряжения. При этом все помещения с электроустановками подразделяют на группы с разной степенью опасности. В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПЭУ) кабинет физики относят к группе помещений с повышенной опасностью, для которых допустимым рабочим напряжением является напряжение 42 В переменного тока и 110 В постоянного тока.

При подготовке и проведении учебного демонстрационного эксперимента следует выполнять следующие правила безопасной работы:

- Нельзя пользоваться неисправными вилками и оголенными проводниками для подключения электрических приборов к сети. Все собранные электрические цепи должны содержать элемент управления током.
- Запрещается применение некалиброванных плавких вставок. На предохранителях должна быть надпись, указывающая номинальный ток плавкой вставки.
- При эксплуатации источников высокого напряжения (электрофорная машина, преобразователи типа “Разряд”) необходимо соблюдать следующие предосторожности:
 - не прикасаться к деталям и проводникам руками или токопроводящими предметами;
 - перемещать высоковольтные провода или электроды шарового разрядника с помощью изолирующей ручки;
 - после выключения необходимо разрядить конденсаторы путем соединения электродов разрядником или гибким изолированным проводником.
- Собранные электрические схемы включать в сеть только после тщательной проверки.
- Категорически запрещается проверять наличие напряжения по его действию на организм (касаться частей цепи под током, кондукторов и других частей электрофорной машины и т. п.).
- Замена деталей, а так же измерение сопротивлений в цепях учебных установок производится только после их обесточивания и разряда конденсаторов с помощью изолированного проводника.
- Электрооборудование кабинета физики с напряжением питания выше 42 В переменного тока и 110 В постоянного тока заземляют.
- Включение оборудования производится последовательно от общего выключателя к выключателям отводящих цепей, последние при этом должны быть отключены. Отключение производится в обратном порядке.
- Нельзя оставлять включенные электроустановки без присмотра и допускать к ним посторонних лиц.

5. Меры предосторожности в обращении со стеклянной посудой

- При работе со стеклянными приборами необходимо:
 - применять стеклянные трубки с оплавленными краями;
 - правильно подбирать диаметры резиновых и стеклянных пробок при их соединении, а концы смачивать водой, глицерином или смазывать вазелином;

- использовать стеклянную посуду без трещин;
- не допускать резких изменений температуры и механических ударов;
- соблюдать осторожность при вставлении пробок в стеклянные трубки и обратном процессе;
- отверстие пробирки или горлышко колбы при нагревании направлять в сторону от себя и учащихся.
- Запрещается закрывать сосуд с горячей жидкостью притертой пробкой до тех пор, пока он не остынет; брать приборы с горячей жидкостью незащищенными руками.
- Если имеется вероятность разрыва сосуда вследствие нагревания, нагнетания или откачивания воздуха на демонстрационном столе со стороны учащихся устанавливается прозрачный экран, а учитель пользуется защитными очками.

Глава 2

МЕТОДИКА УЧЕБНОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

2.1. МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ВОСПРИЯТИЯ УЧАЩИМИСЯ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Содержание понятия о методике организации восприятия учащимися демонстрационного эксперимента включает такие основные компоненты как:

- наглядность эксперимента (хорошая видимость элементов УЭУ, выразительность и убедительность демонстрируемого физического явления);
- эстетика оформления эксперимента;
- научная организация деятельности учащихся (рациональное использование учебного времени, удобное расположение измерительных приборов) [10].

Рассмотрим приемы и средства повышения наглядности эксперимента [5].

1. Расположение приборов в установке на разных уровнях

Приборы установки на демонстрационном столе следует размещать на разных уровнях. Для этого применяются специальные ящики – подставки (пустые, с забитой крышкой). Применять случайные предметы (книги, картонные коробки и т.п.) не следует, так как это создает неэстетический вид УЭУ.

В качестве примера правильного размещения приборов на демонстрационном столе рассмотрим учебную экспериментальную установку для измерения силы тока в цепи с последовательным соединением двух электрических ламп (рис. 9). В этой УЭУ применены два ящика разной высоты, окрашенные с видимых сторон в белый цвет. На этом фоне хорошо видны стойки для электрических ламп черного цвета и

черного цвета провода. Черный цвет электрических проводников обеспечивает хорошую видимость соединения электрических ламп с другими элементами электрической цепи.

2. Окрашивание различных частей установки, подбор цвета проводов

Применяется для более четкого выделения составных элементов УЭУ. Рассмотрим УЭУ для демонстрации явления самоиндукции (рис. 10). В установке много деталей (дроссель, реостат, электрические лампы на стойках, источник тока, ключ замыкания тока и электрические провода). Целесообразно цепь с лампой Н2 и реостатом R собрать проводами одного цвета, а с лампой Н1 и катушкой – другого.

Для лучшей видимости приборы расположены на разных уровнях. Для создания необходимого фона применяется специальный экран, одна сторона которого окрашена в белый цвет, а другая – в черный цвет.

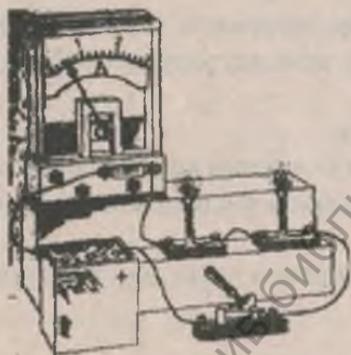


Рис. 9

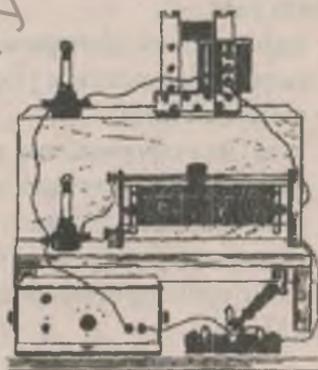


Рис. 10

3. Окрашивание жидкостей

Вода и многие другие жидкости, и уровни их свободных поверхностей при наливании в сосуды практически не видны или плохо заметны, особенно издали. Для улучшения видимости самих жидкостей и особенно уровней их свободных поверхностей применяют подкрашивание жидкости.

В качестве таких красителей используют флуоресцин, хвойный экстракт, марганцовокислый калий, разные растворимые краски, чернила. Флуоресцин дефицитен, но хорош тем, что дает ярко-зеленое свечение при освещении. Другие выше перечисленные вещества имеют су-

ущественный недостаток – они оставляют на посуде следы. Особенно это видно в пробирках и трубках, где остается окрашенный край (верхний уровень подкрашенной жидкости).

Есть красители, которые не оставляют следов на стекле. Для воды это фуксин или раствор щелочи и фенолфталеина. Простым их заменителем может служить свекольный сок, который дает хорошую окраску и практически не оставляет следов, а если после длительного пребывания раствора в сосуде следы и остались, то они очень легко отмываются.

Опыт, иллюстрируемый рис. 11, будет более эффектным и убедительным, если жидкость в сообщающихся сосудах подкрасить.

4. Применение дополнительного освещения

В некоторых случаях, когда освещенность приборов и результатов изменения состояния объектов исследования низка, целесообразно использовать дополнительное освещение. Для этого применяются лампы с рефлекторами (рис. 12), экраны с подсветом через рассеивающее стекло и др. (рис. 11).

Для демонстрации плохо видимых, а иногда и совсем невидимых явлений используют специальные методы. Показать перетекание паров эфира или углекислого газа из одного сосуда в другой можно с помощью теневой проекции.

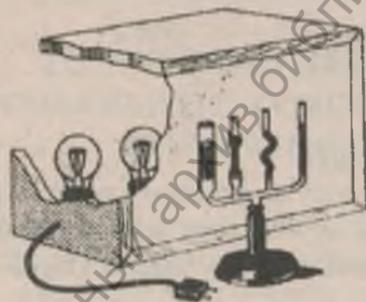


Рис. 11

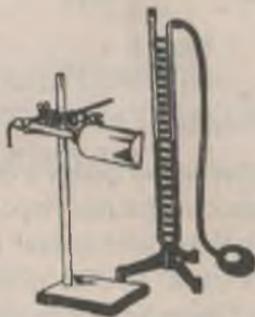


Рис. 12

Рост кристаллов можно продемонстрировать либо в очень длительном (несколько дней или даже недель) опыте, либо быстро и чрезвычайно выразительно, если воспользоваться переохлажденной жидкостью, кристаллизующейся в тонком слое между двумя прижатыми друг к другу стеклами. Но в этом случае тонкая пленка кристаллов будет видна только в проекции, причем, для того чтобы было заметно ее кри-

сталлическое строение, необходимо проецируемый объект поместить между двумя скрещенными поляризаторами.

Для теневого проецирования имеются специальные осветители.

5. Применение зеркал

Если прибор может быть расположен только горизонтально в плоскости демонстрационного стола, то для наблюдения происходящего явления во время опыта следует применять зеркало достаточных размеров, (оно ставится наклонно, рис. 13).



Рис. 13

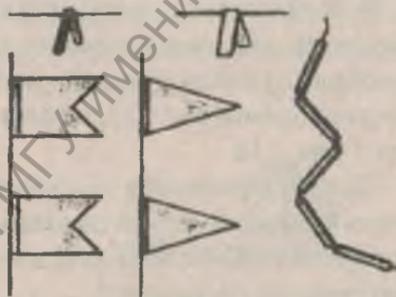


Рис. 14

6. Применение дыма в демонстрациях

Для демонстрации перемещения воздуха, а также в опытах по оптике с целью обеспечения видимости лучей света целесообразно использовать дым. Чтобы показать справедливость закона Паскаля для газов, шар Паскаля заполняют дымом.

Дым получают с помощью специального прибора, названного дымарем. Для его изготовления используют двугорлую банку. Обе горловины затыкают пробками, в которые вставлены Г-образно изогнутые трубки. На одну трубку надевают шланг от груши пульверизатора, на нижний конец второй трубки – мундштук для папиросы, которую перед опытом поджигают. Прокачивая воздух через банку, поддерживают горение папиросы. При этом из верхнего отверстия трубки с папиросой выходит струя дыма.

7. Применение рейтеров.

Если в опыте используются тонкие нити, проволочки и т. п., то, конечно, их нельзя увидеть не только с последних парт кабинета, но и с первой или второй парты. Для увеличения их видимости применяют флажки, рейтеры из бумаги, надевают на них отрезки окрашенных соломинок и т. д. Но это возможно только тогда, когда проводники не нагреваются, и не может быть возгорания рейтеров.

Цветные, хорошо видимые рейтеры могут быть надеты на конец тонкой стрелки измерительного прибора, на указатели весов и т. п. На рис. 14 показаны различные рейтеры.

В дополнение к этим материалам перечислим ряд других возможных случаев усиления эффекта проведения демонстрационных опытов. Можно еще применять:

- резиновые кольца на трубках для фиксации уровня жидкости (первоначального или конечного);
- теневое проецирование;
- различные индикаторы – легкие бумажные гильзы (для поля),
- стрелки-указатели;
- железные опилки (для магнитного поля), неоновые лампы (для электромагнитного поля) и др.;
- подъемные столики (вместо ящиков) и др.

2.2. УЧЕБНЫЙ ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В СИСТЕМЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

В учебном процессе не ставится задача открытия новых истин, а требуется лишь творческое их усвоение. В этом процессе обеспечивается ускоренный темп познания явлений действительности, на исследование которых до этого понадобились многие годы. Многие виды знаний усваиваются учащимися, как путем непосредственного созерцания изучаемых предметов, так и опосредованным путем, т. е. через использование разных источников информации.

Познавательная деятельность личности всегда связана с каким-нибудь объектом, задачей, всегда целенаправленна на осознание целей деятельности, в первую очередь, на те объекты и явления, которые имеют жизненное значение и интересны для личности.

Чтобы самостоятельно конструировать знания, учащимся необходимо знать, что конструировать (понятие, закон, правило) и как конструировать. Для того чтобы научить учащихся познавательной деятельности, в процессе обучения выделены те особые формы и способы действия, посредством которых учащийся мог бы усваивать новую информацию. Определенная последовательность действия является не только способом раскрытия содержания понятий, но и предметом усвоения. Поиск и выделение такой системы действий специфичны для конкретного материала по каждому учебному предмету.

Необходимость усвоения содержания понятий через действия самих учащихся имеет свои теоретические основания. Идеальные объекты науки нельзя просто «пересадить из одной головы в другую», их можно воссоздать лишь в соответствующих формах деятельности. Добытые обществом научные знания могут стать достоянием индивида только через его активную практическую и мыслительную деятельность, успешное осуществление которой во многом зависит от наличия в познавательном опыте учащихся необходимого познавательного инструментария, помогающего им проникать в сущность предмета познания, его составных частей [8].

Это значит, что предметом познания учащихся в ходе обучения становится не только содержательная сторона знания, но также структурная и операционная. Все это создает прочный фундамент для воспитания творческой личности современного школьника.

Однако особенности процесса учения не меняют существенных признаков, позволяющих рассматривать его как разновидность процесса познания в специфических условиях.

Диалектический путь познания истины, объективной реальности идет «от живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике...». В процессе живого созерцания, т. е. посредством ощущений, восприятия, активного изучения объективной реальности, возникают определенные представления о тех или иных явлениях, предметах. Эти представления создают основу для обобщений. При этом происходит восхождение от чувственно-конкретного к абстрактному и от абстрактного к мысленно-конкретному [8].

Все эти положения имеют прямое отношение и к учебному познанию, в котором живое созерцание, абстрактное мышление и практика сочетаются, хотя, разумеется, и не обязательно следуют в строго однозначной последовательности, так как практика определяется специфической задачей, содержания учебного материала и возможностями учеников.

В ходе учения происходят обобщения, анализируются связи и усваиваются открытые в науке законы и закономерности.

В соответствии с деятельностным подходом, по мнению некоторых психологов, у учащихся должны формироваться не знания, а определенные виды деятельности, в которые знания входят как определенный элемент [8]. Для дидактики подобная трактовка роли знаний является неполной, так как она не учитывает общей логики построения целей и содержания образования, где формирование знаний выделяется как особо важная цель.

Кроме того, известно, что знания существуют объективно не только в сознании личности, но и в виде информации, хранящейся в книгах, компьютерных базах данных и пр., которая становится достоянием личности в процессе познавательной деятельности. В то же время нельзя рассматривать и знания вне связи с деятельностью, ибо знания нужны, прежде всего, для того, чтобы действовать.

Все сказанное не означает принижения значения формирования у учащихся разнообразных видов деятельности. Это предусматривается дидактическими требованиями формирования у учащихся практических, специальных и общеучебных умений и навыков, которые включают в себя и знания о способах совершенствования этих действий.

В психологии разработано несколько подходов к организации процессов усвоения знаний. Например, Н.А. Менчинская [6] особенно подробно исследовала роль в этом аналитико-синтетической деятельности, сравнений, ассоциаций, обобщений, опирающихся на конкретные данные, а также значение самостоятельного поиска признаков усваиваемых понятий и способов решения новых типов задач в процессе усвоения.

Д.Б. Эльконин и В.В. Давыдов [17] исследовали такие пути усвоения, при которых обобщения появились бы не традиционно, а на основе перехода от частного к формально общему. При первоначальном же ознакомлении учащихся с некоторыми более обобщенными теоретическими положениями (содержательными абстракциями) они затем дедуктивно выводили из них более частные свойства, более конкретные знания о явлениях предметного характера.

Новые оттенки приобретает структура этапов усвоения знаний в теории, разработанной П.Я. Гальпериным и развиваемой Н.Ф. Талызиной [12]. В соответствии с этой теорией имеется пять этапов усвоения новых действий:

- предварительное ознакомление с действием, с условиями его выполнения;

- формирование действия в материальном (или материализованном с помощью моделей) виде с развертыванием всех входящих в него операций;
- формирование действия как внешнеречевого; формирование действия во внешней речи;
- формирование действия во внутренней речи;
- переход его в глубокие свернутые процессы мышления.

Вся эта цепь умственных действий обеспечивает переход действий из внешнего плана во внутренний.

Познавательная деятельность включает в себя следующие процессы: восприятие, осмысление, понимание, применение, обобщение, систематизация. Рассмотрим их психологическую характеристику [8, 11].

Восприятие – процесс отражения в сознании человека предметов или явлений при их непосредственном воздействии на органы чувств. В восприятие входят не только данные непосредственных ощущений учащегося (зрительных, моторных, тактильных и др.), но и данные его прежнего опыта. Восприятие в отличие от ощущений, в которых отражаются лишь отдельные свойства раздражителя, восприятие отражает предмет в целом, в совокупности его свойств, предполагает узнавание предметов и явлений, отнесение их к определенным группам, известным учащемуся по его прежнему опыту. В процессе обучения происходит восприятие не только предметной наглядности, но и знаковых ее форм, а также словесной информации.

Современный подход к процессу усвоения предполагает не пассивное, а активное самостоятельное восприятие учебной информации и жизненной реальности. Задача педагога состоит в том, чтобы подключить к восприятию как можно более широкий спектр чувств учащихся, полнее опереться на их жизненный опыт, сочетать предметную и знаковую наглядность [8, 11].

На восприятие информации в процессе обучения оказывают влияние многие факторы, в частности частота передачи информации, скорость (темп), психическое состояние обучаемого, день недели и т.д. Содержание восприятия зависит и от поставленной перед учащимся задачи, от мотивов его деятельности и установок, а также эмоций, которые могут изменять содержание восприятия.

Осмысление и понимание воспринятой информации осуществляется через установление первичных, в значительной мере обобщенных связей и отношений между предметами, явлениями и процессами, выявление их состава, назначения, причин и источников функционирования.

ния. В основе понимания лежит установление связей между новой информацией и ранее изученными знаниями, что, в свою очередь, является основанием для более глубокого и разностороннего осмысления учебного материала.

Осмысление изучаемой информации требует задействования общеучебных умений и навыков, опирающихся на приемы умственной деятельности, в основе которых лежат сложные мыслительные операции: анализ и синтез, сравнение и сопоставление и др. Оно сопровождается формированием у учащихся определенных отношений к нему, понимания его социального, в том числе практического, значения и личностной значимости.

Восприятие должно обязательно перерастать в осмысление и понимание изучаемого, которое осуществляется путем первичного и в значительной мере обобщенного установления связей между явлениями и процессами, выяснения их строения, состава, назначения, вскрытия причин изучаемых явлений или событий, мотивов отдельных поступков исторических личностей или литературных героев, толкования содержания текста, смысла отдельных слов и т. д.

Осмысление изучаемой информации характеризуется более глубоким протеканием процессов сравнения, анализа связей между изучаемыми явлениями, вскрытия разносторонних причинно-следственных зависимостей. В ходе осмысления значительно обогащается понимание изучаемого, оно становится более разносторонним. На таком этапе появляется определенное отношение к изучаемому, зарождаются убеждения, крепнут умения доказывать справедливость определенных выводов, делать учебные открытия и пр. В результате учащийся глубоко осмысливает знания и уверенно овладевает ими.

Известно, что можно понять то или иное явление, осмыслить его, но через некоторое время уже испытывать затруднения в его объяснении. Поэтому существует необходимость организации запоминания предметных знаний.

Запоминание представляет собой фиксацию в памяти человека содержания структурных элементов физических знаний. Различают кратковременную и долговременную память. Запоминание учебного материала должно базироваться на глубоком и всестороннем понимании усваиваемых знаний и способствовать умственному развитию учащихся. Лучшим средством запоминания является активное воспроизведение изучаемого материала, но ни в коем случае механическое зазубривание.

Применение знаний: эффективность усвоения знаний, т.е. ценность, прочность и действенность знаний, проверяется практикой. В основе применения знаний лежит процесс обратного восхождения от абстрактного к конкретному, т. е. конкретизация. Конкретизация как мыслительная операция выражается в умении применять абстрактные знания к решению конкретных практических задач, к частным случаям учебно-познавательной деятельности. В учебной практике конкретизация начинается с умения привести свой пример.

В ходе усвоения надо обеспечить не только прочность и осознанность, но и действенность знаний, т. е. умение применять их на практике в учебе и жизни. Вот почему в акте усвоения обязательно должен присутствовать элемент применения. Применение знаний осуществляется в самых разнообразных видах и во многом зависит от характера учебного предмета, специфики содержания изучаемого материала.

Применение знаний способствует более свободному овладению ими, усиливает мотивацию учения, раскрывая практическую значимость изучаемых вопросов, делает знания более прочными, жизненными и реально осмысленными.

Обобщение: Осмысление непосредственно перерастает в процесс обобщения знаний, в ходе которого выделяются и объединяются общие существенные черты предметов и явлений действительности, изучаемых в соответствующий период обучения. Именно в выделении главного, существенного в учебной информации особенно ярко проявляет себя обобщение. Но чтобы осуществить выделение главного, надо анализировать факты и свойства, синтезировать их определенным образом, абстрагироваться от деталей и конкретностей, сравнивать их значимость и делать обоснованный вывод о том, какие из них наиболее существенны. Во время обучения все это проявляется в движении мысли ученика к усвоению смысла и определению понятия, к составлению плана, выводов, резюме, к осуществлению классифицирующих и систематизирующих схем, таблиц.

Процесс обобщения не обязательно завершает обучение. Обобщенные данные (закон, определение и т. п.) могут быть даны и в начале изучения темы. Это встречается обычно при дедуктивном подходе к организации учебного процесса. Степень обобщенности знаний проверяется в ходе переноса их на решение новых учебно-практических задач.

Процесс обобщения в ходе обучения протекает при активном управлении со стороны учителя, который специально включает школьни-

ков в деятельность, формирующую умение обобщать изучаемое, отрабатывает, по психологической терминологии, деятельность обобщения.

Итак, обобщение характеризуется выделением и систематизацией общих существенных признаков предметов и явлений. Это более высокая по сравнению с осмыслением ступень абстрагирования от конкретного, момент перехода от уяснения смысла к определению понятия. Оперирование научными понятиями на этапе обобщения знаний приводит к установлению связей между ними, к формированию суждений. А сопоставление суждений приводит к умозаключениям, к самостоятельным выводам и доказательствам.

Систематизация знаний – упорядочение изучаемых знаний с ранее усвоенными в единую систему.

Все описанные этапы усвоения существуют не изолированно. В самом деле, уже сам процесс восприятия включает некоторые начальные элементы понимания и осмысления, например, когда ученик узнает воспринимаемое и относит его к какому-то классу явлений. Но важно иметь в виду, что именно восприятие доминирует на данном этапе усвоения. Понимание также невозможно отделить от осмысления изучаемых знаний. Здесь уже происходит некоторое начальное, контурное осмысление.

Интересно заметить, что в каждом элементе усвоения проявляются предшествующие элементы этого процесса, так как при осмыслении ученик воспринимает некоторые дополнительные объекты, он понимает те или иные не охваченные ранее связи. Точно так же синтетически проявляют себя элементы усвоения и в обобщении и применении изучаемых знаний. И все же знание отдельных элементов усвоения, их основных задач, условий эффективного протекания позволяет педагогам лучше управлять процессом усвоения.

Следует заметить также, что последовательность этапов усвоения нельзя представить себе раз и навсегда предопределенной. Возможны случаи, когда усвоение учебного материала начинается с решения жизненной проблемной задачи, которая ведет учеников от жизненного применения к его теоретическому объяснению, пониманию и осмыслению.

Демонстрационный учебной физической эксперимент применяется на разных этапах самостоятельной познавательной деятельности учащихся при освоении ими структурных элементов физических знаний.

Цель применения демонстрационного эксперимента на разных этапах познавательной деятельности учащихся можно представить в следующем виде (таблица 4):

Таблица 4

Этап познания / Структурный элемент	Восприятие	Осмысление	Применение	Обобщение и систематизация
Материальное образование	Внешние признаки	Сравнение с другими материальными образованиями		Одновременное предъявление совокупности образований
Явление / Процесс	Внешние отличительные признаки	Условия и механизм протекания	Проявление и применение	Связь с другими явлениями
Модель материального образования, явления, процесса	Внешний вид	Сравнение свойств модели и реального объекта	Сравнение свойств модели и реального объекта	Одновременное предъявление нескольких моделей
Свойство, состояние материального образования	Проявление свойств состояния	Взаимосвязь между свойствами	Проявление и применение свойства	Сравнение свойств разных состояний
Особенность протекания явления, процесса	Проявление особенности	Условия проявления особенности	Проявление и применение особенности	Сравнение особенностей разных процессов
Физическая величина	Интенсивность проявления, характеризующего свойства или особенности	Способы измерения величины. Принимаемые значения	Приборы для измерения физической величины	Алгоритм измерения физической величины
Физический закон	Проявление связи физических величин	Условия проявления взаимосвязи величин		
Физический прибор, техническое устройство	Внешний вид, устройство	Принцип действия	Применение в совокупности с другими приборами	Сравнение принципов работы приборов

2.3. УЧЕБНЫЙ ДЕМОСТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ [15]

Физические понятия составляют самую многочисленную группу структурных элементов физических знаний. Несмотря на многоаспектность физических понятий можно выделить основные элементы, из которых состоит процесс формирования физических понятий, и составить дидактическую модель этого процесса (таблица 5).

Из приведенной таблицы следует, что в процессе формирования физических понятий можно выделить два последовательных этапа:

- движение от конкретного к абстрактному,
- движение от абстрактного к конкретному.

Таблица 5

Этап познавательной деятельности учащихся	Этап процесса формирования понятия	Элементы модели
Восприятие	Введение понятия	1. Конкретно-чувственное восприятие.
Осмысление. Обобщение.	Определение места изучаемого понятия в системе физических понятий	2. Анализ свойств и отношений изучаемых предметов, приводящий к выделению признаков понятия. 3. Синтезирование признаков (формирование основного содержания понятия). 4. Выделение класса изучаемых предметов (определение объема понятия) 5. Установление количественных и качественных связей изучаемого понятия с другими понятиями (формирование полного содержания понятия).
Запоминание	Уточнение содержания и объема изучаемого понятия	6. Уточнение признаков понятия

Этап познавательной деятельности учащихся	Этап процесса формирования понятия	Элементы модели
Запоминание	Уточнение содержания и объема изучаемого понятия	7. Уточнение соответствия между содержанием и объемом понятия, приводящее к классификации видовых понятий.
Применение	Применение изучаемого понятия для объяснения явлений реального мира и решения практических задач (обучение учащихся методу восхождения от абстрактного к конкретному).	8. Конкретизация применения понятия
Систематизация	Формирование единой физической картины мира	9. Систематизация понятий на основе теоретического обобщения

Рассмотрим возможность применения учебного демонстрационного эксперимента на отдельных этапах формирования физических понятий.

1. Введение понятия

Конкретно-чувственные образы – это те образы, которые создаются путем непосредственного наблюдения. Наблюдение предметов и явлений реального мира вследствие сложности их взаимосвязей далеко не всегда позволяет заметить проявление их сущности и часто приводит к искаженным представлениям. Поэтому перед изучением понятия необходимо проанализировать тот чувственный опыт учащихся, которым они могут располагать и сопоставить с объемом вводимого понятия. Это позволит учителю подобрать учебный демонстрационный эксперимент, позволяющий с применением других средств наглядности сформировать у учащихся обобщенные образы представлений.

Конкретно-чувственное восприятие дает определенный материал для обобщений и позволяет исследовать лишь внешние, непосредственно наблюдаемые стороны изучаемых предметов. Для формирования же понятия необходимо выделение сущности предметов.

Для этой цели нужен такой демонстрационный эксперимент, который с помощью специальных условий позволит выделить существенные признаки изучаемых объектов. При его проведении важно сосредоточить внимание на главном, а побочные эффекты, которые присущи любой демонстрации, специальными мерами убрать на второй план. Если не создать надлежащих условий, то вывод из непосредственных наблюдений может быть самым неожиданным. Поэтому демонстрационные опыты, которые проводятся для выделения существа объектов изучения, должны быть по возможности освобождены от побочных эффектов и лишены второстепенных деталей.

Выбор демонстрационного эксперимента по формированию представлений об объеме понятия должен осуществляться только с учетом конкретных условий: особенностей вводимого понятия, уровня обучаемости учащихся, уровня обученности учащихся, оснащенности физического кабинета.

2. Определение места изучаемого понятия в системе физических понятий

Связь между понятиями может быть количественной и качественной. Особенно трудным оказывается проведение демонстрационного эксперимента по установлению количественных связей между понятиями. Это объясняется неточностью физических измерений.

В некоторых случаях, когда заведомо известно о технических трудностях при постановке эксперимента, можно ограничиться качественным экспериментом или даже просто представлением той ситуации, при которой протекание самого явления можно легко вообразить, домыслить. Такая форма постановки опытов при некоторых ее достоинствах не должна вытеснять эксперимент, количественно подтверждающий закономерность.

3. Уточнение содержания и объема изучаемого понятия

На этом этапе формирования понятий учебный физический эксперимент может выступать в виде фронтальных или демонстрационных опытов. Они не должны повторять демонстрационных опытов, проведенных на предыдущих этапах. При выполнении и наблюдении таких опытов учащиеся приобретают умения выделения общих признаков у видовых понятий.

Глава 3
**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО МЕТОДИКЕ И ТЕХНИКЕ
ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**
[2, 3, 14, 16]

3.1. ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ

Цель выполнения работы: освоение методики и техники демонстрационного эксперимента по основам кинематики и динамики.

Оборудование: тележка; деревянный брусок; вращающийся диск; длинная стеклянная трубка с водой, закрытая с обеих сторон; теннисный шарик; игрушечный автомобиль; наклонная плоскость; металлический шарик; кусок ткани; песок; два металлических шарика на нитях; набор тел равной массы; рычажные весы с набором разновесов; мензурка; пружинный динамометр; центробежная машина; дисковый динамометр на штативе; прибор для изучения законов динамики; постоянный магнит; набор грузов массой 110 г; пружинный пистолет; линейка метровая; весы чувствительные неравноплечие; воздуходувка; трубка Ньютона.

Перечень демонстраций:

1. Относительность движения.
2. Поступательное движение.
3. Вращательное движение.
4. Равномерное движение.
5. Неравномерное движение.
6. Сложение перемещений.
7. Движение с постоянным ускорением.
8. Движение материальной точки по окружности.
9. Явление инерции.
10. Взаимодействие тел.
11. Сравнение масс различных тел.
12. Измерение плотности тел.
13. Действие на тело сил трения.
14. Второй закон Ньютона.
15. Третий закон Ньютона.

16. Вес тела при его ускоренном движении.
17. Падение тел в трубке Ньютона.
18. Силы трения.
19. Инертность тела.
20. Сложение сил, действующих на тело.
21. Устройство и действие пружинного динамометра.
22. Зависимость силы упругости от деформации пружины.
23. Зависимость дальности полета от угла бросания.
24. Зависимость силы вязкого трения от формы обтекаемой поверхности тела.

Задания:

1. Создайте или выберите по литературе [2, 3, 14, 16] описание принципиальных схем указанных преподавателем демонстраций.
2. Создайте монтажные схемы этих УЭУ.
3. Выделите функции элементов УЭУ.
4. Проведите разработанные демонстрационные опыты и убедитесь в их соответствии психолого-педагогическим требованиям.
5. Составьте методические рекомендации к проведенным демонстрационным опытам.
6. Напишите отчет о выполненной работе с включением результатов по заданиям 1-5.
7. Ответьте на контрольные вопросы.

3.2. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

Цель выполнения работы: освоение методики и техники демонстрационного эксперимента по изучению законов сохранения в механике.

Оборудование: трибометр демонстрационный; наклонный желоб; металлический шарик; пружина; металлический шарик на нити (2 шт); штатив с лапкой; тележки с пружиной; динамометр пружинный от прибора по кинематике и динамике; метр демонстрационный; пластилиновый шарик; воронка стеклянная, соединенная с L-образной трубкой; модель ракеты; прибор с каналом разного сечения; пульверизатор демонстрационный; воздуходувка; набор по аэродинамике.

Перечень демонстраций:

1. Работа силы при перемещении тела.
2. Зависимость кинетической энергии от массы и скорости тела.
3. Потенциальная энергия тела в поле тяготения.

4. Потенциальная энергия деформированного тела.
5. Изменение кинетической и потенциальной энергии тела при совершении им работы.
6. Превращение энергии.
7. Упругие и неупругие столкновения.
8. Закон сохранения импульса.
9. Реактивное движение.
10. Модель ракеты.
11. Зависимость давления газа и жидкости от скорости течения.
12. Устройство и принцип действия пульверизатора и воздушного насоса.
13. Подъемная сила крыла самолета.

Задания:

1. Создайте или выберите по литературе [2, 3, 14, 16] описание принципиальных схем указанных преподавателем демонстраций.
2. Создайте монтажные схемы этих УЭУ.
3. Выделите функции элементов УЭУ.
4. Проведите разработанные демонстрационные опыты и убедитесь в их соответствии психолого-педагогическим требованиям.
5. Составьте методические рекомендации к проведенным демонстрационным опытам.
6. Напишите отчет о выполненной работе с включением результатов по заданиям 1-5.
7. Ответьте на контрольные вопросы.

3.3. ОСНОВЫ СТАТИКИ

Цель выполнения работы: освоение методики и техники демонстрационного эксперимента по основам статики.

Оборудование: ящик с песком, столик с тонкими ножками, гири, стеклянный колокол, насос Комовского, резиновый шарик, металлический цилиндр с поршнем и дном из резиновой пленки, спиртовка, прибор для демонстрации закона Архимеда, модель гидравлического пресса, цилиндр с отверстиями, сообщающиеся сосуды, насос Шинца, барометр, манометр, полусферическая поверхность, шарик, неоднородная линейка, тело неправильной формы, рычаг, подвижный и неподвижный блоки, штатив с лапкой.

Перечень демонстраций:

1. Зависимость давления твердых тел от силы давления и площади опоры.
 2. Давление воздуха в резиновом шаре.
 3. Зависимость давления газа от его объема и температуры.
 4. Передача внешнего давления жидкостью и газом.
 5. Устройство и действие гидравлического пресса.
 6. Зависимость давления жидкости на дно и стенки сосуда от глубины.
 7. Сообщающиеся сосуды. Однородные и неоднородные жидкости в сообщающихся сосудах.
 8. Существование атмосферного давления.
 9. Устройство и действие насоса.
 10. Барометр и манометр.
 11. Архимедова сила.
 12. Равновесие тела при действии на него нескольких сил.
 13. Виды равновесия тел.
 14. Зависимость устойчивости тел от площади опоры и положения центра тяжести.
 15. Условие равновесия тел, имеющих неподвижную ось вращения.
 16. Определение центра масс твердых тел.
 17. Устройство и действие рычага.
 18. Устройство и действие неподвижного и подвижного блоков
- Задания:*

1. Создайте или выберите по литературе [2, 3, 14, 16] описание принципиальных схем указанных преподавателем демонстраций.
2. Создайте монтажные схемы этих УЭУ.
3. Выделите функции элементов УЭУ.
4. Проведите разработанные демонстрационные опыты и убедитесь в их соответствии психолого-педагогическим требованиям.
5. Составьте методические рекомендации к проведенным демонстрационным опытам.
6. Напишите отчет о выполненной работе с включением результатов по заданиям 1-5.
7. Ответьте на контрольные вопросы.

3.4. ЭЛЕКТРОСТАТИКА И ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Цель выполнения работы: освоение методики и техники демонстрационного эксперимента по основам электростатики и электродинамики.

Оборудование: конденсатор постоянной емкости, конденсатор переменной емкости, электрометр, электрофорная машина, батарея конденсаторов демонстрационная, ВУП, вольтметр демонстрационный, весы чувствительные на штативе, батарея гальванических элементов, амперметр демонстрационный, стеклянная палочка, эбонитовая палочка, кусок шерстяной ткани, станиолевые гильзы, электроскоп (2), модель генератора, фотоэлемент, прибор для демонстрации действия тока, лампочка на 6,3 В, магазин сопротивлений, соединительные провода, прибор для демонстрации зависимости сопротивления проводника от его размеров, реостат, резисторы сопротивлением 1, 2, 4 Ом, лампа накаливания на 220 В, плавкий предохранитель.

Перечень демонстраций: 1. Электризация различных тел.

2. Устройство и действие электроскопа и электрометра.

3. Взаимодействие заряженных тел.

4. Проводимость проводников, полупроводников и диэлектриков.

5. Источники тока.

6. Действие электрического тока.

7. Зависимость силы тока от напряжения на участке цепи и сопротивления этого участка.

8. Зависимость сопротивления проводников от их длины, площади поперечного сечения и вещества.

9. Устройство и действие реостата.

10. Последовательное и параллельное соединение проводников.

11. Устройство и действие электронагревательного прибора.

12. Определение мощности потребляемой электроэнергии.

13. Плавкие предохранители.

14. Закон Кулона.

15. Электрическое поле заряженных шариков.

16. Электрическое поле заряженных пластин.

17. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.

18. Устройство и действие конденсаторов.

19. Энергия заряженного конденсатора.

20. Зависимость силы тока от ЭДС источника и полного сопротивления цепи.

Задания:

1. Создайте или выберите по литературе [2, 3, 14, 16] описание принципиальных схем указанных преподавателем демонстраций.

2. Создайте монтажные схемы этих УЭУ.

3. Выделите функции элементов УЭУ.

4. Проведите разработанные демонстрационные опыты и убедитесь в их соответствии психолого-педагогическим требованиям.

5. Составьте методические рекомендации к проведенным демонстрационным опытам.
6. Напишите отчет о выполненной работе с включением результатов по заданиям 1-5.
7. Ответьте на контрольные вопросы.

3.5. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Цель выполнения работы: освоение методики и техники демонстрационного эксперимента по электромагнетизму.

Оборудование: два постоянных магнита, штатив, пружина, магнитная стрелка на подставке, источник тока, реостат, соединительные провода, железные опилки, разъемная площадка с круговым током, разборный электромагнит, действующая модель электродвигателя, катушка от разборного трансформатора, гальванометр чувствительный, спиртовка, осциллограф, установка для демонстрации принципа действия громкоговорителя, прибор для демонстрации правила Ленца, магазин сопротивлений, реостат.

Перечень демонстраций:

1. Взаимодействие постоянных магнитов.
2. Действие магнитного поля Земли на магнитную стрелку.
3. Опыт Эрстеда.
4. Магнитное поле проводника с током.
5. Электромагнит.
6. Движение проводника с током в магнитном поле.
7. Устройство и принцип действия электроизмерительных приборов.
8. Устройство и принцип действия электродвигателя.
9. Опыты Фарадея.
10. Взаимодействие параллельных токов.
11. Размагничивание намагниченного стержня.
12. Модель доменной структуры ферромагнетиков.
13. Магнитная защита.
14. Отклонение электронного пучка магнитным полем.
15. Устройство и принцип действия громкоговорителя.
16. Магнитная запись звука.
17. Правило Ленца.
18. Зависимость ЭДС индукции от скорости изменения магнитного поля.

19. Самоиндукция.

20. Зависимость ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока в цепи и от индуктивности проводника.

Задания:

1. Создайте или выберите по литературе [2, 3, 14, 16] описание принципиальных схем указанных преподавателем демонстраций.

2. Создайте монтажные схемы этих УЭУ.

3. Выделите функции элементов УЭУ.

4. Проведите разработанные демонстрационные опыты и убедитесь в их соответствии психолого-педагогическим требованиям.

5. Составьте методические рекомендации к проведенным демонстрационным опытам.

6. Напишите отчет о выполненной работе с включением результатов по заданиям 1-5.

7. Ответьте на контрольные вопросы.

3.6. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ И ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

Цель выполнения работы: освоение методики и техники демонстрационного эксперимента по основам геометрической и волновой оптики.

Оборудование: 2 свечи, лампочка на 6,3 В, источник тока, небольшой непрозрачный шарик на подставке, экран, плоское зеркало, лист белой бумаги, оптический диск в комплекте, проекционный аппарат с принадлежностями, собирающая линза на подставке, модель глаза.

Перечень демонстраций:

1. Прямолинейное распространение света.

2. Источники света.

3. Зеркальное и диффузное отражение.

4. Законы отражения.

5. Изображение в плоском зеркале.

6. Преломление света.

7. Законы преломления света.

8. Отклонение лучей призмой.

9. Дисперсия света.

10. Линза.

11. Ход лучей в линзе.

12. Модель глаза.

13. Получение изображений с помощью линзы.
14. Лупа, проекционный аппарат, фотокамера.
15. Интерференция света.
16. Дифракция света.
17. Спектр дифракционной решетки.
18. Поляризация света.
19. Свойства инфракрасного излучения.

Задания:

1. Создайте или выберите по литературе [2, 3, 14, 16] описание принципиальных схем указанных преподавателем демонстраций.
2. Создайте монтажные схемы этих УЭУ.
3. Выделите функции элементов УЭУ.
4. Проведите разработанные демонстрационные опыты и убедитесь в их соответствии психолого-педагогическим требованиям.
5. Составьте методические рекомендации к проведенным демонстрационным опытам.
6. Напишите отчет о выполненной работе с включением результатов по заданиям 1-5.
7. Ответьте на контрольные вопросы.

3.7. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Цель выполнения работы: освоение методики и техники демонстрационного демонстраций по основам квантовой физики.

Оборудование: источник радиоактивного излучения, электромметр с двумя дисками (2), палочка эбонитовая с мехом, штатив универсальный, провода соединительные, колба круглодонная емкостью 1 л с резиновой грушей, индикатор ионизирующих частиц, усилитель низкой частоты, громкоговоритель, ВУП, осветитель ультрафиолетовый, цинковая пластинка, вакуумный фотоэлемент, панель для демонстрации фотореле, генератор высоковольтный типа "Спектр", спектроскоп.

Перечень демонстраций:

1. Фотоэлектрический эффект.
2. Законы фотоэлектрического эффекта.
3. Устройство и действие вакуумного фотоэлемента.
4. Устройство и действие фотореле на фотоэлементе.
5. Устройство спектроскопа.
6. Линейчатый спектр излучения.

7. Наблюдение треков в камере Вильсона.
8. Устройство и действие счетчика ионизирующих частиц.
9. Ионизирующее действие радиоактивного излучения.
10. Спектр поглощения.

Задания:

1. Создайте или выберите по литературе [2, 3, 14, 16] описание принципиальных схем указанных преподавателем демонстраций.
2. Создайте монтажные схемы этих УЭУ.
3. Выделите функции элементов УЭУ.
4. Проведите разработанные демонстрационные опыты и убедитесь в их соответствии психолого-педагогическим требованиям.
5. Составьте методические рекомендации к проведенным демонстрационным опытам.
6. Напишите отчет о выполненной работе с включением результатов по заданиям 1-5.
7. Ответьте на контрольные вопросы.

3.8. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СРЕД

Цель выполнения работы: освоение методики и техники демонстрационного эксперимента по основам электропроводности различных сред.

Оборудование: источник тока, вольтметр демонстрационный, провода соединительные, стакан с угольным и медным электродами, выключатель, конденсатор разборный на изолирующих штативах, преобразователь высоковольтный, лампа неоновая ГН-20, спиртовка, двухэлектродная лампа для демонстрации разряда, насос Комовского, гальванометр демонстрационный от амперметра, электронная лампа диод, реостат, электронно-лучевая трубка на подставке, ВУП, термистор, ММТ, фоторезистор ФС-К1, диод полупроводниковый ДЖ, транзистор.

Перечень демонстраций: 1. Сравнение электропроводности воды и раствора соли.

2. Электролиз раствора медного купороса.
3. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры.
4. Односторонняя электрическая проводимость полупроводникового диода.

5. Зависимость электропроводности полупроводников от освещенности.
6. Зависимость силы тока в полупроводниковом диоде от напряжения.
7. Электронно-дырочные переходы в транзисторе.
8. Несамостоятельный разряд.
9. Самостоятельный разряд в газах при пониженном давлении.
10. Термозлектронная эмиссия.
11. Односторонняя вакуумная проводимость вакуумного диода.
12. Устройство и действие ЭЛТ.

Задания:

1. Создайте или выберите по литературе [2, 3, 14, 16] описание принципиальных схем указанных преподавателем демонстраций.
2. Создайте монтажные схемы этих УЭУ.
3. Выделите функции элементов УЭУ.
4. Проведите разработанные демонстрационные опыты и убедитесь в их соответствии психолого-педагогическим требованиям.
5. Составьте методические рекомендации к проведенным демонстрационным опытам.
6. Напишите отчет о выполненной работе с включением результатов по заданиям 1-5.
7. Ответьте на контрольные вопросы.

3.9. МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Цель выполнения работы: освоение методики и техники демонстрационного эксперимента по изучению колебательных и волновых процессов.

Оборудование: металлический шарик на длинной нити, груз на пружине, машина центробежная, установка для демонстрации резонанса маятника, гальванометр, ВУП, катушка от универсального трансформатора, батарея конденсаторов, осциллограф, полупроводниковый диод, генератор звуковой, громкоговоритель, лампа накаливания, модель генератора переменного тока, стержень с тремя маятниками, волновая машина, камертон, микрофон угольный, комплект приборов для изучения свойств электромагнитных волн.

Перечень демонстраций:

1. Свободные колебания груза на нити и груза на пружине.
2. Сравнение колебательного и вращательного движения.
3. Зависимость периода колебаний груза на пружине от жесткости пружины и массы груза.
4. Зависимость периода колебаний груза на нити от ее длины.
5. Вынужденные колебания.
6. Резонанс колебаний маятника.
7. Свободные электромагнитные колебания низкой частоты.
8. Зависимость частоты свободных колебаний от L и C .
9. Электрический резонанс.
10. Получение переменного тока.
11. Устройство и действие генератора переменного тока.
12. Устройство и действие трансформатора.
13. Передача электрической энергии на расстояние.
14. Образование и распространение продольных и поперечных волн.
15. Зависимость длины волны от частоты колебаний.
16. Колеблущееся тело как источник звука.
17. Зависимость высоты тона от частоты колебаний.
18. Излучение и прием электромагнитных волн.
19. Модуляция высокочастотных электромагнитных колебаний.

Задания:

1. Создайте или выберите по литературе [2, 3, 14, 16] описание принципиальных схем указанных преподавателем демонстраций.
2. Создайте монтажные схемы УЭУ.
3. Выделите функции элементов УЭУ.
4. Проведите разработанные демонстрационные опыты и убедитесь в их соответствии психолого-педагогическим требованиям.
5. Составьте методические рекомендации к проведенным демонстрационным опытам.
6. Напишите отчет о выполненной работе с включением результатов по заданиям 1-5.
7. Ответьте на контрольные вопросы.

3.10. МКТ И ТЕРМОДИНАМИКА

Цель выполнения работы: освоение методики и техники демонстрационного эксперимента по основам молекулярной физики.

Оборудование: пробирка, раствор медного купороса, флакон с нашатырем, штатив, стеклянная пластинка, широкий сосуд с водой, колба с плотной крышкой, пробка, U-образная трубка, резиновая трубка, насос Комовского, насос Шинца, толстостенный стеклянный сосуд, прибор для демонстрации свойств твердых тел, спиртовка, лампа накаливания на 220В, теплоприемник, калориметр, эфир, два свинцовых цилиндра, набор грузов, модель ДВС, модель паровой турбины, цилиндр для демонстрации газовых законов, мыльный раствор, проволочные каркасы, капиллярные сосуды, прибор для демонстрации упругих деформаций.

Перечень демонстраций:

1. Диффузия в различных средах.
2. Основные свойства твердых тел жидкостей и газов.
3. Взаимодействие молекул.
4. Модели кристаллических решеток.
5. Изменение внутренней энергии тел при совершении работы.
6. Теплопроводность твердых тел, жидкостей и газов.
7. Конвекция в газах.
8. Излучение и поглощение тепловой энергии.
9. Устройство калориметра.
10. Охлаждение жидкостей при испарении.
11. Скорость испарения жидкости.
12. Постоянство температуры кипения жидкости.
13. Зависимость температуры кипения от внешнего давления.
14. Устройство ДВС.
15. Паровая турбина.
16. Изменение температуры воздуха при адиабатном расширении и сжатии.
18. Зависимость между P , V и T для данной массы газа.
19. Изотермический процесс.
20. Изохорный процесс.
21. Изобарный процесс.
22. Свойства насыщенных паров.
23. Устройство и принцип действия психрометра.
24. Обнаружение поверхностного натяжения.
25. Капиллярные явления.
26. Виды упругих деформаций.

Задания:

1. Создайте или выберите по литературе [2, 3, 14, 16] описание принципиальных схем указанных преподавателем демонстраций.

2. Создайте монтажные схемы этих УЭУ.
3. Выделите функции элементов УЭУ.
4. Проведите разработанные демонстрационные опыты и убедитесь в их соответствии психолого-педагогическим требованиям.
5. Составьте методические рекомендации к проведенным демонстрационным опытам.
6. Напишите отчет о выполненной работе с включением результатов по заданиям 1-5.
7. Ответьте на контрольные вопросы.

3.11. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

1. Какие из проведенных Вами опытов являются феноменологическими, функциональными, модельными или с техническим содержанием?
2. В чем состояло согласование элементов УЭУ при создании их принципиальных схем?
3. Каковы особенности создания монтажных схем проведенных Вами демонстраций?
4. Каковы функции применяемых в УЭУ приборов и устройств?
5. Какие физические принципы работы рассматриваемых технических устройств?
6. Назовите технические характеристики применяемых приборов.
7. Как можно усилить наглядность проведенных Вами демонстрационных опытов?
8. Как можно повысить эмоциональность восприятия проведенных Вами демонстраций?
9. На каких этапах познавательной деятельности учащихся целесообразно предъявлять проведенные Вами демонстрационные опыты?
10. Какие правила по ТБ необходимо выполнять при проведении демонстрационных опытов?

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева Н.И., Герасимова Т.Ю., Кротов В.М. О школьном физическом образовании // Проблемы содержания математического и физического образования в реформированной школе: Материалы республиканского семинара. 21-23 марта 1996 года. – Минск, 1996. – С. 18-23.
2. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. – Ч.1. – Механика, молекулярная физика, основы электродинамики / Под ред. А.А. Покровского. Изд. 3-е, перераб. – М.: Просвещение, 1978.
3. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. – Ч.2. – Колебания и волны Оптика. Физика атома / Под ред. А.А. Покровского. – М.: Просвещение, 1979.
4. Каменецкий С.Е., Солодухин Н.А. Модели и аналогии в курсе физики средней школы: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1982.
5. Лабораторный практикум по теории и методике обучения физике в школе: Учеб. пособие для студентов. высш. пед. учеб. заведений / С.Е. Каменецкий, С.В. Степанов, Е.Б. Петров и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого, С.В. Степанова. – М.: Издательский центр "Академия", 2002.
6. Менчинская Н.А. Проблемы учения и умственного развития школьника. – М.: Просвещение, 1989.
7. Наумчик В.Н., Саржевский А.М. Наглядность в демонстрационном эксперименте. – Мн.: Изд-во БГУ, 1983.
8. Пидкасистый П.И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении. – М.: Педагогика, 1980.
9. Правила по охране труда для кабинетов (лабораторий) физики общеобразовательных учреждений, профессионально-технических и средних специальных учебных заведений Министерства образования Республики Беларусь / Л.Н. Кравченко, Л.П. Кузнецова, З.И. Лагутина, В.И. Хомич, В.Г. Шабаль. – Мн., 1998.
10. Синенко В.Я. Структура методики и техники школьного физического эксперимента // Физика в школе. – 1989. – № 3. – С. 77-80.
11. Сластенин В.А., Каширин В.П. Психология и педагогика: Учеб. пособие. – М.: Магистр, 2001.
12. Талызина Н.Ф. Формирование познавательной деятельности учащихся. – М.: Наука, 1983.
13. Учебное оборудование по физике в средней школе: Пособие для учителей / Под ред. А.А. Покровского. – М.: Просвещение, 1973.
14. Хорошавин С.А. Физический эксперимент в средней школе: 6-7 кл. – М.: Просвещение, 1988.
15. Шамало Т.Н. Учебный эксперимент в процессе формирования физических понятий. – М.: Просвещение, 1986.
16. Шахмаев Н.М., Шиллов В.Ф. Физический эксперимент в средней школе. Механика. Молекулярная физика. Электродинамика. – М.: Просвещение, 1989.
17. Эльконин Д.Б. Избранные психологические труды / Под ред. Давыдова В.В., Зинченко В.П. АПН СССР. – М.: Педагогика, 1989.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. Содержание и структура учебного демонстрационного эксперимента	5
1.1. Экспериментальный метод в научном и учебном познании по физике	5
1.2. Психолого-педагогические и технические требования к учебному оборудованию демонстрационного эксперимента	10
1.3. Технические средства демонстрационного эксперимента	13
1.4. Разработка принципиальной и монтажной схем учебной экспериментальной установки	19
1.5. Модели в учебном демонстрационном эксперименте по физике	24
1.6. Техника безопасности при проведении учебного демонстрационного эксперимента	26
Глава 2. Методика учебного демонстрационного эксперимента	31
2.1. Методика организации восприятия учащимися демонстрационного эксперимента	31
2.2. Учебный демонстрационный эксперимент в системе познавательной деятельности учащихся	35
2.3. Учебный демонстрационный эксперимент в процессе формирования физических понятий	43
Глава 3. Лабораторный практикум по методике и технике демонстрационного эксперимента	46
3.1. Основы кинематики и динамики	46
3.2. Законы сохранения в механике	47
3.3. Основы статики	48
3.4. Электростатика и электродинамика	49
3.5. Электромагнетизм	51
3.6. Геометрическая и волновая оптика	52
3.7. Квантовая физика	53
3.8. Электропроводность различных сред	54
3.9. Механические и электромагнитные колебания и волны	55
3.10. МКТ и термодинамика	56
3.11. Контрольные вопросы к лабораторным работам	58
ЛИТЕРАТУРА	59

