

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ ПО ФИЗИКЕ: ЦИФРОВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ ИЛИ ЛАБОРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Н.Н. ВОРСИН, Т.Л. КУШНЕР, К.М. МАРКЕВИЧ

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»

Обсуждается вопрос построения физического лабораторного практикума на основе ПК. Сравняются два подхода: использование цифровых лабораторий и специализированных лабораторных установок. Показано, что второй путь предпочтителен. Он согласуется с тенденцией современного приборостроения, доступен для реализации в Белорусских ВУЗах, дает лучший дидактический результат. Приведены примеры построения лабораторных работ.

Ключевые слова: Лабораторный практикум, цифровая лаборатория, лабораторная установка. Компьютеризация экспериментов.

Можно утверждать, что компьютеризация лабораторного практикума, прежде всего по физике, является неизбежным этапом развития образования. Наличие в широком доступе компьютеров, имеющих универсальные средства предъявления информации, а также ее обработки и сохранения является основным фактором этого процесса. Преимущества в удобстве использования, наглядности, скорости получения конечного результата, сохранения и воспроизводства измерительной информации, предоставляемые использованием компьютера, приводят к тому, что в настоящее время многие традиционные измерительные приборы выпускаются в виде приставок к универсальному компьютеру [1] и вытесняют традиционные измерители.

Помимо отмеченных «сервисных» достоинств компьютеризация экспериментов позволяет обеспечить: а) более полный и подробный мониторинг исследуемых процессов, б) обусловленная этим более высокая точность определения их характеристик, в) освобождение учащихся от рутинных операций и высвобождение времени для продуктивной работы, г) упрощение и удешевление лабораторных стендов за счет замены множества приборов с собственными блоками питания и индикаторами одним компьютером. Однако реализация последнего пункта этого перечня не является автоматической и зависит от того по какому пути направится компьютеризация учебных лабораторий.

Первый путь заключается в использовании универсальных комплектов оборудования, которые в настоящее время известны под названием «Цифровая лаборатория» и продаются множеством отечественных (Беларусь, Россия) и зарубежных предприятий. Появление таких комплектов обусловлено инициативой самих предприятий изготовителей,

которые предлагают свой продукт учреждениям образования. В интернете и методической литературе можно найти примеры построения отдельных лабораторных работ на основе какой-либо «цифровой лаборатории» [2, 3]. В тоже время, несмотря на активную рекламу, массового внедрения таких комплектов в образовательную практику не происходит. Это связано с тем, что, являясь инициативным продуктом одной стороны – изготовителя «цифровые лаборатории» не удовлетворяют запросам стороны другой – учреждений образования.

Во-первых, любая ЦЛ – это весьма дорогое устройство. Во-вторых – это не готовый к употреблению продукт. Наличие какой-либо ЦЛ не гарантирует постановку на ее основе даже одной лабораторной работы. Необходимо еще реализовать изучаемое физическое явление и внедрить в него датчики ЦЛ. В-третьих, универсальность ЦЛ приводит к необходимости нудных настроек оборудования и компьютерной программы на выбранную работу. Эти дополнительные манипуляции приводят к непродуктивному расходу учебного времени и отвлекают учащихся от углубления в физический материал. В-четвертых, для реализации целого практикума, состоящего из нескольких лабораторных работ, необходимо несколько комплектов ЦЛ, что для наших ВУЗов недостижимо с учетом стоимости ЦЛ.

Таким образом, главный вывод, который следует из этих рассуждений заключается в том, что выпускаемые в настоящее время комплекты ЦЛ не могут быть основой построения физического лабораторного практикума. Из множества описаний лабораторных практикумов в различных ВУЗах, включая МГУ, мы не встретили работ, использующих какие-либо ЦЛ.

Второй путь компьютеризации лабораторного практикума заключается в построении и использовании специализированных лабораторных установок, каждая из которых предназначена для одной – двух родственных по тематике лабораторных работ, имеющих одинаковый интерфейс. В отличие от комплекта «цифровая лаборатория» учебное заведение в этом случае покупает не дорогой полуфабрикат, а готовый к использованию продукт по скромной цене.

Лабораторная установка содержат внутри себя необходимые датчики величин исследуемых явлений и узел сопряжения с компьютером. Никаких дополнительных соединений внутри установки не требуется. Компьютерная программа для каждой лабораторной работы своя и не требует дополнительных настроек. Техническим достоинством данного подхода является также хорошая надежность лабораторных установок, небольшие массогабаритные параметры.

Дидактические качества целиком зависят от методической проработки той или иной установки. Имеются примеры установок, практически, нулевой дидактической ценности. Такая установка

представляют собой закрытый корпус, внутри которого происходит физическое явление, недоступное учащимся для чувственного контроля. Роль экспериментатора состоит только в фиксации результатов опыта, суть которого остается скрытой. Имеются примеры установок с противоположными свойствами, в которых исследуемое явление и способ его осуществления доступны для непосредственного наблюдения, а компьютерная программа предусматривает действия учащихся, которые способствуют достижению дидактических целей. Примером таких установок может бы продукция компании «Школьный мир» или ООО «Научные развлечения».

В качестве примера приведем лабораторную установку «Измерение отношения молярных теплоемкостей $\gamma = C_p/C_v$ методом адиабатного сжатия». Данный опыт является распространенным в учебных физических лабораториях. В большинстве случаев, он использует метод Клемана-Дезорма, который при очевидной простоте и доступности не является методически «безгрешным». Основным методическим пороком данного метода является непостоянство массы используемого в опыте газа, в то время как соотношение, выражающее C_p/C_v , выводится из условия постоянства этой массы. Кроме того, измеренное по методу Клемана-Дезорма значение C_p/C_v оказывается сильно заниженным, что вынуждает прибегать к новой оправдательной логике в виде ссылок на плохо контролируемые факторы опыта. Таким образом, дидактическая ценность опыта по методу Клемана-Дезорма весьма сомнительна. Он, конечно, остроумен исторически интересен, но современные средства позволяют реализовать измерение C_p/C_v значительно проще с большей методической наглядностью и с получением более достоверного результата.

Наиболее естественным способом измерения отношения C_p/C_v является реализация адиабатного процесса с измерением параметров газа в начальной и конечной точках и последующим вычислением показателя адиабаты. Для этого необходимы быстродействующие датчики давления. Поскольку степень адабатности процесса определяется его скоротечностью оказывается необходимым фиксировать временной ряд значений давления. Запоминание таких рядов не вызывает трудностей, если для измерений используются достаточно быстродействующие датчики и компьютер.

Современная промышленность выпускает полупроводниковые датчики давления, обладающие высоким быстродействием. Важным качеством данных датчиков является их изохрность, т.е. неизменность внутреннего объема при изменении давления. Это позволяет уменьшить объем исследуемого газа и габариты лабораторной установки.

Поскольку климатические условия в учебных лабораториях изменяются незначительно, наиболее подходящими для них являются недорогие датчики относительного давления. Все это позволяет создать малогабаритную недорогую лабораторную установку, обеспечивающую достоверные результаты измерений.



Рисунок 1

Так как исследуемая порция газа в ходе опыта не расходуется, а стоимость связанного с ней оборудования мала, целесообразно иметь несколько сосудов с различными газами, например, с воздухом (двухатомный газ), углекислым газом (трехатомный газ) и аргоном (одноатомный газ). Все сосуды с газами герметичны и сохраняют свое содержимое несколько лет. При заполнении сосудов необходимо лишь уделить внимание осушению газов, например, с помощью силикагеля. Основу установки, показанной на рисунке 1, составляет литровый сосуд (стеклянная банка для консервирования) с герметичной навинчивающейся крышкой, в которую вмонтированы цилиндр с поршнем (медицинский шприц объемом 50 мл), датчик давления 24PCEFA6G и термодатчик в виде распределенного

по объему отрезка тонкого медного провода. Роль термодатчика в данных опытах вспомогательная – иллюстрация изменения температуры в адиабатных процессах.

Электронный узел установки оцифровывает сигналы датчиков и передает их в компьютер. Период отсчетов давления и температуры составляет 20 мс. При таком периоде ни давление, ни температура в соседних отсчетах не могут заметно измениться. Это позволяет достаточно точно зафиксировать величину давления в конце адиабатного процесса и использовать полученное значение для определения показателя адиабаты.

На рисунке 2 показана вкладка компьютерной программы для проведения измерений. В исходном положении поршень поднят в положение, при котором показания датчика давления равны нулю. После запуска программы и появления на мониторе ее вкладки осуществляется измерение давления и температуры газа. Нажимается кнопка «измер_1» и поршень резко опускается в нижнюю точку. При этом на графике отображается поведение давления и температуры газа в сосуде в течение 5 секунд. После окончания графика в верхней части экрана продолжают отображаться текущие значения давления и температуры.



Рисунок 2

Делается пауза, в течение которой показания давления перестают изменяться. Это около 1 мин. Нажатием кнопки «Закончить» измерение завершается. При этом формируется файл «actual.txt», содержащий все отсчеты давления и температуры в первые 5 секунд после нажатия кнопки «Измер_1» и последние значения в момент нажатия кнопки «Закончить». После этого данный файл

просматривается и определяются два значения показаний датчика давления Δp_1 – после адиабатического сжатия и Δp_2 – последнее значение в файле. Значения показателя адиабаты вычисляется по формуле

$$\gamma \approx \frac{\Delta p_1}{\Delta p_2},$$

Электронные узлы подобных лабораторных установок весьма просты и не увеличивают существенно их стоимость. Для дальнейшего удешевления практикума можно использовать один электронный узел для нескольких родственных установок. В этом случае потребуется дополнительное разъемное соединение. В частности, описанная установка имеет универсальный электронный узел для нескольких работ по изучению газовых законов.

Список литературы

1. Дьяконов В.П. Виртуальные лаборатории. Обзор приставок и плат к персональному компьютеру // Ремонт и сервис. – 2005. - №7.
2. Костин И.В., Нилова Л.И., Шевченко С.С. Физический практикум на базе модуля ЦАП-АЦП ZET-210 // Естественные и математические науки в современном мире: сб. ст. по матер. XIII междунар. науч.-практ. конф. № 12(12). – Новосибирск: СибАК, 2013.
3. Цифровая лаборатория Архимед. Методические материалы к цифровой лаборатории по физике. -М.: Институт новых технологий, 2012.

COMPUTERIZATION OF A LABORATORY PRACTICE IN PHYSICS: DIGITAL LABORATORIES OR LABORATORY INSTALLATIONS

N.N. VORSIN, T.L. KUSHNER, K.M. MARKEVICH

Educational institution "Brest State Technical University"

The question of constructing a physical laboratory workshop based on a PC is discussed. Two approaches are compared: the use of digital laboratories and specialized laboratory installations. It is shown that the second way is preferable. It is consistent with the trend of modern instrument making, available for implementation in Belarusian

universities, and gives the best didactic result. Examples of constructing laboratory work are given.

Key words: Laboratory workshop, digital laboratory, laboratory installation. Computerization of experiments.