

Преподавание дисциплин естественно-научного профиля с использованием программно-аппаратных комплексов

Анатолий Андреевич Шаповалов,

профессор кафедры физики и методики обучения физике Алтайской государственной педагогической академии, доктор педагогических наук

• учебный эксперимент • модельный эксперимент • датчики, обобщённые планы • программно-аппаратный комплекс • цифровая лаборатория • All For School (Всё для школы) •

Компетентностный подход к организации образовательного процесса в любой области и на любом уровне предполагает, что учащиеся в процессе обучения систематически будут овладевать знаниями предметного и методологического характера, опытом деятельности в стандартных и творческих ситуациях в предметной и общеучебной областях, эмоционально-чувственным опытом.

Этот подход отображается в образовательных стандартах нового поколения и конкретизируется в программах изучения дисциплин естественно-научного профиля, к которым традиционно относятся природоведение, естествознание, физика, химия, биология, физическая география.

В ходе изучения всех обозначенных дисциплин учащиеся с разных сторон познают множество различных объектов и явлений окружающего мира. При этом глубина изучения объектов, явлений и степень детализации учебного материала определяются возрастом учащихся, а в старших классах средней школы — выбранным профилем обучения.

Для организации учебного познания в области естествознания в школе используется целый арсенал специальных средств обучения, предназначенных для изучения

окружающего мира на экспериментальной основе. В этот арсенал входит специальное учебное оборудование для выполнения демонстрационных и лабораторных опытов, самодельные устройства, измерительные приборы, позволяющие фиксировать и отображать результаты проводимых экспериментов.

Современные технологии сбора, обработки и представления информации об окружающем мире, используемые в науке, технике, медицине, во-первых, дают возможность, а во-вторых, настоятельно требуют внесения кардинальных изменений в методику и технику учебного эксперимента, проводимого при изучении предметов естественно-научного цикла.

В настоящее время на образовательном рынке появилось оборудование, позволяющее проводить учебный физический эксперимент в соответствии с запросами и тенденциями развития современной науки и производства. Во многие школы страны уже поступило и продолжает поступать оборудование различных фирм.

Единую экспериментальную среду, объединяющую демонстрационное оборудование и на-

¹ Волков И.К., Загоруйко Е.А. Исследование операций. Учеб. для вузов. 2-е изд. / Под ред В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.

боры для лабораторных работ, представляет собой оборудование серии L-микро®. Ядром оборудования является персональный компьютер с измерительным блоком. Для проведения измерений служат датчики физических величин, которые подключаются к измерительному блоку.

Цифровая лаборатория «Архимед» позволяет выполнить разнообразные лабораторные работы по физике и по сравнению с традиционными лабораториями существенно сократить время на организацию и проведение работ, повышает точность и наглядность экспериментов, предоставляет широкие возможности по обработке и анализу полученных данных. Новая версия лаборатории выполнена на базе специализированного портативного компьютера NOVA5000.

На фоне обозначенных разработок особо обращает на себя внимание программно-аппаратный комплекс AFS (All For School — Всё для школы), в состав которого входит комплект цифрового оборудования, программного обеспечения и методических материалов для учителя. Цифровая лаборатория AFS даёт возможность снимать данные, используя самые разнообразные датчики. Значения измерений через систему сбора данных поступают в компьютер, который выступает в качестве универсального измерительного прибора. Исследуемые параметры отображаются на экране монитора в графическом, табличном и аналитическом видах. Особенностью программного обеспечения является то, что оно выполнено в среде графического программирования LabVIEW, позволяющей очень хорошо совместить мощную программную платформу с удобным в работе оборудованием и интуитивно понятным пользовательским интерфейсом.

Во всех случаях изучение любых объектов и явлений окружающего мира, будь то физические, химические, биологические объекты или явления, предполагает их описание и объяснение. При этом описание может проходить на качественном и количественном уровнях. Кроме того, изучение в школе подавляющего числа объектов и явлений имеет практическую направленность.

В качестве обязательной составляющей содержания образования по каждой из обозначенных выше дисциплин должно прохо-

дить формирование у учащихся методологических знаний и общеучебных умений, предполагающее, в частности, их знакомство с различными методами научных исследований и соответствующей этим методам аппаратурой.

Первый этап изучения объектов и явлений окружающего мира предполагает проведение наблюдений и постановку специальных опытов, направленных на накопление фактического материала, подлежащего в дальнейшем систематизации, обобщению, выявлению связей, объяснению.

Постановка опытов может вестись в рамках объяснительно-иллюстративного метода обучения при доминирующей роли демонстрационного эксперимента. Накопление противоречивого фактологического материала позволяет использовать в обучении эвристический метод. Проблемное изложение материала на данном этапе учебного познания предполагает знакомство учащихся с вопросами методологии учебного и научного познания. Но в любом случае опыты подобного вида проводятся в основном на качественном уровне.

Поскольку все датчики, входящие в комплект, подготовленный компанией AFS, предполагают измерения и отображение результатов измерений в числовой форме, на данном этапе изучения объектов и явлений необходимо либо представлять результаты опытов так, чтобы они носили оценочный характер, либо игнорировать высокую точность измерений.

Например, на уроках физики, приступая к изучению механического движения с кинематических позиций, обычно показывают различные движущиеся объекты, например, перемещающийся по демонстрационному столу и по наклонной плоскости детский автомобиль, качающийся на подвесе груз. Если эти объекты будут совершать движение в зоне действия подключённого к компьютеру ультразвукового датчика расстояния, то только по форме отрезков, полученных на графике зависимости координаты от времени, можно познакомить учащихся с различными видами механического движения.

Датчик электрического заряда, как и классический электроскоп, поможет на первом

этапе изучения электростатических явлений судить о том, наэлектризовано тело или нет, и сравнивать степень наэлектризованности на уровне «больше-меньше».

Датчик атмосферного давления может просто показать, что атмосферное давление изменяется с высотой.

Датчики силы позволяют быстро и наглядно отобразить процесс взаимодействия двух тел, например, неподвижного динамометра и динамометра, закреплённого на тележке. Графики, представленные на рис. 1, являются достаточно хорошей иллюстрацией результатов, которые ещё до глубокого количественного анализа дают основание на качественном уровне говорить о равенстве сил действия и противодействия в течение всего процесса взаимодействия рассматриваемых тел.

На уроках химии первый этап изучения пламени связан с установлением факта различия температуры в его разных частях. При этом пока не является важным, какова эта температура. Детальное исследование пламени может при необходимости проводиться на последующих этапах его изучения.

То же самое можно сказать об изучении электрической проводимости различных веществ, влияния температуры на растворимость солей, зависимости степени диссоциации слабых электролитов от их концентрации.

На уроках биологии, начав изучение образцов воды, взятой из разных источников, вероятно, сначала необходимо ввести понятие мутности воды и продемонстрировать, что данный показатель просто бывает различным. И только после этого можно будет ставить опыты, требующие более точных измерений.

Так же, планируя проведение работы по определению температуры поверхности тела человека, на этапе постановки задачи и накопления фактического материала надо показать, что разные участки тела имеют неодинаковую температуру.

Все опыты, проводимые на данном этапе изучения объектов и явлений, отличаются

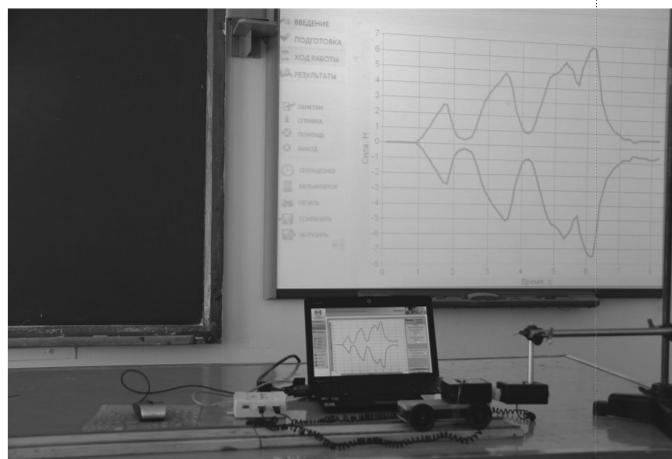


Рис. 1. Использование ПАК AFS для изучения процесса взаимодействия тел

своей кратковременностью. Но принципиально, несмотря на качественный характер анализа полученных результатов, учащиеся наряду с предметными знаниями получают представление о специфическом методе исследования объектов и явлений окружающего мира, а также первые сведения о классе приборов, которые могут быть для этого использованы.

Данные опыты необходимы при изучении любых естественно-научных дисциплин на любом уровне познания окружающего мира. Но наибольшая нагрузка на такие опыты падает в курсах природоведения, естествознания и на самых первых этапах изучения физики, химии, биологии, где формируются исходные понятия и представления об отдельных явлениях, подлежащих в дальнейшем более глубокому анализу.

Следующий этап изучения объектов и явлений окружающего мира связан с переходом на язык величин. Особая роль здесь отводится исследовательскому методу обучения. Но этот метод может применяться не только в чистом виде, но и сочетаться с другими. Например, проводя опыты на демонстрационном столе и акцентируя внимание учеников на предметной стороне явления, учитель будет сочетать исследовательский и объяснительно-иллюстративный методы обучения. Перенеся акцент на знакомство учеников с методом исследования, учитель непременно должен будет использовать хотя бы элементы метода проблемного изложения учебного материала.

Опыты, необходимые для описания явлений с количественной точки зрения, предполагают получение численного значения тех или иных величин. Именно эксперименты данного вида в наилучшем виде позволяют провести оборудование компании AFS.

Все опыты целесообразно проводить по единому плану, предполагающему постановку цели эксперимента, формулировку его ведущей идеи, представление схемы используемой установки, информацию о принципах работы измерительных приборов, описание методики эксперимента, представление результатов в табличной, аналитической, графической, словесной формах, анализ этих результатов.

Цель эксперимента чаще всего связывается с введением новой величины, получением численного значения величины, получением численного значения константы, исследованием зависимостей между ранее введёнными и уже известными к моменту проведения опытов величинами.

В идее эксперимента обозначается то, что, в принципе, необходимо сделать, чтобы достичь поставленной цели: какое оборудование для этого надо иметь, какие принципы измерений можно использовать.

Схема экспериментальной установки не должна представляться сразу в готовом виде. Желательно, чтобы она конструировалась самими учащимися, естественно, под руководством и с помощью учителя. Можно предположить, что изначально такая схема будет состоять из известных и понятных по принципу действия элементов. Только после этого можно будет переходить к замене части элементов придуманной конструкции. При использовании программно-аппаратного комплекса AFS в схеме будет представляться инвариантная часть, состоящая из компьютера и блока сбора информации, и вариативная часть — собственно установка и соответствующие датчики для регистрации характеристик изучаемого явления.

Информация о принципах работы приборов особенно нужна при первичном их использовании. Она может носить описательный характер и представляться кратко на качес-

твенном уровне в популярной форме, а может быть достаточно подробной и опираться на физические законы, лежащие в основе используемых в приборе эффектов. Всё зависит от уровня подготовки школьников, бюджета времени, отводимого на изучение материала, профиля обучения, задач, решаемых на данном уроке.

Описание методики проведения эксперимента предполагает более или менее подробный рассказ о ходе эксперимента в зависимости от аудитории, на которую ориентирован учебный материал.

Программная часть комплекса позволяет в унифицированной форме практически моментально отображать результаты любого эксперимента в табличной и графической формах, что очень удобно для восприятия и последующего анализа полученных данных.

Анализ полученных результатов требует дополнительного представления результатов в аналитической форме, формирования правил чтения полученного выражения, выявления физического смысла и единицы величины или коэффициента пропорциональности в формуле связи величин; оценку погрешностей измерений и проверку на предмет их разумности.

Целесообразно измерения на основе программно-аппаратного комплекса AFS, несмотря на большой ряд его преимуществ, проводить в сопоставлении с классическими методами исследований и классическими измерительными приборами. Такое сопоставление позволит решить важные задачи вычленения позитивных сторон современных приборов и методов измерений и лучше понять суть выполняемых операций.

В качестве примера можно привести эксперимент из курса физики по установлению зависимости между силой тока на участке цепи и падением напряжения на этом участке. Установка, состоящая из резистора, источника тока и датчиков силы тока и электрического напряжения, скорее всего, будет восприниматься учащимися как некий чёрный ящик, «вещь в себе». Полученный в течение сверхкороткого времени на экране компьютера график зависимости силы тока

от напряжения не будет иметь принципиальных отличий от аналогичного графика в учебнике.

Другое дело, если сначала будет собрана классическая установка с измерительными приборами, внешний вид и принцип действия которых ученикам уже известен.

Снятие показаний, определение погрешностей измерений, отображение результатов в табличной и графической формах проводятся с целью знакомства учеников с важнейшим методом научного исследования и помогают им понять сами принципы организации и проведения эксперимента. Игнорировать данные обстоятельства нельзя. Но и останавливаться на этом тоже нежелательно.

Правильно, если на следующем этапе изучения нового материала будет произведена замена традиционных измерительных приборов на новое оборудование. Во-первых, станут более понятными функции введённых в обращение приборов, появится возможность в сравнении оттенить их преимущества. Во-вторых, скорость и качество отображения полученных данных, опять же в сравнении с предыдущим вариантом, вряд ли оставят сомнения в необходимости последующего использования именно данного оборудования, как в учебном, так и в научном познании.

Примерами работ, цель которых состоит в получении численного значения величин, могут быть следующие: «Определение ускорения свободного падения» (физика), «Определение силы жима правой и левой руки» (биология), «Определение pH различных растворов» (химия).

Работы, целью которых является исследование зависимостей между величинами, относятся к отдельному классу работ. Но специфика отображения информации, получаемой с помощью программно-аппаратного комплекса AFS, такова, что можно работы предыдущего вида перевести в данный класс, принципиально не изменяя ни экспериментальной установки, ни самого хода эксперимента. Перевод осуществляется за счёт методических решений и фактически сводится к изменению логики представления учебного материала.

Например, в курсе физики вместо задачи определения численного значения ускорения свободного падения можно поставить задачу исследования зависимости ускорений, с которыми падают различные тела в реальных условиях, от параметров этих тел. Экспериментальная установка и в том, и в другом случае будет состоять из ультразвукового датчика, в зоне действия которого падают различные тела. Отличие будет касаться, пожалуй, лишь набора исследуемых тел. Их необходимо взять такими, чтобы заявленные для исследования параметры существенно отличались друг от друга. Экспериментальные данные и в том, и в другом варианте работ окажутся практически одинаковыми. Отличаться будет только их интерпретация.

Сказанное относится и к другим видам опытов, которые ставятся на этапе описания явлений с количественной стороны. При этом с методической точки зрения существенно, что при планировании и проведении уроков данные опыты могут представляться как демонстрации, иллюстрационные или исследовательские лабораторные работы, экспериментальные задачи.

Поскольку при исследовании зависимостей между величинами, как правило, предполагается получение большого количества данных, роль программно-аппаратного комплекса AFS в экспериментах такого вида особо важна. Пример опытов по установлению связи между объёмом газа и его давлением при постоянной температуре, проводимых в классическом варианте и с использованием современного оборудования и новых информационных технологий, является убедительной иллюстрацией сказанного.

И по сложности установок, и по точности измерений, и по числу фиксируемых величин, и по наглядности представления информации классический вариант эксперимента с гофрированным сосудом и техническим манометром (рис.2) проигрывает современному варианту с датчиком давления, к которому напрямую подсоединён обычный медицинский шприц (рис.3).

Описанием даже на количественном уровне изучение многих явлений не ограничивается. Рано или поздно вопрос «Как про-

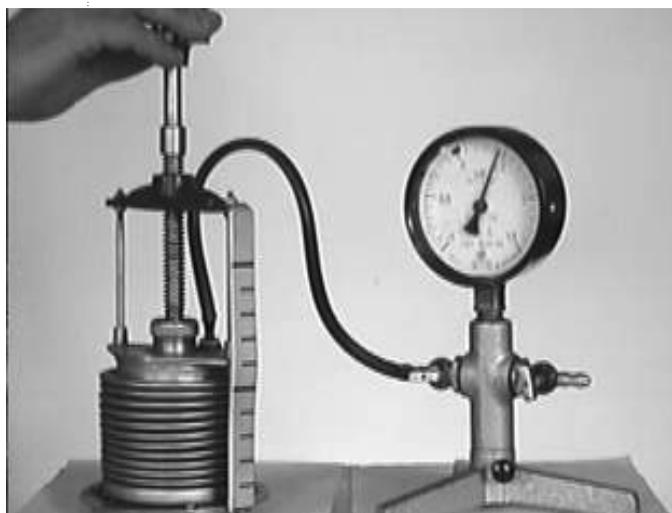


Рис. 2. Изучение газовых законов с использованием традиционных приборов

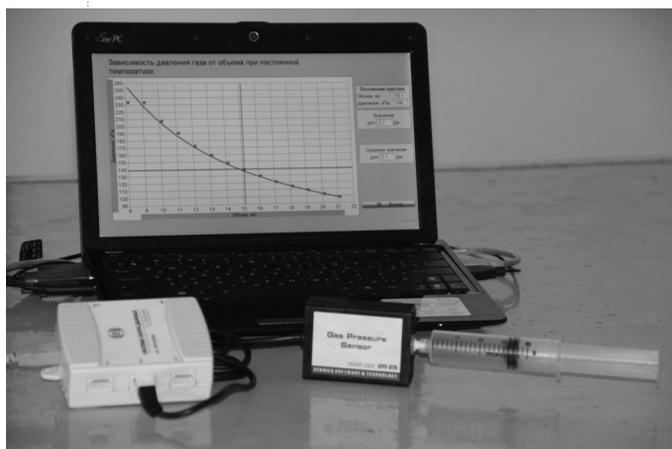


Рис. 3. Изучение газовых законов с использованием ПАК AFS

текает явление?» дополняется вопросом «Почему явление протекает именно таким образом?». Наступает этап объяснения установленных фактов единичного плана, накопленного и обобщённого эмпирического материала, вскрытых закономерностей.

Хорошо построенное объяснение не предполагает сообщения знания в готовом виде и, тем более, высказываний догматического характера.

Логика грамотного с методической точки зрения объяснения обычно соответствует циклу научного познания и наиболее полно реализуется при использовании учителем частично-поискового метода обучения. После постановки задачи чётко определяется фактологическая база. Далее выдвигается гипотеза, позволяющая объяснить имею-

щиеся факты. После выдвижения гипотезы или параллельно с ней строится модель, поясняющая предполагаемый механизм протекания явления. На основе гипотезы и модели путём логических построений предсказываются новые явления, ещё не выявленные закономерности. Проверка логических следствий ведётся с помощью эксперимента.

Ориентация в учебном познании на обозначенный план позволяет выделить ещё два вида опытов. Это модельные опыты и опыты, результаты которых предсказаны и подлежат проверке.

Что касается последних, они по технике исполнения принципиально не отличаются от опытов, проводимых на этапе качественного и количественного описания изучаемых объектов и явлений. Для их постановки также очень удобен программно-аппаратный комплекс AFS.

Например, в курсе химии можно заранее предсказать, как будет зависеть скорость химических реакций от концентрации реагирующих веществ. Экспериментальная проверка предсказания не обязательно должна требовать сбора и обработки большого количества данных. Здесь достаточно эксперимента, проводимого на качественном уровне. В курсе биологии также на качественном уровне может быть проведена проверка предположения об изменении в ту или иную сторону рН яблочного сока под действием слюны. В курсе физики к таким опытам может быть отнесён опыт по проверке постоянства температуры кипения жидкости при постоянном давлении.

Многие из обозначенных опытов относятся к кратковременным и, несмотря на проводимые измерения, отображаемые в табличной и графической формах, проводятся на качественном уровне.

Однако предсказания могут выполняться и на количественном уровне. В этом случае для их проверки потребуются особая тщательность в проведении эксперимента и последующий анализ полученных величин.

Здесь можно привести пример опыта по исследованию зависимости индукции магнитного поля постоянного магнита от расстоя-

ния. Если планируется проводить данный опыт на уроках физики в старших классах, то можно исходить из того, что учащимся к этому времени известны законы всемирного тяготения и Кулона. В соответствующих формулах фиксируется обратная зависимость гравитационной и электростатической сил от квадрата расстояния между взаимодействующими телами. Высказав предположение о том, что данную зависимость можно объяснить трёхмерностью пространства и точечностью взаимодействующих тел, построив соответствующие модели, можно предсказать совершенно иные, независимо от их природы, зависимости для взаимодействующих тел, имеющих форму длинных стержней, больших плоскостей. Для проверки предсказаний потребуются магниты соответствующих конфигураций и датчик магнитного поля, сопряжённый с компьютером. Этот пример даёт представление о том, как можно, имея в своём распоряжении программно-аппаратный комплекс AFS, быстро, просто и наглядно поставить на экспериментальную базу и уложить в завершённый цикл научного познания достаточно сложный учебный материал.

Несколько особняком в русле использования нового и пока нетрадиционного для школы учебного оборудования стоят опыты, соответствующие этапу моделирования изучаемых явлений. Само название этапа определяет и тип соответствующего ему эксперимента. Речь идёт о модельном эксперименте.

Поскольку программно-аппаратный комплекс AFS ориентирован на натуральный эксперимент, в котором изменяются лишь способ сбора, обработки и отображения информации, казалось бы, модельный эксперимент должен выполняться вне данного комплекса. На самом деле это не совсем так. Дело в том, что программная часть комплекса выполнена в среде проектирования виртуальных приборов LabVIEW. Язык программирования LabVIEW позволяет достаточно быстро создавать наглядные и приближённые к условиям натурального эксперимента установки для проведения псевдоэксперимента.

Виртуальный эксперимент, как это следует из его места в структуре учебного материала,

не заменяет натуральный эксперимент. Он может предварять его, делать более наглядным, оттенять отдельные стороны и выполнять иные функции, характерные для эксперимента такого вида.

Рассмотрим пример виртуального эксперимента.

Среди множества задач на движение тел под действием сил, решаемых в курсе физики, есть задача на нахождение угла, под которым необходимо тянуть тело для его движения по горизонтальной поверхности, чтобы прикладываемая сила была минимальной.

Математическое описание сюжета, положенного в основу задачи, приводит к достаточно сложному для учащихся выражению

$$F_m = \frac{kmg}{\cos\alpha + k \sin\alpha},$$

требующему дальнейшего исследования, к проведению которого учащиеся часто просто не готовы. Теоретическое решение задачи во многих случаях для них оказывается сложным либо невозможным.

Но задача может быть решена экспериментально. Чтобы методом проб и ошибок найти неизвестный угол, надо очень скрупулёзно провести значительное количество измерений. Эксперимент требует аккуратности, сосредоточенности, а главное, большого времени.

Создав же виртуальную установку, можно за очень короткое время для грузов различных масс, поверхностей с разными коэффициентами трения скольжения найти значения соответствующих углов. Вариант такой виртуальной установки, на которой проведено 16 измерений, показан на рис. 4.

Дальше можно проводить натуральный эксперимент и проверять справедливость предсказанных значений. При этом отпадает необходимость проводить множество опытов. Достаточно для каждой серии эксперимента получить значения сил для найденного угла и углов, несколько больших и меньших его. Для этого, уже натурального эксперимента, можно использовать программно-аппаратный комплекс AFS с датчиком силы.

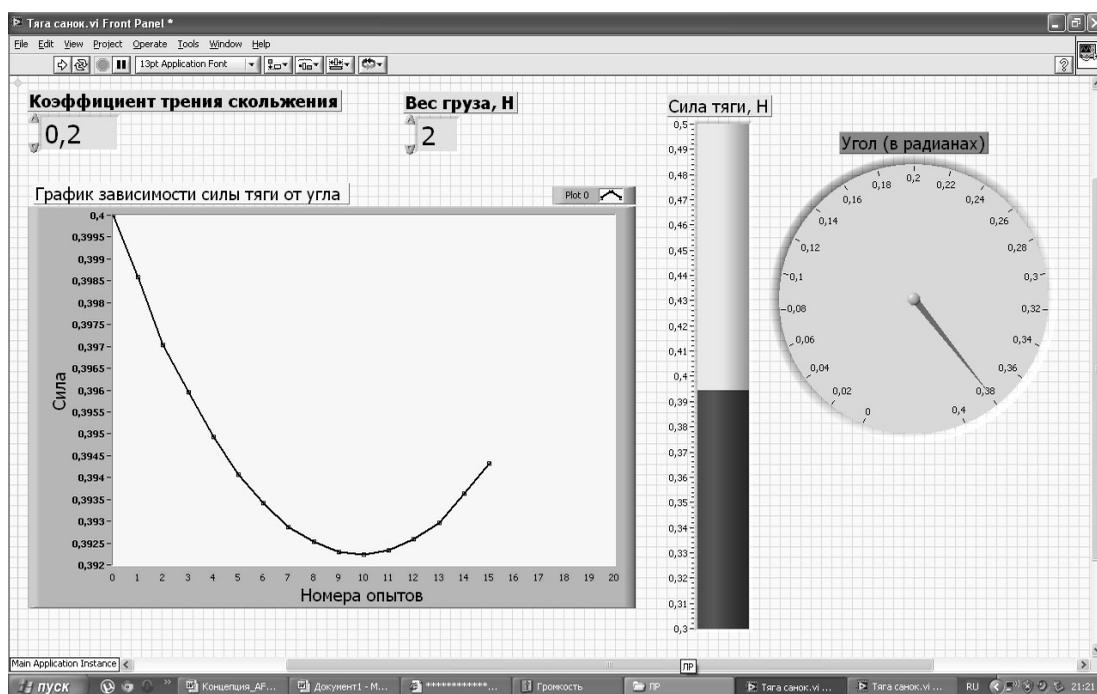


Рис. 4. Виртуальная установка для поиска оптимального угла приложения силы тяги

Естественно, что и натурный, и виртуальный эксперимент, как и в предыдущем случае, целесообразно проводить, положив в основу ориентировочную основу действия третьего типа, когда ставка делается не на получение конкретного результата, и даже не на обучение способу выполнения одного опыта, а на обучение методу исследования, органической частью которого является эксперимент. Для этого все опыты должны выполняться по строго определённого плану, носящему обобщённый характер. Если нет какой-то особой потребности в изменении уже использовавшегося ранее и известного учащимся плана, менять его не следует.

Знания, формируемые у учащихся в школе при освоении ими любых дисциплин естественно-научного цикла, познании любых объектов и явлений окружающего мира, должны иметь практическую направленность. Эта направленность реализуется посредством любых из известных методов обучения через изучение школьниками различных приборов, механизмов, машин, технологических и иных процессов. Материал прикладного характера предполагает представление, как минимум, названия, назначения, схемы, принципа и процесса работы,

области применения соответствующего прибора, механизма или процесса.

На данном этапе учебного познания также необходимы эксперименты. К ним могут быть отнесены в химии — титриметрический анализ и титрование раствора щелочи раствором кислоты, в биологии — измерение частоты сердечных сокращений, объёма лёгких, получение и изучение электрокардиограммы человека, в физике — измерение коэффициента полезного действия простого механизма, измерение ёмкости конденсатора или электрического сопротивления проводника. Сами датчики, используемые в программно-аппаратном комплексе AFS, являясь измерительными приборами, также могут служить специальным объектом изучения.

Представленная выше унифицированная схема изучения различных явлений окружающего мира, хоть на уровне дифференциации, хоть на уровне интеграции разных наук и соответствующих им учебных дисциплин, ориентирована на глубокое проникновение в структуру учебного материала методологической составляющей, постановку естественно-научных дисциплин на прочную экспериментальную основу.

Неукоснительное следование обозначенной линии должно способствовать осознанному и глубокому пониманию школьниками учебного материала, сопровождаться повышением интереса к изучению наук обозначенного профиля.

Роль программно-аппаратного комплекса AFS в данном процессе при должном его использовании, систематическом выполнении опытов всех обозначенных видов может оказаться значительной.

Таким образом, для реализации прорисованной методологической линии преподавания естественно-научных дисциплин на разных этапах изучения явлений и объектов окружающего мира должны ставиться следующие виды учебного эксперимента.

1. Натурный эксперимент, протекающий в лабораторных условиях и предназначенный для изучения явлений на качественном уровне с целью их описания, выявления условий протекания, накопления фактологического материала для дальнейшего анализа, систематизации, введения новых понятий.

2. Натурный эксперимент, протекающий в условиях реального окружающего мира

и предназначенный для изучения явлений на качественном уровне с целью их описания, выявления условий протекания, накопления фактологического материала для дальнейшего анализа, систематизации, введения новых понятий.

3. Натурный эксперимент, предназначенный для изучения явлений на количественном уровне с целью введения новых, как правило, производных величин.

4. Натурный эксперимент, предназначенный для изучения явлений на количественном уровне с целью получения численных значений величин, в том числе констант.

5. Натурный эксперимент, предназначенный для изучения явлений на количественном уровне с целью исследования зависимостей и связей между величинами.

6. Модельный, в том числе компьютерный, эксперимент, предназначенный для изучения явлений на сущностном уровне и проводимый с целью формирования представлений о механизме их протекания.

7. Модельный, в том числе компьютерный, эксперимент, предназначенный для предсказания результатов протекания процесса,

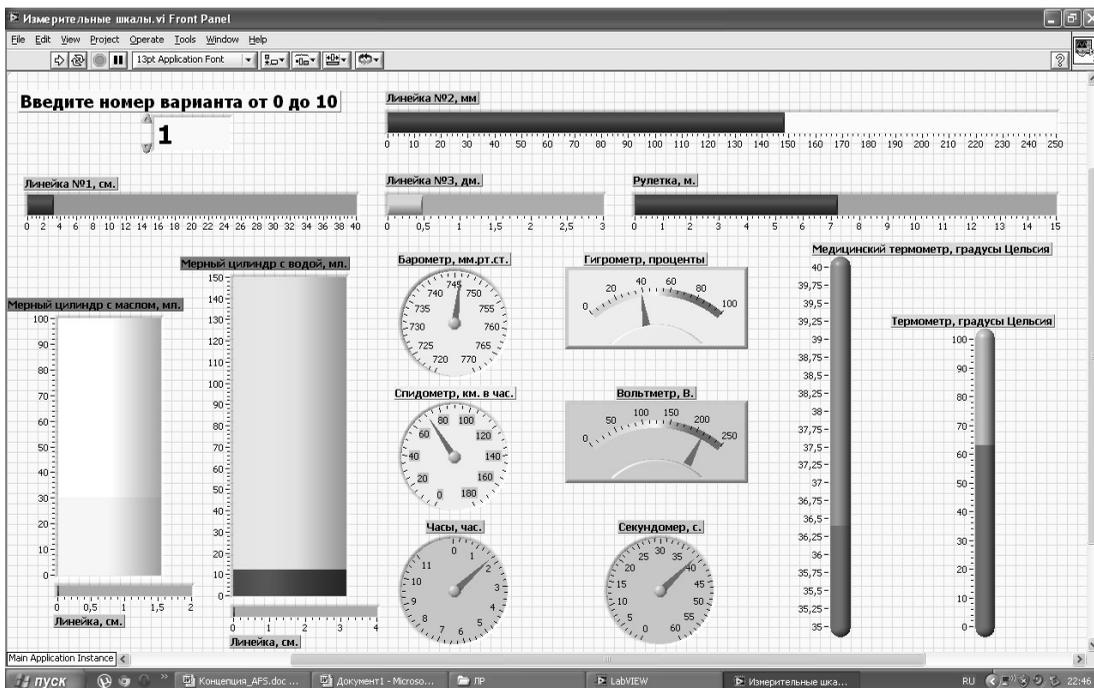


Рис. 5. Виртуальная установка для изучения шкал измерительных приборов

отображённого в сюжете учебной задачи, и предшествующий соответствующему ему натурному эксперименту.

8. Натурный эксперимент, предназначенный для изучения явлений на сущностном уровне и проводимый с целью проверки справедливости выводов и предсказаний, полученных путём логических рассуждений.

9. Натурный эксперимент, предназначенный для изучения явлений на прикладном уровне и проводимый с целью изучения приборов (включая измерительные), механизмов, машин.

10. Натурный эксперимент, предназначенный для изучения явлений на прикладном уровне и проводимый с целью изучения технологических процессов.

Параллельно с экспериментами, позволяющими всесторонне изучать явления окружающего мира (или отдельно от них), могут проводиться натурные и модельные эксперименты, носящие подготовительный характер или предназначенные для изучения методов научных исследований.

Для построения моделей здесь также удобным является язык программирования LabVIEW.

В качестве примера на рис.5 приведён набор виртуальных измерительных инструментов, показания которых можно оперативно изменять и отрабатывать у учащихся навыки работы с измерительными шкалами.

Все обозначенные виды учебного естественно-научного эксперимента, в зависимости от преследуемых педагогических целей, могут быть реализованы в виде демонстрационных опытов, лабораторных работ, работ практикума, экспериментальных задач, проектных заданий.

Время, отводимое на разные эксперименты, варьируется в очень широких пределах, даже если они представляются и оформляются в виде лабораторных работ.

Одна крайность — эксперименты, проводимые на качественном уровне, имеющие иллюстративный характер.

Они могут занимать всего 2–3 минуты урока. Другая крайность — сложные исследовательские задачи, предполагающие моделирование процесса, его анализ и требующие проведения многократных измерений. Такие эксперименты могут проводиться в форме практикумов в течение одного или даже двух уроков. Ещё большего времени могут потребовать самостоятельно выполняемые исследовательские проектные задания.

□