

УДК 621.37

**Н.Н. Ворсин<sup>1</sup>, В.И. Гладковский<sup>2</sup>**<sup>1</sup>канд. физ.-мат. наук, доц., доц. каф. физики  
Брестского государственного технического университета<sup>2</sup>канд. физ.-мат. наук, доц., доц. каф. физики  
Брестского государственного технического университета**КОНЦЕПЦИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ  
ФИЗИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА**

*В данной работе предложена концепция модернизации физического лабораторного практикума, в основу которой положена идея компьютерного мониторинга данных, характеризующих изучаемый физический процесс с дальнейшей математической и графической обработкой данных. Концепция обладает следующими преимуществами: а) более полный и подробный мониторинг физических процессов, б) обусловленная этим более высокая точность определения его характеристик, в) освобождение экспериментатора от рутинных операций и высвобождение его времени для продуктивной работы, г) удобная форма сохранения информации для быстрого ее использования в будущем, д) упрощение лабораторных стендов за счет замены множества приборов с собственными блоками питания и индикаторами одним компьютером и уз-лом сопряжения с датчиками.*

Можно утверждать, что лабораторный практикум является потенциально наиболее значимым и результативным компонентом естественнонаучной и профессиональной подготовки специалистов в области техники и технологий. Он предназначен для того, чтобы сформировать у студентов должное представление об экспериментальном характере физики и привить навыки работы с реальным оборудованием, которое, возможно, будет использоваться ими в будущей деятельности. Однако ученые, промышленники и преподаватели уже на протяжении многих лет высказывают неудовлетворенность результатами лабораторной работы студентов, в частности, в курсе физики [1]. Несмотря на усилия, предпринимаемые отдельными энтузиастами, разрыв между учебным экспериментом и характером научной или производственной деятельности продолжает увеличиваться. По нашему мнению, это обусловлено тем, что даже в наше время концепция развития физического лабораторного практикума по-прежнему опирается на традиционно сложившиеся представления об учебных экспериментальных исследованиях. И это несмотря на то, что необходимость их пересмотра давно назрела. Поэтому остро встает вопрос о создании лабораторного практикума нового поколения.

Под словами «традиционно сложившиеся представления об учебных экспериментальных исследованиях» мы подразумеваем тот способ проведения экспериментов, который (с успехом) использовался в прошлом веке. Мониторинг исследуемого явления осуществлялся с помощью какого-то числа автономных приборов, показания которых вручную переписывались экспериментатором в сводные таблицы. Затем эти таблицы использовались для количественных оценок параметров изучаемого явления. Если рассмотреть описание функционирующих сегодня лабораторных практикумов, в большом количестве представленных в литературе [2–4] (от небольших ВУЗов до МГУ), то мы увидим именно эту модель их осуществления.

В тоже время в исследовательских лабораториях и на производственных предприятиях применяются совершенно другие методы организации экспериментов, в которых широко используются современные компьютерные технологии. К достоинствам этих методов относятся:

- а) более полный и подробный мониторинг физических процессов;
- б) обусловленная этим более высокая точность определения его характеристик;

в) освобождение экспериментатора от рутинных операций и высвобождение его времени для продуктивной работы;

г) удобная форма хранения информации и возможность ее использования в будущем;

д) упрощение лабораторных стендов за счет замены множества приборов с собственными блоками питания и индикаторами одним компьютером и узлом сопряжения с датчиками.

Процесс модернизации учебных лабораторных практикумов, видимо, будет проходить в два этапа. На первом сохраняются средства реализации изучаемых физических явлений, но аппаратура их мониторинга заменится на современную. Примером построения отдельных лабораторных работ по этому принципу может служить [5]. На втором этапе возможно изменение средств моделирования физических процессов с целью улучшения выразительности и использования новых способов мониторинга.

Рассмотрим реализацию первого этапа модернизации на примере лабораторного цикла «Механика». В свое время для исследования простого механического движения был разработан ряд удобных лабораторных его моделей, таких как наклонная плоскость, машина Автвуда, маятник Обербека и др. Естественно сохранить данные модели и соответствующие лабораторные установки неизменными, дополнив их современными средствами мониторинга движения и передачи данных в компьютер. Для этого можно использовать датчики положения (энкодеры) или датчики перемещения, выпускаемые промышленностью. Многие датчики имеют узел сопряжения с компьютером.

Однако в учебных опытах, где требования к точности менее жесткие в сравнении с научными и производственными опытами, можно применить гораздо более простые и, соответственно, более дешевые решения. Во многих случаях есть возможность использовать имеющиеся на модернизируемой установке датчики с некоторыми дополнениями к ним. Например, в установках с элементами вращательного движения достаточно расположить на оси вращения равномерно перфорированный диск с малыми инерционными свойствами и использовать для формирования сигналов имеющийся фотоэлектрический датчик событий. Фиксируемыми событиями будут пересечения светового луча перфорациями диска. Подобное решение зачастую возможно и в тех случаях, когда установка не создает вращательного движения (например, в опытах с наклонной плоскостью). Вращение можно ввести искусственно с помощью нити и дополнительного блока с минимальным трением и инерционностью. В результате действия датчиков перемещения учащиеся фиксируют в компьютере информацию о мгновенных положениях движущегося тела. Эта информация гораздо более полная и обстоятельная, чем полученная на старых установках, где измерялось только время движения и длина пути. Дальнейшая обработка накопленной информации базируется на известных учащимся изучаемых физических законах, а также на знаниях по информатике, необходимых для использования прикладных расчетных программ. В результате в сознании учащихся актуализируются и связываются в решение экспериментальной задачи множество знаний и навыков, что способствует их взаимному укреплению и удержанию в памяти.

Практическое построение современного лабораторного практикума, по нашему мнению, целесообразно осуществить в следующем виде.

А. На всех рабочих местах лаборатории устанавливаются персональные компьютеры, которые будут нести функции управления опытами, их текущий мониторинг, накопление информации, ее обработку и индикацию, предоставление учащимся необходимых программных средств, теоретического и справочного материала.

Б. К каждой лабораторной работе изготавливается лабораторная установка, для приведения которой в рабочее состояние достаточно установить ее на рабочее место, подключить к электросети и соединить с компьютером единственным кабелем. Таким

образом, средство управления опытами, индикации и обработки результатов оказывается единым для всего практикума. Сменные элементы (лабораторные установки) хранятся отдельно и накапливаются в количествах, необходимых для решения тех или иных дидактических задач, например, для фронтального проведения лабораторных занятий.

Материальные затраты на такую модернизацию практикума будут минимальными, так как требуемые для этого компьютеры могут быть устаревшими и неиспользуемыми в настоящее время (таковые имеются в любом ВУЗе или школе), а лабораторные установки, ядро которых не меняется, оказываются весьма простыми и дешевыми.

Приведем для примера построение лабораторной работы для изучения законов вращательного движения, измерения моментов инерции различных тел и проверке теоремы Штейнера. Внешний вид установки показан на рисунке.

Установка состоит из горизонтально расположенного диска, который может свободно вращаться вокруг вертикальной оси под действием груза, связанного с датчиком движения. В отличие от маятника Обербека такое построение позволяет избежать необходимости балансировки подвижной части и дает возможность исследователю изучать инерционные свойства различных тел, устанавливая их на диск в произвольном месте с помощью простых креплений. В частности, исследуются стержень, цилиндр, параллелепипед, шар.

Датчик движения представляет собой перфорированный диск, дополненный оптопарой. Использована оптопара и усилитель ее сигнала, имевшиеся в модернизированной установке. В присоединенном к этому датчику компьютере подсчитывается количество отверстий диска, проходящих при его вращении через оптопару. Полученное число мгновенно пересчитывается в угол поворота диска и выдается на монитор виде графика зависимости угла поворота от времени. Кроме того, записывается файл данных, представляющий собой таблицу значений угла поворота диска и моментов времени, в которые сделаны отсчеты угла.

Учащиеся по виду графика делают вывод о характере движения и с помощью подходящей программы производят обработку записанной информации. Она заключается в аппроксимации взаимозависимости записанных числовых данных. В данном случае используется метод «наименьших квадратов». При этом получается аналитическое выражение зависимости угла поворота от времени. Первая и вторая производная от полученных законов движения определяют аналитические зависимости скорости движения и ускорения от времени. Значения этих величин используются для вычисления инертных свойств исследуемых тел: определения моментов инерции и проверки теоремы Штейнера.

Как видно из приведенного примера, аппаратные затраты на модернизацию лабораторной установки могут быть почти нулевыми. Некоторые сложности можно ожидать в построении компьютерных программ для подобных установок. Эти сложности усугубляются тем, что современные компьютеры не имеют портов прямого доступа, каковыми были LPT или COM-порт старых компьютеров. Для преодоления этих трудностей видятся два пути. Первый из них заключается в дополнении компьютера адаптером, подключаемым к USB-порту и имитирующим работу какого-либо порта прямого доступа. Второй путь состоит в построении электронного блока лабораторной установ-



ки с внутренним USB-модулем. При наличии современных микроконтроллеров существенного удорожания установки это не вызовет.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ревинская, О. Г. Лабораторный практикум в курсе общей физики как модель научных исследований / О. Г. Ревинская, Н. С. Кравченко // *Международ. журн. экспериментального образования*. – 2012. – № 6. – С. 75–76.
2. *Общая физика: руководство по лабораторному практикуму : учеб. пособие* / под ред. И. П. Крынецкого и Б. А. Струкова. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 596 с.
3. Клавсюк, А. Л. *Лабораторный практикум по механике : учеб. пособие* / А. Л. Клавсюк [и др.]. – М. : ООП физ. факультета МГУ, 2014. – Ч. 1. – 215 с.
4. *Механика: лабораторный практикум для студентов всех специальностей : учеб. пособие* / Н. А. Бахтин [и др.]. – Кемерово : Изд-во КемГИПП, 2006. – 63 с.
5. Матвеев, О. П. *Использование компьютеризированной лабораторной установки для проведения учебного исследования по оптике* / О. П. Матвеев, Е. Э. Фискинд // *Физическое образование в вузах*. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 90–96.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 20.06.2016

#### ***Vorsin N.N., Gladkovsky V.I. The Modernization Concept of Physical Laboratory Practical Works***

*In this paper, we propose the modernization concept of physical laboratory practical works, which is based on the idea of a computer monitoring data describing the studied physical process with further mathematical and graphical data processing. The concept has the following advantages: a) more complete and detailed monitoring of the physical processes; b) the resulting higher accuracy of determining its characteristics; c) the release of the experimenter from routine operations and the release of its time to be productive; g) a convenient form of storing information for quick future use; d) the simplification of the laboratory benches by replacing many appliances with their own power supplies and indicators in one computer and the node pair with the sensors.*