

**УДК 530 (075.8)**

## **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКТ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ**

***Сапига А.А., Сапига А.В.***

*Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, Симферополь, Украина  
E-mail: sapiga\_av@mail.ru*

В статье обсуждается применение виртуального комплекта приборов в лабораторном практикуме по общей физике, разработанного на кафедре ФТТ на основе AVR-RISC микроконтроллера. Комплект включает в себя: многопредельные вольтметр и амперметр, звуковой генератор, функциональный генератор.

**Ключевые слова:** виртуальные приборы, RISC микроконтроллер, физический практикум.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Традиционно материально-техническое обеспечение лабораторного практикума по физике осуществлялось путем использования необходимого количества измерительных приборов выставляемых на лабораторном столе или входящих в состав лабораторного стенда [1,2]. В школьном лабораторном практикуме при изучении той или иной темы желательно проводить фронтальные лабораторные работы. Поэтому требуется наличие в учебном заведении большого количества однотипных приборов. Однако многие из используемых в настоящее время приборов давно морально устарели или не соответствуют стандартам и современным требованиям, где на первое место выходит компьютеризация сбора и обработки информации.

В последнее время получили распространение так называемые виртуальные электроизмерительные приборы [3]. В научных исследованиях широкое распространение получила система виртуальных приборов в среде LabVIEW. Упрощенный вариант подобной системы в последнее время внедряется в школьных и вузовских учебных лабораториях России [4] на основе комплекта цифровой лаборатории "Архимед" [5].

С другой стороны в последнее время благодаря широкой компьютеризации получили распространение так называемые виртуальные лабораторные работы. В этих работах длина виртуальные брусков на экране измеряется виртуальными линейками, которые нужно поднести с помощью мыши к виртуальному бруску. Такие работы позволяют расширить и углубить возможности для восприятия изучаемого материала. Однако процесс обучения физике должен быть ориентирован не только на получение суммы знаний, но и на развитие умений приобретать эти знания, поскольку по окончании обучения в средней и тем более в высшей школе любая сумма знаний не будет вполне соответствовать техническим условиям и социальным потребностям без наличия практических навыков.

Возможность выполнить практически работу способствует не только получению формальных знаний, но и позволяет получить сведения о состоянии и свойствах объекта изучения и в целом расширяет возможности развития умственных способностей учеников, что достигается при решении достаточно сложной и многоплановой проблемы.

Таким образом, альтернативой, которая позволяет совместить традиционные работы, выполняемые с реальными электроизмерительными приборами и возможности компьютера, является использование виртуальных измерительных приборов подключаемых к компьютеру. При этом компьютер становится важным элементом, расширяющим и дополняющим возможности традиционных электроизмерительных приборов и методик измерений.

Наличие во многих учебных заведениях компьютерных классов позволяет широко использовать компьютеры в лабораторном практикуме при условии наличия так называемых виртуальных приборов. Кроме того, использование компьютера в демонстрационных опытах открывает дополнительные методические возможности при изложении лекционного материала, также позволяет параллельно внедрять компьютерное моделирование или виртуальное представление физических опытов. В целом это позволяет расширить возможности образовательного процесса.

Однако в учебных лабораториях тем более в школах применение промышленных виртуальных приборов обычно ограничено из-за их высокой стоимости. В связи с этим на кафедре физики твердого тела ТНУ был разработан комплекс виртуальных измерительных приборов, превращающий любой компьютер в многофункциональный электроизмерительный прибор, который может использоваться как для выполнения индивидуальных лабораторных работ, так и в демонстрационных целях. Комплекс приборов разработан в двух вариантах, отличающихся степенью сложности, точностью, количеством и диапазоном измеряемых физических величин. Разработан пакет сопровождающих программ.

## **1. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКТ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

Конструкция комплекта основана на использовании возможностей многофункционального AVR-RISC микроконтроллера [6-8]. Микроконтроллеры AVR имеют в своем составе многоканальные АЦП, таймеры, ШИМ-модуляторы и используют до 130 команд. В устройстве используется 8-разрядный RISC-микроконтроллер типа ATmega8, который содержит встроенный многоканальный 10-разрядный АЦП с быстродействием 65 мкс [6]. Кроме того, у микроконтроллера имеются порты ввода-вывода и ШИМ-модуляции для управления внешними устройствами. Это позволило создать устройство, состоящее как бы из нескольких комплектов независимых электроизмерительных приборов, подключаемых каждый к своему каналу АЦП контролируемых и при необходимости управляемых компьютером посредством микроконтроллера. Кроме микроконтроллера и контроллера интерфейса устройство содержит 6 операционных усилителей включенных по обычным схемам [9], входные делители и стабилизаторы питания.

Базовая блок-схема комплекта приведена на рис.1. Виртуальный комплект включает в себя: многопредельный вольтметр ( $-/\sim$ ), многопредельный амперметр ( $-/\sim$ ), гальванометр (инструментальный усилитель), звуковой генератор, функциональный генератор, импульсный генератор, измеритель температуры. Имеется вход синхронизации измерений внешним сигналом.

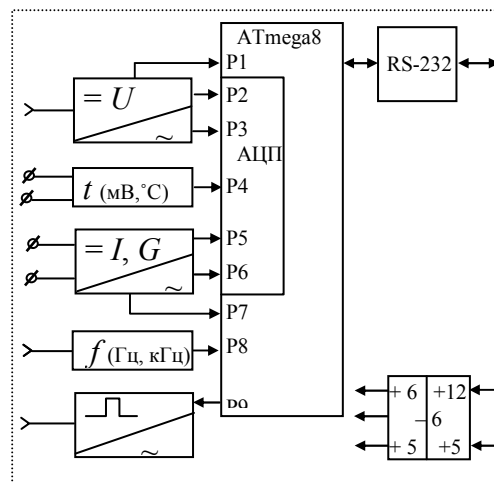


Рис.1. Блок-схема устройства

Габариты комплекта и питание соответствуют стандарту накопителя CD-ROM и может быть установлен прямо в корпус системного блока компьютера (рис.2,3). Выходной интерфейс обеспечивает протокол RS-232 и подключается к компьютеру через COM-порт. В учебной практике, где быстрдействие обмена не имеет особого значения, данный вариант является более предпочтительным, чем использование порта USB, так как обеспечивает работу комплекта с широким классом компьютеров начиная с компьютеров типа IBM-486 с операционной системой Windows-95 и вплоть до самых современных компьютеров с Windows-NT/XP. Однако разработан и вариант подключения комплекта через порт USB. Комплект может быть установлен или в корпусе компьютера или отдельно на лабораторном столе при условии обеспечения соответствующих электрических подключений.

Для обеспечения работы устройства написаны пакеты программ на языке Delphi 7. Каждый виртуальный прибор имеет отдельное окно управления и отображения информации, включая графическое представление. Особенностью реализованной концепции является то, что комплекс измерительных приборов, несмотря на подключение к компьютеру приспособлен для ручного управления всеми функциями с панели прибора.



Рис.2. Внешний вид устройства

При этом состояние переключателя и значения предела измеряемой величины одновременно отображается в окне компьютера. Поэтому важные операции установки диапазонов измерения, переключения режимов устанавливаются с помощью обычных переключателей с передней панели устройства. Отказ от полного управления всеми функциями устройства от компьютера сделан по причине упрощения конструкции и с учетом методической важности для учащегося в приобрести навыки работы с приборами имеющими ручное управление.

Для задач применения комплекса виртуальных приборов в школах разработан упрощенный вариант, который включает в себя вольтметр и амперметр с пределами измерений, соответственно 2,5 В и 15 В и 0,025 А; 0,25 А; 1,25 А; генератор с диапазоном частот 300 – 3000 Гц, импульсный генератор. Данный вариант кроме микроконтроллера и интерфейса СОМ-порта включает в только себя только два операционных усилителя.



Рис.3. Устройство в составе системного блока

Важным достоинством данного варианта комплекта является низкая стоимость и возможность его изготовления в кружке радиолюбителей, что позволяет рекомендовать его для изготовления и использования в школьном лабораторном практикуме при наличии компьютерного класса.

К прочим достоинствам комплекса можно отнести наличие защиты от перегрузок и ремонтпригодность. Для обеспечения простоты ремонта все входные микросхемы устанавливаются на панельках, что в большинстве случаев позволяет весь ремонт свести к замене одной лишь микросхемы операционного усилителя, что важно для обеспечения длительной эксплуатации комплекса в условиях учебного процесса.

*Основные технические характеристики:*

Пределы измерения напряжения: 25 мВ, 250 мВ, 2,5 мВ, 250 В;

Пределы измерения тока: 0.25 мА, 2.5 мА, 25 мА, 250 мА, 1 А;

Диапазон измерения температуры определяется используемой термопарой;

Погрешность: ~ 1% на всех диапазонах;

Синхронизация измерений: программная, по таймеру микроконтроллера, внешняя;

Диапазон рабочих частот НЧ генератора: 120 – 3000 Гц;

Импульсный генератор: длительности программируется от 1 мкс;

Функциональный генератор: программируемая ШИМ-модуляция;

Интерфейс: RS-232 или USB;

Напряжение питания: + 5 В (стаб.), +12 В (не стаб.);

Габаритные размеры: 18.5x14.5x4 см.

## **2. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Виртуальный комплект используется в лабораторном практикуме по курсу «Электричество и магнетизм» и в курсе «Магнитные измерения». Выполняются такие работы: измерение токов и напряжений, методы измерения сопротивлений, мостовой метод измерения сопротивлений, измерение ЭДС, релаксационные процессы в RC-цепях, изучение затухающих колебаний, простые линейные цепи, цепи переменного тока, измерение температуры Кюри индукционным методом, зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры и ряд других. Для обеспечения этих работ дополнительно требуется: источник питания, реостаты, магазины, эталонные емкости и индуктивности, реохорд, ключи и т.п. Дополнительные измерительные приборы не требуются.

Учащиеся самостоятельно собирают измерительную цепь, выбирают режимы измерений (рис.4). Результаты измерений отображаются в цифровом виде в соответствующем окошке, а гальванометр имеет еще и графическое изображение в виде виртуального стрелочного прибора, что делает удобным выполнению нуль балансировки. Кроме того, массив измерений может быть сохранен на диск для использования его в дальнейшей обработке стандартными программами в среде Windows или отображается графически на экране монитора.



Рис.4. Пример выполнения лабораторной работы по изучению законов постоянного тока.

Наличие виртуального комплекта позволяет использовать компьютер в лабораторной практике для сбора и обработки результатов измерений, например, в тех случаях, когда требуется накопление слабых сигналов или регистрация редких событий которые имеют место практикуме по курсу «Атомная и ядерная физика». Компьютер позволяет также выполнить спектральный анализ, или цифровую фильтрацию сигналов и поэтому комплект может быть использован в курсах радиофизического практикума.

При проведении демонстрационных опытов результаты могут быть представлены широкой аудитории с использованием проекционной, телевизионной аппаратуры или локальной сети.

### **ВЫВОДЫ**

Школьный физический опыт, а тем более вузовский лабораторный эксперимент должны не только показать возможности и преимущества новой техники для проведения измерений физических величин, но и привить учащемуся современную культуру проведения исследований и обработки результатов. Проводя «живой» опыт и наблюдая за его ходом, учащийся познает универсальные алгоритмы и правила решения реальных, а не придуманных по сути игровых ситуаций или задач, чем в последнее время увлеклись некоторые методисты. Очевидно, что для этого в лаборатории физического практикума должен быть современный инструментарий – как для проведения экспериментов, так и для представления результатов. Предлагаемый комплект виртуальных приборов позволяет решать именно такие задачи, где сочетаются и классические методы решения практических задач и современные информационные технологии.

Применение комплекта эффективно:

- на стадии сбора данных, полученных в результате фиксации состояния реальных объектов в реальном времени;

- на стадии оформления результатов работы в виде математической обработки и как конечный результат в виде оформленного электронного документа;
- повышение эффективности достижения высоких стандартов образовательного процесса по физике, навыков постановки и проведения исследовательской работы, перевода разных видов информации из одного в другой;
- повышение мотивации к предмету в целом и к выполнению экспериментальных работ в частности.

С внедрением подобного комплекта в практику учебного процесса можно будет в полной мере использовать преимущества компьютеризированных лабораторных работ.

#### Список литературы

1. Практикум по физике. Электричество и магнетизм. Под ред. Ф. А. Николаева. – М.: «Высшая школа», 1991. – 151 с.
2. Гольдин Л.Л. Руководство к лабораторным занятиям по физике. – М.: Наука, 1973. – 688 с.
3. Шумский И.А. Виртуальная USB – лаборатория. КИП и С. – №4. – 2003. – С.19.
4. Ханнанов Н.К., Федорова Ю.В., Панфилова А.Ю. и др. Компьютер в системе школьного практикума по физике.- Контракт: ELSP/A2/Gr/001–004 – 03/28/07. - Фирма «1С». – 2007.
5. Fourier System, Inc. (Израиль) <http://www.fourier-sys.com/>
6. Тамперт В. AVR-RISC микроконтроллеры.: Пер. с нем. – К.: «МК-Пресс», 2006. – 464с.
7. Тамперт В. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR микроконтроллеров.: Пер. с нем. – К.: «МК-Пресс», 2006. – 208с.
8. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR. – М.: «Додэка-XXI», 2004. – 287 с.
9. Титце У. Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 512 с.

**Сapiga A.A., Sapiga A.V. Багатофункціональний комплект віртуальних приладів в лабораторному практикумі по загальній фізиці // Учені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. – 2008. – Серія «Фізика».- –Т. 21(60). - №1. – С. 110-116.**

У статті обговорюється використання віртуального комплекту приладів в лабораторному практикумі по загальній фізиці, розробленого на кафедрі ФТТ на основі AVR-RISC мікроконтроллера. Комплект включає: багатоміжний вольтметр і амперметр, звуковий, імпульсний і функціональний генератори.

**Ключові слова:** віртуальні прилади, RISC мікроконтроллер, фізичний практикум.

**Sapiga A.A., Sapiga A.V. Multifunctional complete set of virtual devices in a laboratory practical work on general physics // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. – 2008. – Series “Fizika”. – V. 21(60). - №1. - P. 110-116.**

In this article it is described the application of virtual complete set of devices in a laboratory practical work on basis of the AVR-RISC microcontroller. The complete set of devices includes: the multirange voltmeter and ammeter, sound, pulsing and functional generators.

**Keywords:** virtual devices, RISC microcontroller, physical practical work.

*Поступила в редакцию 07.11.2008г.*