

<b>1</b>	<b>.....УЧЕБНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ, ЕГО ЗАДАЧИ И СИСТЕМА</b>	
1.1	Демонстрационный эксперимент по физике. Значение и роль демонстрационных опытов. ....	3
1.2	Методика и техника школьного демонстрационного эксперимента.....	5
1.3	Методика проведения демонстрационных опытов.....	9
<b>2</b>	<b>.....УМЕНИЯ И НАВЫКИ, КОТОРЫМИ ДОЛЖЕН ВЛАДЕТЬ</b>	
	<b>УЧИТЕЛЬ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ОПЫТОВ</b> .....	16
<b>3</b>	<b>.....ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЙ ПО МЕТОДИКЕ И ТЕХНИКЕ</b>	
	<b>ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА</b> .....	21

## 1 УЧЕБНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ, ЕГО ЗАДАЧИ И СИСТЕМА

В физике источником знаний и методом исследования является эксперимент. Школьный учебный эксперимент представляет собой отражение научного метода изучения физических явлений, поэтому ему (хотя он и не тождествен научному) должны быть присущи основные элементы физического эксперимента, по которым учащиеся смогут получить представление о научном экспериментальном методе.

*Учебный эксперимент — это воспроизведение с помощью специальных приборов физического явления (реже — использования его на практике) на уроке в условиях, наиболее удобных для его изучения. Поэтому он служит одновременно источником знаний, методом обучения и видом наглядности.*

Общепризнано, что изложение курса физики в средней школе должно опираться на эксперимент. Это обусловлено тем, что основные этапы формирования физических понятий — наблюдение явления, установление его связей с другими, введение величин, его характеризующих, — не могут быть эффективными без применения физических опытов. Демонстрация опытов на уроках, показ некоторых из них с помощью кино и телевидения, выполнение лабораторных работ учащимися составляют основу экспериментального метода обучения физике в школе.

Будучи средством познавательной информации, учебный эксперимент одновременно является и главным средством наглядности при изучении физики; он позволяет наиболее успешно и эффективно формировать у школьников конкретные образы, адекватно отражающие в их сознании реально существующие физические явления, процессы и законы, их объединяющие.

Физический эксперимент представляет собой не только иллюстрацию тех или иных явлений и закономерностей: он служит средством доказательства справедливости различных теоретических положений, способствует выработке убежденности в познаваемости явлений природы, развивает умения и навыки учащихся.

Правильно организованный школьный физический эксперимент служит также действенным средством воспитания таких черт характера личности, как настойчивость в достижении поставленной цели, тщательность в получении фактов, аккуратность в работе, умение наблюдать и выделять в рассматриваемых явлениях их существенные признаки и др.

Чтобы дать учащимся глубокие и прочные знания, сформировать у них важные практические умения и навыки, необходима координация в применении различных видов учебного эксперимента: 1) демонстрационных опытов; 2) фронтальных лабораторных работ; 3) работ физического практикума; 4) внеклассных (домашних) экспериментов.

Все эти виды учебного эксперимента обеспечивают осуществление принципов наглядности, сознательности, активности познавательной деятельности учащихся, политехнизма в преподавании физики.

Кроме общих задач, разрешаемых всеми видами учебного физического эксперимента, каждый вид имеет более узкое целевое направление, особенности в технике постановки и методике применения. В данном пособии будут рассмотрены лишь вопросы, связанные с методикой и техникой школьного демонстрационного эксперимента (МиТШДЭ) по физике.

### **1.1 Демонстрационный эксперимент по физике. Значение и роль демонстрационных опытов.**

Демонстрационные опыты составляют большую и очень важную часть школьного физического эксперимента. Они имеют специфические дидактические задачи и методику проведения, поэтому являются предметом специального рассмотрения в методике обучения физике.

*Демонстрация* — это показ учителем физических явлений и связей между ними; она предназначена для одновременного восприятия учащимися всего класса. Демонстрационные опыты способствуют созданию физических представлений и формированию физических понятий; они конкретизируют, делают более понятными и убедительными рассуждения учителя при изложении нового материала, возбуждают и поддерживают у школьников интерес к предмету.

С помощью демонстрационного эксперимента учитель руководит ходом мыслей учащихся при изучении явлений и связей между ними. Из этого следует нерушимое правило для преподавателя физики: демонстрация должна быть органически связана с его словом, с излагаемым материалом — это одно из важнейших условий успешного формирования физических понятий. Демонстрации приучают учащихся искать источник знаний по физике в явлениях внешнего мира, в опыте, что имеет неограниченное значение для формирования их диалектико-материалистического мировоззрения.

Демонстрационные опыты являются органической частью урока. Они могут быть исходным элементом для объяснения (мобилизация внимания учащихся, создание проблемной ситуации, выяснение темы занятий), иллюстрировать и сопровождать рассказ, беседу, объяснение и лекцию учителя, подтверждать изложенное. Демонстрационные опыты используются также для постановки экспериментальных задач и (хотя гораздо реже) — при опросе учащихся и повторении пройденного.

Демонстрационный эксперимент не может быть подменен примерами из жизненных наблюдений учащихся. Во-первых, эти наблюдения неодинаковы у разных учащихся, а поэтому они не могут явиться основой для формирования нового знания. Во-вторых, они могут оказаться у отдельных учащихся не совсем правильными. В-третьих, этих представлений далеко не всегда бывает достаточно для понимания и надлежащего восприятия того или иного нового материала. В-четвертых, то или иное явление или процесс, наблюдаемое в природе или технике, происходит в сложной взаимосвязи с другими побочными явлениями. Демонстрационные опыты воспроизводят эти явления с минимальным числом побочных факторов. Благодаря этому у учащихся имеется возможность непосредственно наблюдать особенности изучаемых явлений или закономерностей выделять их существенные черты и т.д..

Все это приводит в школьных условиях к необходимости проводить в классе нужные для обучения специально организованные демонстрационные опыты.

Помимо важной роли демонстрационных опытов в усвоении содержания нового учебного материала, они имеют большое значение в выработке у учащихся экспериментальных умений и навыков. В процессе восприятия и осмысливания демонстрационных опытов школьники учатся наблюдать за физическими явлениями, обрабатывать результаты измерений, использовать различные физические приборы и т.д.. Все это подготавливает учащихся к самостоятельным экспериментальным работам.

Велика роль демонстрационных опытов при повторении учебного материала. Повторно проводимые опыты позволяют учащимся ярче воспроизвести в памяти ранее изученный материал, глубже проникнуть в сущность физических явлений и закономерностей, подметить ранее ускользнувшие от внимания черты и свойства изучаемых объектов.

Особое значение имеет эксперимент в VII и VIII классах, когда учащиеся впервые приступают к изучению систематического курса физики. Здесь качество большинства уроков по физике во многом зависит от того, насколько удачно подобран, подготовлен и проведен эксперимент во время занятий.

## **1.2 Методика и техника школьного демонстрационного эксперимента**

Экспериментально-методическая деятельность учителя физики многогранна: от анализа явления и выбора схемы опыта до сборки экспериментальной установки и её обоснованном применении на уроке. Сложность и многообразие этой деятельности учителя отражается в содержании понятия «методика и техника школьного физического эксперимента» (МиТШФЭ). Структура этого понятия представлена на рисунке 1.

Под техникой демонстрирования понимают условия, обеспечивающие наибольший эффект (в техническом смысле слова) демонстрационного опыта и его наилучшее непосредственное восприятие учащимися при соблюдении правил техники безопасности.

Совершенно ясно, что эффект любого эксперимента в первую очередь зависит от качества школьных физических приборов. К ним в первую очередь предъявляются следующие требования: высокие технические качества, простота устройства, достаточно большие размеры, эстетичное оформление.

Демонстрационная установка должна быть по возможности простой. Это имеет важное значение для понимания опыта и выводов из него. В установках следует применять приборы, известные учащимся или принцип действия которых доступен их пониманию. Однако, как свидетельствует история развития методики обучения физике, простота и сложность той или иной демонстрации — понятия относительные. Так, до недавнего времени считались сложными и почти не ставились в средней школе опыты, показывающие свойства электромагнитных волн, поляризацию света и законы фотоэффекта. С появлением в арсенале физических кабинетов таких приборов, как комплект приборов для изучения свойств электромагнитных волн, школьный электронный осциллограф, комплект приборов для изучения поляризации света, эти опыты получили широкое распространение.

Между тем для потребностей повседневной практики полезно хотя бы приблизительно определить понятие «простая демонстрационная установка». Очевидно, это можно сделать так: простой считается демонстрационная установка, максимально приближенная к своей принципиальной схеме, однако лишь настолько, чтобы это заметно не снижало качества ее работы. Понятно, что естествоиспытатели, творцы экспериментальных установок, создавая их, не ставят себе задачу сделать их пригодными для преподавания, они преследуют другую цель. В методике физики совершается процесс приспособления опытов, впервые поставленных в научных лабораториях, к задачам обучения. Этот процесс идет путем упрощения экспериментальных установок, устранения из них всего, что не служит выяснению сути изучаемого физического явления (недопустимы лишь упрощения, вульгаризирующие научные результаты). Успешность постановки демонстрационного опыта зависит не только от качества самих приборов, но и во многом от знаний учителя физики устройства, технических данных и умений по эксплуатации этих приборов, условий проведения самого эксперимента, интенсивности демонстрируемого физического процесса.

Демонстрационный опыт может иметь педагогическую ценность лишь в том случае, если достигнутый эффект демонстрации будет отчетливо виден всей аудитории учащихся. Здесь нельзя не согласиться с мнением тех, кто считает, что какой бы совершенной ни была во всех других отношениях демонстрация, она будет непригодной, если ученики не столько увидят явление, сколько догадаются о нем со слов преподавателя. Хорошая видимость демонстрационного эксперимента

обеспечивается: а) специальной конструкцией демонстрационных приборов; б) особым размещением элементов установки на столе (в частности, в вертикальной плоскости); в) выразительностью демонстрационной установки; г) специальными средствами, повышающими видимость приборов и ожидаемого эффекта.

Практикой работы передовых учителей выработаны определенные приемы и средства, позволяющие оставлять в тени несущественные детали установки и подчеркивать главное существенное.

1. Правильное расположение приборов на демонстрационном столе. На столе не должно быть приборов, ненужных для данной демонстрации; детали установки не должны закрывать друг друга; их желательно располагать в той последовательности, в какой они следуют на принципиальной схеме при чтении ее слева направо. Приборы должны размещаться так, чтобы учитель мог собрать установку и выполнить необходимые манипуляции, не выходя из-за стола и не закрывая руками (или корпусом) каких-либо ее элементов. Стойки штативов нужно повернуть к себе; электрические провода подвесить так, чтобы учащиеся могли отчетливо видеть всю электрическую цепь; для расположения приборов в вертикальной плоскости использовать подъемные столики, штативы и бруски (последние обычно изготавливают из «глухих» фанерных ящиков, противоположные стороны которых окрашивают в белый и черный цвет, ориентировочные размеры брусков: 50x25x12,5 см; 25x25x6,25 см; эти ящики-подставки служат одновременно экранами фона).

2. Для усиления освещенности демонстрируемой установки следует пользоваться следующими подсветками: направленными (лампы с рефлекторами) и рассеивающими (прозрачные экраны с подсветом). Световое явление демонстрируют при затемненной аудитории.

3. Демонстрационный опыт должен быть убедительным, а установка для его проведения — надежной. Хорошие видимость и выразительность опыта, достигнутые всеми специальными средствами, обуславливают убедительность демонстрации, но она зависит и еще от ряда факторов. Так, равномерное прямолинейное движение часто иллюстрируют с помощью трубки, заполненной жидкостью (водой, маслом), в которой движется металлический шарик. При обеспечении определенных условий движение шарика действительно является равномерным. Однако, чтобы учащиеся убедились в этом, следует выделить основной признак равномерности движения (одинаковость перемещения тела за любые равные промежутки времени). Таким образом, для убедительности этого эксперимента в установке необходимо предусмотреть фиксацию (заметную для всего класса): а) равных отрезков пути; б) равных промежутков времени.

Все побочные явления, сопровождающие изучаемое, должны быть сведены до минимума. Если же этого нельзя достичь, следует показать дополнительный опыт, свидетельствующий о незначительности влияния побочного явления на результаты основного эксперимента.

Демонстрационная установка должна быть надежной, что исключает неудачи на уроке и позволяет в случае необходимости повторить опыт. Ничто так не подрывает профессионального авторитета учителя, как неудавшаяся демонстрация. Поэтому при отказе установки на уроке нужно хладнокровно проверить все ее узлы, найти и ликвидировать неисправность. Если же это не удалось, надо указать причину неудачи и поставить опыт на следующем занятии.

4. При демонстрации явлений, происходящих в одной плоскости (например, при демонстрации вращательного или колебательного движения), нужно добиться того,

чтобы плоскость, в которой происходит движение была перпендикулярна лучу зрения учащихся, сидящих в середине класса.

5. Для демонстрации физических явлений, непосредственно не воспринимаемых органами чувств (электрические и магнитные поля, невидимые лучи, изменение химического состава вещества, плотности и т.д.), следует применять различные индикаторы. Так, для обнаружения электрического поля заряженного шара можно воспользоваться легкими частицами рогозы, для обнаружения магнитного поля – железными опилками и т.д..

6. Для улучшения видимости демонстрационной установки или отдельных приборов надо подбирать соответствующий фон, на котором рассматривается демонстрационная аппаратура. Для этой цели применяют подвижные экраны, имеющие с одной стороны черную, а с другой, белую поверхность. Чаще всего применяют белый экран, на фоне которого четко видны тела, имеющие темный цвет. Черный экран целесообразно применять в случае демонстрации самосветящихся тел или тел, окрашенных в светлые тона (например, для демонстрации накала провода при прохождении по нему тока).

7. При демонстрации явлений, происходящих в бесцветных средах (например, в бесцветных жидкостях), последние подвергаются окрашиванию. Хорошими средствами для этой цели служит флуоресцин, фуксин, фенолфталеин с несколькими каплями нашатырного спирта, хвойный концентрат, отвар столовой красной свеклы. Нецелесообразно подкрашивать воду марганцовокислым калием, чернилами, красками, так как после применения этих красителей стенки сосудов быстро загрязняются. Подкрашивание необходимо делать умело и в меру. Например, демонстрируя архимедову силу при сильной концентрации красителя, тело, опущенное в воду, не будет видно. В этом варианте хорошо виден уровень воды в сосуде и факт опускания тела в жидкость, но невозможно заметить, что тело касается дна сосуда. В иных случаях целесообразно применять красители разных цветов или различной интенсивности. Для наблюдения луча света в воде ее незначительно подкрашивают либо флуоресцином, либо молоком.

8. Зеркала для демонстрационных целей применяют в двух случаях: 1) когда необходимо улучшить видимость со стороны учащихся; 2) когда необходимо обеспечить видимость со стороны учителя. В первом случае зеркала больших размеров устанавливают под углом  $45^\circ$ , что позволяет учащимся видеть предметы, расположенные на демонстрационном столе в горизонтальной плоскости (например, спектр магнитного поля, созданный с помощью железных опилок). Во втором случае используют зеркало малых размеров (например, из набора ФОС-67). Его устанавливают так, чтобы учителю были видны элементы установки, обращенные к учащимся. Например, при демонстрации осциллограмм, перед осциллографом устанавливают зеркало, которое позволяет учителю видеть картинку на экране.

9. Для акцентирования внимания учащихся на отдельных деталях демонстрационной установки, применяют указатели и индикаторы. В распоряжении демонстратора удобно иметь указатели направления, полярности, уровня, порядкового номера, принадлежности. Указатели направления монтируют на подставке. Стрелку наносят с двух сторон, что позволяет одновременно и ученикам, и учителю видеть одно и то же направление. Поворот стрелки на  $180^\circ$  вокруг стойки меняет направление на противоположное. Указатели полярности и порядковых номеров отличаются от рассмотренных только тем, что вместо стрелок на одной и другой стороне наносят один и тот же знак («+», «-», N, S, цифра). Указатели уровня могут быть укреплены в муфте штатива: стержни, полоски цветной ленты,

резиновые кольца и др.. Указатели принадлежности помогают выделить в демонстрационной установке отдельные части, объединенные каким-либо признаком. Так, в опыте по наблюдению явления самоиндукции параллельные ветви целесообразно собрать, применив провода разных цветов. Индикаторы применяют в том случае, когда демонстрируемые объекты трудно или невозможно воспринимать непосредственно. Например, для обнаружения тока в цепи можно применить лампу накаливания, для обнаружения электромагнитного поля – неоновую лампу и т.д..

**10.** Для проведения демонстрационных опытов также используют проецирование приборов на экран. Целый ряд демонстрационных приборов, выпускаемых промышленностью, имеет небольшие размеры и специально приспособлен для демонстрации в проекции. Проецирование может быть теньвым или световым. Приборы демонстрируют с помощью оптической системы ФОС, устанавливая их в вертикальном (насосы, капилляры и др.) или горизонтальном (модель броуновского движения) положении. Для подсветки и теневого проецирования применяют специальный осветитель, у которого можно регулировать расходимость светового пучка. Осветитель применяют в разных вариантах. Например, если нужно выделить какую-то деталь опыта, то с помощью осветителя подбирают угол расходимости пучка и место, с которого наиболее эффективно можно освещать эту деталь. Для наблюдения состояния поверхности воды установку собирают так, чтобы световой поток, идущий от осветителя, после отражения падал на экран. Так демонстрируют механические волны на поверхности жидкости, растекание масла по поверхности воды и другие опыты. Применяя осветитель, для теневого проецирования можно демонстрировать работу электрического звонка и др.. Проецирование на экран дает возможность показать характеризующие физическое явление детали в увеличенном виде. Это особенно важно тогда, когда размеры приборов или изменения в ходе демонстрируемого явления незначительны (например, поднятие или опускание жидкости в капилляре, рост кристалла. Однако нужно иметь в виду, что наблюдение явления в натуре всегда предпочтительнее, чем его проекция; последняя применяется только тогда, когда другие средства неэффективны. Резюмируя всё сказанное о технике демонстрации, подчеркнем, что при подготовке того или иного опыта учитель решает три основных вопроса:

**1)** выбор места каждого элемента установки, демонстрирующей изучаемое явление, в горизонтальной или вертикальной плоскости;

**2)** применение освещения и фона (как правило, черного, белого или матового просвечивающего);

**3)** выбор наиболее подходящих индикаторов для наилучшего наблюдения данного процесса.

Наглядность демонстрационного эксперимента обеспечивается с помощью специальных средств:

**1.** Штативы, столики, скамейки, подставки обеспечивают расположение приборов, удобное для наблюдения.

**2.** Экраны (белые, черные, цветные, с подсветкой) позволяют создать фон и выделить экспериментальную установку в целом или ее отдельные части.

**3.** Указатели (в виде больших ярких стрелок) позволяют акцентировать внимание учащихся на отдельных деталях экспериментальной установки.

**4.** Индикаторы (лампа накаливания, неоновая лампа, измерительные приборы, звук и др.) делают видимыми те объекты,

которые нельзя воспринимать непосредственно (электрический ток, магнитное поле и др.).

**5.** Подкрашивание жидкости обеспечивает четкое фиксирование ее уровня и объема.

**6.** Теневое проецирование позволяет увеличить экспериментальную установку или ее отдельные части (модель броуновского движения, маятник в часах, модель опыта Резерфорда, спектры электрических и магнитных полей и др.).

**7.** Зеркала обеспечивают улучшение видимости для учителя (например, при работе с осциллографом) и для учеников при проведении опытов в горизонтальной плоскости (спектры электрических и магнитных полей).

**8.** Провода разного цвета используются при сборке параллельных электрических цепей.

Рассмотренные средства наглядности демонстрационного эксперимента подбираются к опыту после определения объекта эксперимента и объекта демонстрации.

Объект эксперимента – это совокупность приборов и принадлежностей, участвующих в проведении демонстрационного опыта.

Объект демонстрации – это часть, деталь экспериментальной установки, изменения которой раскрывают сущность демонстрируемого. Именно к объекту демонстрации должно быть привлечено внимание учащихся с помощью специальных средств. Так шкалы и стрелки всех измерительных приборов должны быть большими и контрастными. Подкрашивание воды усилит наглядность опыта «Гидростатический парадокс», но снизит наглядность опыта «Архимедова сила». В опытах с универсальным штативом фон подбирается к предмету, закрепленному в его лапке. На белом фоне штатив будет четко виден, что отвлечет внимание учащихся от объекта демонстрации.

Качественная подготовка эксперимента к занятиям требует значительного времени. Однако заметим, что много времени для налаживания требует лишь эксперимент, который ставится впервые; повторение его в будущем требует уже значительно меньшей затраты времени. Чтобы закрепить приобретенный опыт показа демонстрации и не забыть ее «тонкостей», от которых зависит успех эксперимента, лучше всего вести картотеку демонстраций, где следует обязательно фиксировать «секреты» и индивидуальные особенности приборов своего физического кабинета. В этих целях на каждый демонстрационный эксперимент заводят карточку, на лицевой стороне которой указывают следующие данные: класс, изучаемая тема, тема урока, название демонстрации, схема (эскиз) установки. На оборотной стороне карточки записывают перечень приборов, их особенности, оптимальный режим работы, отдельные замечания.

### ***1.3 Методика проведения демонстрационных опытов.***

Педагогический эффект любого демонстрационного эксперимента, т.е. наиболее полного восприятия и осмысления его учащимися можно достичь только при определенной методике показа опыта.

Методика демонстрационного эксперимента – это совокупность методов, приемов и средств, обеспечивающих эффективное включение демонстрационного опыта в процесс обучения. Методика демонстрационного эксперимента предполагает определение места опыта на уроке, его дидактических возможностей и

последовательности проведения совместно с объяснением учителя, нахождения оптимального сочетания демонстрационного опыта с другими средствами наглядности, подбор вопросов к учащимся при обсуждении результатов опыта и др..

### ***Методические требования к демонстрационным опытам***

**1.** Основные методические требования к демонстрационным опытам обуславливают правила их проведения, которых учитель должен всегда придерживаться. Одно из первых методических требований – органическая связь демонстрационного опыта с изложением учебного материала на уроке. Именно поэтому подавляющее число демонстрационных экспериментов носит качественный характер. Несмотря на кратковременность, демонстрационные опыты должны быть убедительными и ясными. Эти важные качества демонстрационных опытов во многом определяются техникой их постановки.

**2.** Органически сливаясь с содержанием урока, демонстрационные опыты должны захватывать внимание учащихся на время, необходимое и достаточное для решения локальной учебной задачи, это время не должно быть большим, чтобы внимание учащихся не рассеялось. Иначе говоря, психологическая основа эффективности демонстрационного эксперимента состоит во взаимосвязи первой и второй сигнальных систем, что внешне выражается в соединении наглядности со словом учителя. При демонстрации опытов решающая роль принадлежит учителю, поскольку он выступает активным посредником между учащимися и демонстрируемыми явлениями; от его методического мастерства и технической грамотности зависит успех демонстрации. Кроме того, представления школьников, возникающие при наблюдении опытов, должны быть доведены до обобщений, а это может сделать только учитель.

**3.** Подавляющее число изучаемых физических явлений, понятий, закономерностей не может быть хорошо усвоено учащимися без тщательно разработанной системы опытов, отвечающих требованиям методики и техники демонстрирования. Важно, чтобы здесь соблюдалась мера в отношении числа демонстраций, и чтобы отобранные опыты в совокупности составляли логически связанную систему, в которой каждый последующий опыт развивает предыдущий и опирается на него, причем учащиеся должны видеть и понимать взаимосвязь опытов. Это достигается тем, что демонстрационная установка для каждого следующего опыта в основном оставалась прежней, а новый эффект достигается путем небольшого ее изменения или дополнения.

**4.** Особое значение имеет подготовка учащихся к восприятию опыта. Всякий опыт вызывает произвольное внимание учащихся, однако, оно неустойчиво, и с помощью слова его нужно перевести в произвольное, т. е. вызвать интерес к опыту путем выяснения его цели. Мы уже подчеркивали, что результат каждого эксперимента — это ответ природы на поставленный ей вопрос. Поэтому необходимо довести до сведения учеников этот вопрос, чтобы они ожидали ответа и поняли его. Демонстрация опыта без указания его цели не эффективна. Обычно перед экспериментом учитель выясняет его назначение и указывает пути достижения цели, как правило, сопровождая объяснение рисунком на доске. После того как учащиеся поймут идею опыта и схему демонстрационной установки, он приступает к ее составлению. Если демонстрационный опыт сложный (требует нескольких действий или последовательного получения нескольких результатов), то для повышения его эффективности лучше разделить его на отдельные этапы, определяя цель каждого из них.

**5.** Темп демонстрации должен соответствовать темпу устного изложения и

скорости восприятия учащимися. Во многих пособиях до последнего времени это качество демонстрации не совсем точно называли кратковременностью, имея в виду ее оптимальный режим. Если явление протекает быстрее, чем его успевают воспринять школьники, опыт следует повторить (например, наблюдение искрового разряда), если возможно, в замедленном темпе. Вместе с тем нужно помнить, что неоправданно растянутая демонстрация понижает интерес учащихся к ней и приводит к потере учебного времени. Таким образом, когда говорят о кратковременности опыта, то имеют в виду не уменьшение времени наблюдения явления (хотя и оно должно расходоваться экономно), а сокращение до минимума времени на подготовку опыта на уроке. Из этого следует необходимость заблаговременной подготовки всего оборудования для эксперимента. Так, если предполагается кипятить на уроке воду, то ее перед этим подогревают до кипения; все расстояния, объемы тел, показания приборов и т. д. определяют заранее. При подготовке демонстрации необходимо установить, сколько времени занимает опыт, чтобы правильно спланировать элементы урока.

**6.** Важным методическим вопросом является место демонстрационного опыта на уроке, которое определяется выбранной учителем методикой изложения нового учебного материала, логикой развития его содержания. При эвристическом методе ведения урока в большинстве случаев беседа преподавателя должна подвести учащихся к постановке вопроса, ответ на который дает намеченный опыт. Но в некоторых случаях показ опыта может предшествовать беседе с целью постановки перед учащимися проблемы, которая разрешается в ходе урока. Этот методический прием, активизирующий мыслительную деятельность учащихся, в последнее время получает все более широкое распространение.

Во многих случаях, когда раскрывается сущность различных физических закономерностей, демонстрационный эксперимент ставят после теоретического его разъяснения. В этом случае он выступает как качественная иллюстрация изложенной закономерности. Наконец, в некоторых случаях педагогически целесообразно показывать на уроке один и тот же демонстрационный опыт дважды: один раз в начале урока, в целях создания проблемной ситуации, а затем второй раз – после объяснения учителем данного явления.

В целях активизации познавательной активности учащихся на уроках при постановке демонстрационного эксперимента целесообразно:

**1.** Четко сформулировать цель эксперимента (она должна быть понята учащимися); объяснить принципиальную или блочную схему установки с помощью рисунка, выполненного на классной доске, а в случае более сложных установок, на специальном плакате или с помощью кодоскопа; от принципиальной схемы перейти к разъяснению собранной установки на демонстрационном столе, т.е. раскрыть методику наблюдения явления или методику измерения какой-либо физической величины; сообщить, на чем из собранной установки следует фиксировать внимание для обнаружения эффекта демонстрации.

Лишь после этой подготовительной работы проводят демонстрационный опыт. Естественно, что сразу после выполнения эксперимента, учитель выясняет, что видели учащиеся, и в первую очередь сидящих за задними партами физического кабинета. Искусство учителя состоит в том, чтобы постановкой заранее подготовленных вопросов подвести учащихся к правильному объяснению результата опыта. Наконец, в заключение учитель этот же вывод формулирует в более строгой форме, принятой в учебной литературе.

2. Не сообщать эффект демонстрационного опыта до его осуществления. Не выполнение этого требования приведет к тому, что внимание учащихся будет искусственно снижено. Опытные учителя в целях развития интуитивного мышления учащихся и усиления интереса их к физике ставят перед учащимися вопрос о результате опыта до его демонстрации. Представляя возможность высказать предположения нескольким учащимся, учитель не корректирует их, а предлагает внимательно наблюдать за проведением опыта.

3. Отобрать рациональное число опытов одному и тому же явлению, свойству или закономерности, руководствуясь тем, чтобы они в системе позволили сформулировать после их осмотра общий вывод. Например, явление электромагнитной индукции невозможно понять с помощью единичного демонстрационного опыта. В таких случаях необходимо показать учащимся несколько экспериментов (с различными телами или на различных установках), демонстрирующих одно и то же явление или свойство. Однако, в каждом конкретном случае требуется различное количество опытов, потому что чрезмерно большое их количество рассеивает внимание учащихся и требует много времени.

4. Подключить большое количество видов памяти учащихся. С этой целью учащиеся должны не только внимательно наблюдать за проведением демонстрационных опытов на уроке, но и фиксировали в своих тетрадях их содержание в виде опорного конспекта. Правильное выполнение этого требования состоит в том, чтобы записи в тетрадях учащиеся делали не во время выполнения самого эксперимента, а после его осмысления. Этому умению следует специально учить учащихся сначала на образцах, после чего учить это делать самостоятельно.

5. При постановке демонстрационных опытов, связанных с раскрытием сущности нового свойства, явления или закономерности, можно придерживаться следующей методики их проведения:

1) Обоснование необходимости экспериментального способа изучения (подтверждение истинности) конкретного знания, постановка перед учащимися целевого назначения демонстрационного опыта, проектирование его модели.

2) Разъяснение экспериментальной установки на схематическом рисунке или совместное с учащимися ее конструирование.

3) Разъяснение собранной установки на приборах. Раскрытие методики наблюдения или измерения, и выделение объекта опыта.

4) Проведение опыта учителем и проверка его эффективности с помощью системы вопросов учащимся для объяснения эффекта демонстрации.

5) Заключение учителя по проведенному эксперименту.

6) Оформление учащимися опорного конспекта по содержанию опыта.

Совершенно ясно, что при постановке ряда тождественных опытов можно в предлагаемой последовательности опустить отдельные моменты для ускорения проведения эксперимента.

### ***Подбор демонстрационных опытов***

Необходимость подбирать демонстрационные опыты возникает при подготовке

учителя почти к каждому уроку. Важно, чтобы опыты по тому ли иному элементу знаний раскрывали его содержание, а по теме в целом составляли логически связанную систему, в которой каждый следующий развивает предыдущий и опирается на него. Между тем, рациональный выбор демонстраций осложнен многочисленностью вариантов опытов, разработанных в методике физике. Чем же руководствоваться учителю при отборе опытов к уроку?

Рассматривая содержание программы по физике, всегда можно наметить такие возможности из разных тем курса, которые, безусловно, должны иллюстрироваться опытами. Это будут прежде всего самые простые начальные опыты, как, например: 1) воздух имеет вес; 2) газы обладают упругостью; 3) тела от нагревания расширяются.

Для учащихся, приступающих к изучению физики, начальные опыты служат отправными пунктами и, в то же время, непреложными истинами, «началом всех начал». Именно эксперимент, а не логически обоснованные и математически оформленные рассуждения, часто являются для них неоправданным доказательством положений. Недаром М.В. Ломоносов сказал: «Один опыт я ставлю выше, чем тысячи мнений, рожденных только воображением».

Важно подчеркнуть, что необходимость в таких начальных опытах остается при изучении нового раздела курса на всех ступенях обучения. По мере развития учащихся усложняются и начальные опыты для них, сохраняя всякий раз элементы новизны и увлекательности – необходимые качества этих опытов при всех условиях.

После некоторого накопления представлений и понятий, переходят к развитию этих понятий и установлению той или иной зависимости между ними. Другая стадия обучения предъявляет и другие требования к учебному эксперименту. Вполне естественно намечается и другая группа демонстраций, помогающих конкретно представить размеры некоторых физических величин и установить количественную и качественную зависимость между физическими величинами, т.е. положить начало изучению физических законов.

Третья группа опытов вытекает из необходимости в процессе обучения показывать практическое применение законов физики. Эти опыты иллюстрируют наиболее существенные детали устройства и действия приборов, приспособлений и механизмов.

Когда учащиеся, разбирая тот или иной новый раздел курса, пройдут нормальный процесс обучения – от представлений и понятий к установлению связи и зависимости между понятиями и затем к практическим применениям физических законов, то в конце появляется необходимость закрепить и углубить полученные ранее знания. Возникает четвертая группа опытов для углубления знаний, для тренировки. Здесь демонстрируются более сложные явления, иногда они становятся для учащихся несколько неожиданными и противоречат привычным для них представлениям.

К этой группе опытов относятся, например: обрывание, по желанию верхней или нижней нити у тяжелого подвешенного на нити груза; движение двойного конуса «вверх» по наклонным рельсам; кипение воды при понижении давления в колбе, охлажденной снегом и т.д.

Покажем на конкретной теме «Атмосферное давление» для VII класса, каким образом должны отбираться демонстрационные опыты.

Прежде всего нужно продемонстрировать в классе простой начальный опыт, который вскрывал бы причину атмосферного давления. Если ранее не была показана весомость газов, и в частности воздуха, то первой демонстрацией на тему

об атмосферном давлении должна быть обнаружение веса воздуха. Далее нужно показать учащимся существование атмосферного давления и условия, при которых оно обнаруживается. Следует продемонстрировать ещё два общеизвестных начальных опыта: прогибание резиновой пленки от атмосферного давления и подъем воды в трубке за поршнем. Последний опыт важен, так как он является подготовительным для понимания действия водяных насосов.

Когда вскрыта причина, показано само изучаемое явление как следствие этой причины, можно перейти к количественной стороне дела – продемонстрировать «опыт Торричелли» (кинофрагмент, компьютерный вариант), а затем сделать расчет величины атмосферного давления, и наглядно подтвердить его правильность опытом с магдебургскими полушариями или заменяющим его опытом со стеклянным колоколом, прижимаемым к тарелке воздушного насоса при выкачивании воздуха. Можно показать также раздавливание стеклянной пластинки атмосферным давлением.

Далее можно перейти к применениям атмосферного давления и продемонстрировать устройство и действие барометра-анероида и насосов – водяного (всасывающего и нагнетательного) и воздушного поршневого. Важно подчеркнуть экспериментом изменение атмосферного давления с высотой подъема над землей, так как это явление служит основой для определения высоты подъема с помощью альтиметра.

Наконец, в качестве демонстрационных экспериментов, предназначенных для упражнения, можно выбрать, например, такие опыты: 1) сдавливание жестяной банки атмосферным давлением; 2) вода не выливается из банки с отверстием в дне; 3) резиновая присоска с наконечником в виде лунки «прилипает» к классной доске.

Итак, по теме «Атмосферное давление» для VII класса целесообразно показать следующие опыты:

- Группа 1 1) Воздух имеет вес
- 2) Прогибание резиновой пленки от атмосферного давления
- 3) Подъем воды в трубке за поршнем
- Группа 2 4) Опыт Торричелли (кинофрагмент)
- 5) Магдебургские тарелки
- 6) Раздавливание стекла атмосферным давлением
- Группа 3 7) Изменение атмосферного давления с высотой подъема
- 8) Устройство и действие насосов водяных и воздушного поршневого
- Группа 4 9) Сдавливание жестяной банки атмосферным давлением
- 10) «Прилипание» резиновой присоска «прилипает» к классной доске

Из предлагаемых вариантов демонстрационных опытов выбор конкретного наиболее рационально можно осуществить после сравнительного анализа их качества с помощью следующих критериев:

1. Содержательность – подбор приборов и создание условий, в полной мере раскрывающих сущность демонстрации.
2. Достоверность – обеспечение однозначности и истинности толкования результатов опыта.
3. Убедительность – постановка демонстрационного опыта, при которой его результаты не вызывают сомнений у учеников.
4. Наглядность – подбор средств, наиболее ярко раскрывающих сущность демонстрации.
5. Кратковременность – сведение до минимума времени выполнения

демонстрационного опыта.

6. Воспроизведение – многоразовое повторение демонстрационного эксперимента.

7. Надежность – обеспечение успеха во время демонстрации опыта за счет тщательной предварительной подготовки.

8. Эстетичность – красивое оформление экспериментальной установки и рациональное выполнение опыта.

9. Эмоциональность — позитивное воздействие демонстрационного опыта на психику учащихся, формирование у них интереса к предмету.

10. Соблюдение техники безопасности.

### ***Выбор оптимального сочетания демонстрационного опыта с другими видами наглядности***

Постановка демонстрационных опытов часто сопровождается записями учителя на классной доске, использованием таблиц, плакатов, графиков. Это позволяет улучшить наглядность эксперимента и сконцентрировать внимание учащихся на физической сущности опыта.

Дополнительные средства наглядности могут использоваться учителем перед экспериментом, в ходе его или после окончания.

Параллельно с экспериментом рисунок выполняется в тех случаях, когда он помогает ученикам понять ход и содержание физического опыта. Учитель ставит перед учащимися цель, проводит эксперимент по этапам и одновременно фиксирует динамику и результаты опыта на доске. В этом случае опыт и рисунок дополняют друг друга.

Перед экспериментом рисунок выполняется на классной доске в том случае, если опыт происходит быстро или необходимо акцентировать внимание учеников на объекте демонстрации. Например, если учащимся предложить наблюдать опыт с прибором для демонстрации невесомости без предварительных рисунков на доске, то они не поймут сущности демонстрируемого явления. Учащиеся должны знать, что свечение шара свидетельствует о состоянии невесомости. С этой же целью все электрические цепи собираются по предварительно зарисованным схемам.

Для пояснения физической сущности опыта можно пользоваться серией рисунков, отображающих динамику процесса и позволяющих фиксировать внимание учащихся на самом главном на каждом этапе демонстрации.

Применение плакатов, таблиц, графиков позволяет дополнить эксперимент новой информацией, обратить внимание учащихся на конструктивные особенности установки, более доступно объяснить физическую сущность опыта, показать примеры применения явления в технике и быту.

При изучении фундаментальных опытов и проведении модельного эксперимента, дополнительные средства наглядности позволяют ознакомить учащихся с историей открытия, принципом действия и конструктивными особенностями экспериментальной установки. Например, при изучении закона Кулона можно сначала ознакомить учащихся с опытом Кулона по настенной таблице, а затем провести эксперимент и получить количественную зависимость с помощью демонстрационного оборудования. Аналогично поступают при изучении опыта Штерна, фотоэффекта и др. Иногда вместо таблицы может быть использован кинофрагмент или кинокольцовка (например, кинофрагмент "Опытное определение постоянной всемирного тяготения").

При выборе оптимального сочетания демонстрационного опыта с другими видами наглядности можно руководствоваться следующими правилами:

- Выявить технические, дидактические, методические особенности демонстрационного опыта (быстрота протекания, сложное устройство установки или её небольшие размеры, плохая видимость и др.), на основании чего определить цель использования дополнительных средств наглядности.
- Выделить самое существенное в демонстрационном опыте, что должно быть зарисовано на доске или пояснено с помощью других средств наглядности.
- Зарисовать опыт с учётом требований к педагогическому рисунку. Продумать возможности отражения опыта в динамике.
- Определить последовательность использования средств наглядности при демонстрации опытов.
- Продумать объяснение физической сущности демонстрационного опыта с помощью дополнительных средств наглядности.

## **2 УМЕНИЯ И НАВЫКИ, КОТОРЫМИ ДОЛЖЕН ВЛАДЕТЬ УЧИТЕЛЬ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ОПЫТОВ**

Демонстрация физических опытов позволяет учителю руководить познавательной деятельностью учащихся в процессе наблюдения и изучения физических явлений. С помощью физического эксперимента решают разные задачи. Это может быть наблюдение физического явления, качественное или количественное изучение метода исследования, введение в теорию, подтверждение выводов теории, применение физических законов на практике.

Знание прибора предполагает:

- знание названия прибора и его основного назначения, принципа действия прибора и его основных узлов;
- умение по внешнему виду выделить данный прибор среди других;
- знание технических возможностей прибора, его эксплуатационных характеристик, допустимых режимов;
- умение применять прибор по назначению и в сочетании с другими приборами, знание условий, позволяющих получить нужный эффект;
- умение выполнять простейший ремонт, производить замену отдельных деталей, наладивать прибор при отклонениях от нормы.

Умение собирать установки отражает степень владения техникой демонстрационного эксперимента. Здесь существенным является выполнение требований, предъявляемых к демонстрационным опытам, и рациональное использование средств, обеспечивающих эффективность постановки опыта. Практикой выработаны определенные правила сборки установок, которыми целесообразно руководствоваться. Они сводятся к следующему:

- мысленное конструирование установки, возможно вычерчивание структурной схемы, блочного чертежа расположения приборов, вспомогательного рисунка;
- отбор конкретных приборов для данного опыта;
- сборка установки: расположение на демонстрационном столе приборов в определенном логическом порядке, объединение элементов установки (как правило, установку собирают в наклонной или вертикальной плоскости; приборы, отражающие существенное в опыте, должны быть на переднем плане);
- проверка выполнимости требований, предъявляемых к опытам, с учетом возможностей разных средств (при этом необходимо убедиться, что установка хорошо просматривается с каждого места класса);

-отработка последовательности операций, которые необходимо выполнять при демонстрации опыта (отрабатывая операции, следует продумать текст, которым будет сопровождаться эксперимент).

-умение демонстрировать опыты, т.е. владение методикой и техникой демонстрационного эксперимента, охватывает разные стороны учебного процесса, включая деятельность учителя и организацию познавательного интереса учащихся. При этом эксперимент может выступать в двух аспектах: при дедуктивном изложении материала он выступает в качестве критерия истины, подтверждает выводы теории, при индуктивном подходе является основным источником знаний. И в том, и в другом случае есть нечто общее:

на демонстрационном столе не должно быть ничего лишнего, т.е. не должно быть никаких приборов, принадлежностей и пр., не относящихся к данному опыту;

если демонстрация сопровождается чертежом, рисунком или схемой (что чаще всего и бывает), то нужно своевременно соотнести элементы чертежа с приборами и деталями установки, причем элементы чертежа нужно расположить так, как предполагается расположить детали установки;

при демонстрации опыта учитель должен находиться за демонстрационным столом (за приборами); демонстрировать опыты нужно так, чтобы не загоразивать руками детали установки;

при необходимости нужно поднимать или поворачивать демонстрируемые приборы;

темп изложения при демонстрации может быть разным, сравнительно быстрым при объяснении установки и более медленным при изложении сущности явления; паузы делают тогда, когда акцентируют внимание на той или иной детали установки, на том или ином компоненте раскрываемого процесса;

по результатам опыта (возможно, части опыта) делают четкий и обоснованный вывод;

число опытов диктуется необходимостью как можно полнее раскрыть сущность изучаемого; как правило, бывает достаточно двух-трех опытов.

При индуктивном изложении материала можно выделить следующие этапы:

1) постановка задачи (проблемы), требующей экспериментального решения;

2) выяснение элементов знаний, которые предполагается получить экспериментально (но не сообщение самих знаний);

3) составление блок-схемы установки (выполнение чертежа, рисунка);

4) сборка установки на глазах учащихся. При этом проводится соотнесение чертежа с элементами установки. Иногда часть установки (отдельные блоки) собирают заблаговременно, и только в редких случаях установка может быть собрана заранее. Однако в любом варианте приборы и принадлежности выставляют на демонстрационный стол только на время демонстрации опыта;

5) объяснение установки. Выяснение назначения отдельных приборов и блоков, функциональных зависимостей между элементами установки;

6) демонстрация явления или процесса, сопровождающаяся объяснением того, что и как наблюдать, на чём акцентировать внимание, как выделить интересующие нас объекты, процессы, новые знания; варьируя опыт, учитель не говорит о наблюдаемых результатах, а организует работу так, чтобы в процессе беседы учащиеся сами заметили то, что необходимо, и сделали соответствующие выводы;

7) словесное, графическое или табличное фиксирование полученных экспериментальных данных;

8) организация работы с учащимися по вычленению новых знаний, полученных в результате постановки опыта, через сравнения, абстрагирование, обобщение.

При дедуктивном изложении материала меняется роль только 1, 2 и 8 выделенных ниже этапов. Их смысл сводится к следующему:

первый этап – выяснение следствий из теорий, которые можно проверить экспериментально;

второй этап – выяснение элементов знаний, которые предполагается подтвердить экспериментально;

восьмой этап – организация работы с учащимися по актуализации знаний, которые подтверждают выводы теории и получены в результате выполнения опыта.

При демонстрации опытов возможны записи в тетрадях учащихся (название опыта, схема установки, таблицы, график, заключение). В каждом конкретном случае учитель указывает, что необходимо записать на той или иной стадии эксперимента.

Умение организовать решение экспериментальных задач предполагает умение подобрать оборудование для задачи, знания приемов и организационных форм решения и соблюдения этапов решения. Задачу называют экспериментальной, данные для решения которой получают опытным путем (т. е. без эксперимента на вопрос экспериментальной задачи ответить невозможно). Для решения экспериментальной задачи можно применять как демонстрационное, так и лабораторное оборудование; её могут решать как учитель, так и учащиеся (фронтально или индивидуально). При решении задач с использованием демонстрационного оборудования следует соблюдать требования, предъявляемые к демонстрационным опытам.

Решение экспериментальной задачи состоит из четырех этапов:

- 1) осмысление условия задачи;
- 2) составление плана решения;
- 3) осуществление плана;
- 4) исследование ответа.

Первый этап предусматривает знакомство с условием задачи, которое содержит утверждения и требования, а также перечень (полный или частичный) приборов и материалов, необходимых для эксперимента, оценку физической ситуации по условию задачи. На втором этапе разрабатывается теоретический путь поиска, намечается порядок проведения опыта; в случае необходимости добавляют приборы или материалы. Третий этап направлен на выполнение опыта, в результате которого получают недостающие экспериментальные данные. Эти данные применяют для получения ответа. На последнем этапе проверяют правдоподобность ответа, анализируют результаты эксперимента, ведут поиск других способов решения задач.

В процессе выполнения лабораторных работ по МиТШФЭ каждый студент должен овладеть следующими знаниями, умениями и навыками:

- 1) уметь собирать любую установку по схемам и описаниям;
- 2) знать назначение и правила эксплуатации основного оборудования по физике для средних школ;
- 3) овладеть методикой и техникой демонстрации школьных физических опытов;

- 4) уметь объяснять демонстрируемые явления на уровне учителя средней школы;
- 5) привить навыки в соблюдении ТБ при выполнении опытов.

### ***Техника безопасности при проведении демонстрационных опытов.***

При постановке всех физических опытов необходимо соблюдать правила техники безопасности.

**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.

**Работа с газовыми горелками и воспламеняющимися веществами.**

1. 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.

2. Переливать из сосудов в приборы бензин, эфир, спирт и другие легковоспламеняющиеся жидкости нужно над специальным тазом или кюветой, не ближе 3 м от открытого пламени.

3. Разлитый горящий керосин нельзя гасить водой, в этих случаях следует применять огнетушитель. Можно также набросить на горящую жидкость шерстяную тряпку. В физическом кабинете должны быть наготове огнетушители двух типов; ведро с песком, асбестовое одеяло или большая шерстяная тряпка.

4. Пользуясь газом и газовыми горелками, надо помнить, что газ ядовит и взрывоопасен. Неправильное и небрежное обращение с газовыми горелками и газовыми приборами может вызвать отравление, пожары и взрывы. Надо следить, чтобы пламя не проникало внутрь горелки. Если пламя проскочит, надо немедленно закрыть кран, дать горелке остыть и лишь после этого снова зажечь ее, уменьшив предварительно приток воздуха.

Газовая сеть после проведения опыта должна быть выключена. Выключающие приспособления располагают в препараторской или в ином месте, недоступном для учащихся.

5. В случае обнаружения запаха газа в лаборатории надо немедленно открыть окна в проветрить помещение, проверить, закрыты ли краны газовой сети, запретить зажигать огонь, включать и выключать освещение и различного рода электрические приборы.

**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.

1. При составлении растворов серной кислоты во избежание сильного нагревания, разбрызгивания кислоты и даже взрыва сосуда с раствором наливают кислоту в воду, а не наоборот.

2. При растворении концентрированной серной кислоты в воде следует пользоваться только стеклянной химической посудой, при растворении щелочей – фарфоровой (керамической), стальной или чугунной посудой.

3. Наливать в сосуды концентрированные растворы кислоты и щелочи можно только тонкой струйкой (через воронку) во избежание разбрызгивания.

4. 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 лабораторные столы.

5. Нельзя сильно наклоняться над сосудом, в который наливается раствор, так как брызги могут попасть в глаза. При попадании брызг глаза следует промыть большим количеством воды, а затем нейтрализующими растворами: для щелочи – 2-х процентным раствором борной кислоты, для кислоты – 3-х процентным раствором двууглекислой (питьевой) соды. После промывки немедленно обратиться к врачу.

6. Попавшую на кожу кислоту или щелочь необходимо прежде всего смыть большим количеством воды и для нейтрализации смочить поверхность участка тела, подвергшегося действию кислоты, 3-х процентным раствором питьевой соды; подвергшегося действию щелочи – 3-х процентным раствором уксусной кислоты или 10-процентным раствором борной кислоты. В лаборатории всегда должно быть наготове достаточное количество нейтрализующих растворов.

В школе едкие, ядовитые и огнеопасные вещества следует хранить в месте, совершенно недоступном для учащихся.

**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 электричества на человека определяется не величиной напряжения, а величиной силы тока, проходящего через тело человека. Безопасная величина переменного тока составляет 10 мА, постоянного тока – 50 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.

1. Нельзя пользоваться неисправными вилками и оголенными проводниками для подключения электрических приборов к сети. Все собранные электрические схемы должны содержать элемент управления током.

2. Недопустимо применение «жучков» вместо неисправных предохранителей.

3. Нельзя делать различные переключения в собранных схемах под напряжением.

4. Собранные электрические схемы включать в сеть или к электрораспределительным щитам только после проверки лаборантом или преподавателем.

5. Категорически запрещается проверять наличие напряжения по его действию на организм (касаться частей цепи под током, кондукторов и других частей электрофорной машины, выводов высоковольтного индуктора и т. п.).

6. Все открытые токопроводящие части должны быть снабжены соответствующими кожухами (рубильники, реостаты, плавкие предохранители). Рубильник, включающий ток во всем физическом кабинете, следует располагать в препараторской.

7. Распространено мнение, что для безопасности эксплуатации электромеханического оборудования, мощных выпрямителей и трансформаторов необходимо заземление кожухов или станка. Это не всегда соответствует

действительности. В школьном физическом кабинете с сухим деревянным полом не следует устанавливать защитное заземление. Опасность в этом случае связана с тем, что не исключена возможность одновременного касания заземленного корпуса машины и токоведущих частей. В лаборатории же с сырым полом защитное заземление необходимо.

Работа с газоразрядными трубками. Министерство здравоохранения РСФСР совместно с Министерством просвещения РСФСР в 1963 г. утвердило временную инструкцию по радиационной безопасности.

1. Согласно этой инструкции категорически запрещено использование имеющихся в школах трубок Рентгена независимо от их мощности и конструкции.

2. С целью предотвращения радиоактивного облучения учащихся и учителя использование таких приборов, как трубка для демонстрации отклонения катодных лучей, трубка вакуумная со звездой, трубка вакуумная с мельничкой, допустимо при выполнении следующих условий:

- а) напряжение, подаваемое на высоковольтный индуктор ИВ – 100, не должно превышать 8 В;
- б) расстояние от трубки до учащихся и учителя (лаборанта-демонстратора) должно быть не менее 3 м;
- в) время демонстрации трубки в рабочем режиме и время контрольного опыта перед демонстрацией не должно превышать 2 мин.

При несоблюдении любого из этих условий демонстрация этих приборов категорически запрещается. Ответственность за несоблюдение указанных правил несет учитель физики.

Меры предосторожности в обращении с ртутью. Металлическая ртуть и ее пары – сильно действующий яд. Случайно пролитая и не убранная ртуть может вызвать, постепенное отравление. Скорость испарения зависит от величины открытой поверхности ртути, от температуры и состояния воздуха. Капля ртути, находящаяся в мелко раздробленном, часто невидимом для глаза состоянии, представляет значительно большую опасность, чем несколько килограммов ртути, собранной в сосуд с узким горлом.

Для собирания капелек ртути нужно иметь в лаборатории амальгамированные медные или из белой жести пластинки, которые хранятся в сосуде, закрытом резиновой пробкой. Капельки ртути, прилипшие к такой пластинке, стряхивают в сосуд с водой. Сосуд плотно закрывают пробкой, которую заливают сургучом.

При постановке физических опытов учитель должен проявлять заботу о сохранности физической аппаратуры, используемой в опытах, бережно относиться к физическим приборам. Все приборы должны содержаться в безукоризненной чистоте.

Мы указали наиболее общие положения, связанные с методикой проведения и техникой постановки демонстрационных опытов. Большое количество методических приемов и особенностей техники постановки демонстрационных опытов по отдельным разделам курса физики будет рассмотрено в следующих главах.

## **ЗОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЙ ПО МЕТОДИКЕ И ТЕХНИКЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

### **Введение к выполнению работ**

Цель работ данного практикума – подготовка студентов к экспериментально-методической деятельности в области школьного демонстрационного эксперимента по физике. Задача состоит в том, чтобы, выполнив систему опытов по каждой теме

школьного курса физики, студенты приобрели знания и умения в области методики и техники школьного демонстрационного эксперимента. С этой целью в каждой работе практикума предлагается выполнить ряд опытов, расположенных в определенной последовательности, отражающей логику изложения отдельных тем курса физики средней школы.

Не все предлагаемые в работах демонстрационные опыты выполняются студентами; часть из них являются вариантами выполняемых и предлагаются в качестве ознакомительных; их содержание, методика и техника постановки обсуждаются на заключительных занятиях практикума.

Выполнение работ практикума должно содействовать выработке у студентов критического суждения о методической ценности постановки одного и того же опыта различными средствами или различными методами, а также формированию умений проектировать систему демонстраций при изучении конкретных тем школьного курса и отбирать на основе критериев педагогически наиболее эффективные.

Для развития творческого отношения студентов к эксперименту в ряде заданий указываются не рисунки установок, а лишь их принципиальные схемы. Некоторые задания даются без обстоятельных пояснений по методике и технике их выполнения; студент должен предложить свой вариант постановки опыта. Кроме того, в описаниях отдельных заданий поставлены вопросы на выявление условий, обеспечивающих лучшую технику постановки эксперимента. При этом некоторые вопросы поставлены так, что ответы на них можно получить лишь на основе проведенных демонстрационных исследований.

Выполнив работы практикума, студент **должен знать**:

1. Структуру и содержание экспериментального метода познания, его место и роль в системе методов исследования явлений природы.
2. Требования к экспериментально-методической подготовке учителя физики и модель его деятельности в области школьного демонстрационного эксперимента.
3. Дидактические основы учебного физического эксперимента.
4. Структуру и содержание программ и школьных учебников по физике с учетом уровня изучения этого предмета в общеобразовательной школе.
5. Учебно-методическую литературу по методике и технике школьного демонстрационного эксперимента.

Студент **должен уметь**:

1. Реализовать требования методики и техники школьного демонстрационного эксперимента при постановке предлагаемых в работах практикума экспериментов, в том числе:
  - 1) выявлять демонстрационные качества отдельных физических приборов;
  - 2) правильно располагать приборы в целях лучшей видимости опытов;
  - 3) собирать по принципиальным схемам и описаниям учебные демонстрационные установки;
  - 4) получать эффективные (в техническом смысле) результаты опытов;
  - 5) продумывать место данного эксперимента в структуре урока и те выводы, которые на основе его могут быть сделаны в классе;
  - 6) оценивать методические преимущества и недостатки отдельных опытов на основе известных критериев;

7) оформлять опорные конспекты уроков с применением демонстрационного эксперимента;

8) обеспечивать безопасность проведения демонстраций.

2. Демонстрировать любой из выполненных опытов в аудитории перед студентами с соблюдением требований методики и техники эксперимента.

3. Использовать другие средства, в том числе технические (включая компьютер), при постановке демонстрационных опытов.

4. Оформлять опорные конспекты фрагментов уроков с применением демонстрационного эксперимента.

5. Планировать демонстрационный эксперимент по темам школьного курса физики, отбирать опыты к конкретным урокам.

Успех овладения школьным физическим экспериментом зависит от предварительной подготовки студентов к каждому практическому занятию и от их самостоятельности при выполнении экспериментальных заданий. Поэтому, приступая к работе, студент должен глубоко знать физику явления, содержание понятия или закономерности, знать требования школьной программы к знаниям и умениям учащихся.

В программе указаны перечень вопросов, которые должны быть раскрыты учителем в определенной логической последовательности, минимальное число демонстраций, но сделано это очень лаконично. Поэтому возникает необходимость ознакомиться с тем, как реализована школьная программа в учебных пособиях для учащихся, какова структура и логика построения этих пособий. Критическое чтение отдельных тем школьных учебников будет более эффективным, если студенты предварительно восстановят в памяти наиболее важные вопросы этой же темы по общему курсу физики. Именно поэтому целесообразно начать подготовку к каждой работе с повторения соответствующей темы по вузовским пособиям.

С целью самоконтроля подготовленности студентов к выполнению опытов в каждой работе имеются вопросы, которые направлены на выявление знаний по следующим аспектам: знание требований школьной программы по данной теме, структуры и содержания этой темы по школьному учебнику; глубины понимания физики наиболее важных вопросов темы; устройство, назначение и принцип физических приборов, используемых в работе; знание демонстрационных опытов по данной теме, описанных в методической литературе.

Вопросы по практической части работы даются двух вариантов: вопросы текстового характера для самоконтроля, которые предлагают работу с любым контролирующим устройством, обеспечивающим возможность ввода цифрового многозначного ответа, и контрольные вопросы, предусматривающие устный ответ студента с возможным контролем преподавателя в процессе беседы.

Студентам необходимо также ознакомиться с устройством и правилами эксплуатации демонстрационной аппаратуры по инструкциям к приборам и их описаниям в литературе.

Изучение приборов и оборудования может быть организовано по-разному, в зависимости от сложности прибора и значимости его для учебного процесса. Мы используем изучение приборов по трем уровням:

1. Первый уровень предполагает общее знакомство с прибором в процессе его внешнего осмотра и выяснения назначения по заводской инструкции. На этом уровне изучаются в основном специальные приборы, устройство и принцип действия которых очевиден при осмотре. Число таких приборов составляет около

50÷60% всего оборудования.

2. Второй уровень предполагает в процессе знакомства овладение умением запускать прибор и останавливать его работу. На этом уровне изучаются приборы общего назначения и ряд специальных демонстрационных приборов более сложной конструкции.

3. Третий уровень изучения – самый глубокий. Изучение приборов в этом случае предполагает, что студент должен научиться использовать их в экспериментальных установках в совокупности с другим оборудованием.

Использование различных уровней изучения позволяет студентам более основательно изучить основное оборудование кабинета физики. Дальнейшее углубление знаний о приборах и развитие умений пользоваться каждым конкретным прибором происходят при выполнении работ последующих циклов.

Для организации изучения прибора по каждому уровню студентам предлагается план действий (алгоритм), использование которого вместе с обобщенным планом описания прибора позволяет выработать обобщенное умение изучения незнакомого прибора.

Большую помощь студентам в подготовительной работе к лабораторным занятиям может оказать картотека, содержащая инструкции-задания для каждого из предлагаемых в работе демонстрационных опытов.

Инструкции-задания включают следующие разделы.

1. Введение, в котором указывается название и цели опыта: экспериментальная (ЭЦ) и дидактическая (ДЦ).

2. Указания по подготовке к опыту, перечень узловых вопросов по физике, на которые необходимо дать ответ, изучив содержание вузовских и школьных учебников; определение места данного эксперимента в школьной программе; вопросы по теоретическому материалу для самоконтроля.

3. Рекомендуемая литература; перечень основных учебных книг и материалов периодической печати с указанием глав, разделов, параграфов, страниц.

4. Перечень оборудования, используемый для постановки опыта.

5. Принципиальная или блочная схема опыта и описание установки.

6. Теоретическая часть, в которой описывается содержание опыта, разъясняется физический смысл явлений и процессов, лежащих в его основе.

7. Варианты методик наблюдения или измерения, сравнительный анализ их на основе известных критериев.

8. Описание хода работы с указанием последовательности проведения эксперимента и правил эксплуатации аппаратуры; выделение объекта, на котором фиксируется эффект демонстрируемого опыта.

9. Контрольные вопросы (в основном качественные) для более глубокого вскрытия физического смысла опыта, установления его места в системе физического эксперимента по теме.

Работа с такой инструкцией-заданием значительно облегчает подготовку студентов к занятиям, помогает им выполнить задание самостоятельно, часто даже не прибегая к помощи преподавателя.

К работе прилагается комплект заводских инструкций к приборам с методическими рекомендациями по применению приборов в учебном процессе.

Таким образом, при подготовке к лабораторным работам этого цикла студенты

должны:

- 1) повторить узловые вопросы темы по вузовским учебникам;
- 2) ознакомиться с требованиями школьной программы по данной теме;
- 3) знать структуру, содержание и логику построения этой темы по школьному учебнику;
- 4) ознакомиться с устройством и правилами эксплуатации демонстрационной аппаратуры, используемой в работе;
- 5) знать содержание самой работы данного практикума;
- 6) ознакомиться по специальной литературе с демонстрационным экспериментом по теме;
- 7) дать ответы на все вопросы, поставленные в работе (в порядке самоконтроля);
- 8) подготовить опорный конспект к работе, который должен быть руководством к выполнению заданий, а также опыты в конспекте должны оформляться так, как необходимо их оформлять в тетрадях учащихся.

Составляя план работы, студент должен записать в тетрадь для лабораторных работ номер и название работы, краткие сведения о приборах, схемы и чертежи установок (нужно записать название и марку прибора, пределы измерений и цену деления, возможные регулировки, назначение ручек управления и пр.).

Предлагаемые для выполнения задания (опыты) необходимо оформить по схеме: название задания; объект эксперимента (ОЭ); объект демонстрации (ОД); экспериментальная цель (ЭЦ); дидактическая цель (ДЦ); оборудование; схема установки (блок-схема, структурная схема, принципиальная схема); физические основы демонстрации; основные результаты (качественные, количественные); выводы.

Схемы, как правило, даны в описании опытов. При вычерчивании схемы студент должен соблюдать условные обозначения по ГОСТу. Чертежи установок должны быть аккуратными, лаконичными, четкими, выразительными, раскрывающими суть. Для более глубокого изучения демонстрационных опытов студент должен воспользоваться рекомендуемой литературой, изучить, а возможно, и внести в план другие варианты перечисленных опытов.

Организационная структура занятий практикума по МиТШДЭ:

1. Контроль-допуск к работе по заданиям с применением технических средств (15 мин.).
2. Индивидуальное или групповое выполнение демонстрационных опытов (120 мин.).
3. Выступление студентов с демонстрацией опыта, анализ и оценивание их деятельности (45 мин.).

Работа проводится фронтально по звеньям не более двух человек в следующей последовательности:

1. Проверка комплекта выставленных на столе приборов и принадлежностей по списку, предлагаемому к заданию.
2. Для практического выполнения задания необходимо:
  - а) изучить устройство и принцип действия приборов, используемых в опыте;
  - б) испытать приборы, оценить их демонстрационные качества по известным критериям;
  - в) собрать установку для проведения опыта (в трудных случаях рекомендуется обратиться к преподавателю с просьбой проверить правильность сборки);

д) выполнить опыт, оценить его педагогическую эффективность (видимость, выразительность и доступность);

е) продумать, как увеличить эффект опыта (если он недостаточен), что следует изменить, чтобы усилить видимость, выразительность демонстрации.

3. Записать в тетрадях результаты опыта и отметить особенности методики и техники постановки эксперимента, условия получения максимального эффекта и время, необходимое для проведения опыта.

4. Ответить на вопросы к заданию, если они поставлены. Продумать, какие вопросы можно поставить учащимся по данному эксперименту.

5. После демонстрации опыта установку разобрать, приборы положить на место и приступить к выполнению следующего задания (убедившись вначале, что следующий опыт проводится не на той же установке).

6. По окончании работы установки опытов не разбирать, а использовать их для выступления за демонстрационным столом.

В письменных отчетах студентов должны быть указаны (как продолжение предварительной подготовки к определенной работе):

✍ название демонстрационных опытов с указанием их целей (ЭЦ и ДЦ), принципиальные схемы установок (установки);

✍ количественные данные, полученные при постановке экспериментов;

✍ особенности техники постановки и методики проведения наиболее сложных демонстрационных опытов;

✍ развернутые ответы на вопросы к отдельным опытам.

Совершенно очевидно, что методически правильно выполнить эксперимент с учетом обеспечения педагогического эффекта и условий наилучшего его восприятия (видимость, кратковременность, гарантия удачи, убедительность, эмоциональность и др.) возможно только при демонстрации его перед аудиторией с последующим анализом смысла и выводов, вытекающих из опыта, чего нельзя добиться в процессе индивидуализации работ практикума. Кроме того, на лабораторных занятиях студенты должны научиться методике использования физического эксперимента как инструмента, активизирующего познавательную деятельность учащихся (постановка опытов в проблемном плане, использование исследовательского метода при демонстрации опытов и др.). Отработка этих умений и навыков так же возможна вне контакта и взаимодействия с аудиторией.

Учет этих фактов влечет за собой необходимость изменения технологии лабораторных занятий по МиТШДЭ. При действующем учебном плане в качестве оптимальной может быть предложена такая форма проведения лабораторных занятий, при которой каждый студент должен не только овладеть техникой экспериментирования, но и методикой проведения опыта, т.е. научиться активизировать товарищей, присутствующих на занятиях, привлекая их к объяснению демонстрируемого опыта, выявлению его физической сущности, формулировке выводов, обучая их умению воспроизвести тот или иной опыт. Для этого каждая учебная группа студентов разделяется на подгруппы, состав которых 2-3 человека. За каждой из подгрупп закрепляются соответствующие задания и составляется график очередности их выступлений.

Для отработки методики и техники выполнения опытов предусмотрены отчетные занятия по разделам курса. На этих занятиях студенты учатся отрабатывать элементы урока с включением физических опытов. Каждый студент до отчетного занятия знает какой опыт он будет демонстрировать (номера отчетных опытов каждому студенту сообщаются на первом занятии практикума).

Студенты, которые в соответствии с графиком должны проводить зачетный эксперимент по данной теме, за несколько дней до занятия при участии преподавателя или лаборанта прodelывают наметенные опыты с учетом всех требований, предъявляемых к демонстрационному эксперименту. Они приобретают практические навыки в обращении с приборами и оборудованием, получают соответствующие консультации, отрабатывают технику демонстрирования, после чего он разрабатывает методику постановки опыта. На отчетном занятии студент выступает перед группой товарищей в роли учителя с фрагментом урока и демонстрацией опыта, используя свой заранее разработанный проект.

*Задачи студента, выполняющего демонстрацию:*

- ✍ сообщить, в каком классе и разделе школьного курса рассматривается данный вопрос, какие знания к моменту данного опыта имеют учащиеся;
- ✍ охарактеризовать возможные варианты опыта;
- ✍ обосновать выбор конкретного варианта, т.е. почему, по мнению студента, выбранный им вариант дает больший эффект при обучении;
- ✍ проиллюстрировать (смоделировать) фрагмент урока, т.е. раскрыть и объяснить сущность явления, продемонстрировать опыт с выполнением необходимых требований;
- ✍ обосновать содержание опорного конспекта фрагмента урока.

*Задачи отдельных присутствующих на отчетном занятии студентов:*

- ✍ уяснить сообщение выступающего, соответствие содержания поставленным целям;
- ✍ подготовить критические замечания: а) по поведению выступающего (по манере держаться перед группой, владеть речью, интонацией и т.д.); б) по знанию выступающим фактического материала; в) по умению применять методы обучения; г) по умению оформлять опорный конспект на доске, использовать наглядные пособия и ТСО в сочетании с экспериментом.

За выступлением студента на отчетном занятии выставляют оценку.

Ниже приведены критерии оценки деятельности студента.

#### **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДЕМОНСТРАЦИИ**

Выступление студента с фрагментом урока, на котором применяется демонстрационный эксперимент, оценивается в баллах.

Максимальная оценка каждого умения – 10 баллов.

#### **ПРОТОКОЛ**

#### *оценки фрагмента урока, на котором применяется демонстрационный эксперимент*

№ п/п	К Р И Т Е Р И И   О Ц Е Н К И	Количество о баллов
1	Умение дать характеристику демонстрации (указание целей, особенностей ее проведения и т.д.)	
2	Умение рационально собрать экспериментальную установку с соблюдением техники безопасности	
3	Умение правильно включать демонстрационный эксперимент в учебный процесс (фрагмент объяснения)	
4	Умение провести демонстрацию с учетом предъявляемых к ней педагогических требований	
5	Умение сочетать объяснение с демонстрацией, а также организовать общение	

6	Умение находить правильное местоположение выступающего с демонстрацией по отношению к установке, доске и аудитории	
7	Умение оформлять опорный конспект фрагмента урока	

ОБЩИЙ БАЛЛ:

Ф. И. О. эксперта \_\_\_\_\_

Ф. И. О. студента-учителя \_\_\_\_\_

Организационно-отчетное занятие проходит следующим образом: вначале выступает студент с подготовленным фрагментом урока, затем ему задают вопросы, после чего проводится обсуждение и, наконец, преподаватель подводит итог и дает обоснование к выставленному баллу.

Успех занятия зависит от слаженности работы студентов-демонстрантов. Если их, например, трое, то один должен демонстрировать опыт, второй ставит вопросы присутствующим студентам, которые выступают в данном случае в роли учеников класса, третий – готовит приборы и материалы к следующему опыту или делает записи и зарисовки их на доске. Функции их непрерывно меняются: опыты ставятся поочередно каждым, остальные работают с «учащимися», таким образом, демонстраторы выступают перед группой в роли преподавателей, которые должны научить остальных студентов группы ставить тот или иной опыт, ознакомить их с требованиями, предъявляемыми к каждой демонстрации.

Возможны и другие варианты демонстрирования: индивидуально, по два человека. На занятии они широко активизируют познавательную деятельность студентов: ставят опыты в проблемном плане в виде небольших научных исследований; учатся сами и показывают группе приемы создания проблемных ситуаций и способы их решения путем постановки опытов; организуют беседу по вскрытию физического смысла демонстрируемых явлений и законов; организуют и направляют работу группы; привлекают студентов к демонстрации опытов; оказывают помощь слабым студентам в обработке и обобщении результатов эксперимента; ведут постоянные наблюдения за студентами; контролируют и оценивают их знания, умения и навыки, то есть тренируют себя в проведении отдельных фрагментов урока, учатся общаться с аудиторией; вырабатывают ценные навыки, необходимые будущему учителю физики.

При такой постановке работы нет никаких пауз, студенты не отвлекаются, занятия проходят организованно. И чем выше степень организованности, тем больше опытов можно продемонстрировать за одно и то же время.

Роль преподавателя-методиста на занятии сводится к корректировке действий демонстраторов по ходу их выступления и анализу результатов занятия.

Степень самостоятельности студентов на отчетном занятии каждого цикла разная. На первых отчетных занятиях основное внимание уделяется выполнению студентами требований, предъявляемых к демонстрационным опытам. При подготовке к отчетному занятию преподаватель может давать достаточно подробную консультацию. На отчетных же занятиях последнего цикла значительное место занимают разные варианты опыта и обоснование их методических достоинств.

Для получения итогового зачета по всем работам данного цикла каждому студенту необходимо:

1. Предъявить тетрадь для лабораторных занятий с оформленными работами и отметкой о зачете по каждой работе.
2. Знать содержание выполненных опытов, методику и технику их постановки.

**3.** Выполнить план выступлений с демонстрациями перед группой согласно графика.