

## **ПОДГОТОВКА БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ К СОЗДАНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Дерягин А. В.**

*Елабужский институт Казанского (Приволжского) федерального университета. 423604 Татарстан г. Елабуга, ул. Казанская 89, e-mail:aleksder1961@mail.ru*

---

Автор попытался систематизировать имеющийся материал и использовать его в лабораторном практикуме для подготовки будущего учителя физики и информатики в качестве руководителя кружка технического творчества к целевому использованию вычислительной техники в лабораторном практикуме по физике. Автором разработано и изготовлено пять стендов (модулей), подключаемых к LPT-порту, посредством которых он знакомит студентов с принципами работы портов ввода-вывода и организации связи персонального компьютера и периферийного оборудования. Разработанные лабораторные стенды, программное обеспечение и методические описания к ним позволяют рассмотреть основные принципы работы с портами ввода и вывода, что позволит в дальнейшем будущему учителю создавать новое экспериментальное оборудование лабораторного практикума по физике в школе. Данные материалы апробированы в рамках проводимого курса по выбору на старших курсах физико-математического факультета, на занятиях компьютерного клуба в школе № 6 г. Елабуги, на практических занятиях с младшими школьниками, проводимых в рамках проектов ЕИ КФУ в г. Елабуге «Интеллето» и «Детский университет».

---

Ключевые слова: ЭВМ, лабораторный практикум, стандартный порт ввода-вывода, периферийное оборудование.

## **TRAINING OF FUTURE TEACHERS OF PHYSICS AND COMPUTER SCIENCE TO BUILD LABORATORY EQUIPMENT USING COMPUTER TECHNOLOGY**

**Deryagin A. V.**

*Yelabuga Institute of the Kazan Federal University. 423604 Tatarstans of. Elabuga, street. Kazan 89, e-mail:aleksder1961@mail.ru*

---

The author has tried to systematize an available material and to use it in a laboratory practical work for preparation of the future teacher of physics and computer science as the chief of a circle of technical creativity to target use of computer facilities in a laboratory practical work on physics. By the author is developed and five stands (modules) connected to LPT-port through which tries to familiarize students with the principles of input-output ports, and the organization of communication and PC peripherals. Developed laboratory stands, software and methodological descriptions of them can consider the basic principles of working with input and output ports, which will continue to create a new future teacher experimental equipment laboratory course in physics at school. The developed laboratory stands, program maintenance and methodical descriptions to them allow to consider the basic principles of job with ports of input and output, that will allow in the further future teacher to create the new experimental equipment of a laboratory practical work on physics at school. The given materials апробированы within the framework of a spent rate at a choice on the grown-ups a rate of physical and mathematical faculty, the computer Club at school No. 6, Yelabuga, on practical employment(occupations) with the younger schoolboys spent within the framework of the projects EI KFU in Yelabuga "IntelLeto" and "Children's university".

---

Key words: the COMPUTER, laboratory practical work, standard port of input-output, peripheral equipment.

Электронно-вычислительные машины (ЭВМ) – высокопроизводительное средство обработки информации, предназначенное для решения большого круга самых разнообразных задач как в производстве, так и обучении. В лабораторном практикуме ЭВМ может использоваться в основном для сбора и обработки информации о состоянии датчиков, управлении различными механизмами и технологическими системами. Внедрение ЭВМ в учебный процесс значительно повышает эффективность занятий, а использование ЭВМ в

лабораторном физическом практикуме, когда персональный компьютер (ПК) непосредственно включен в экспериментальную установку, является одним из перспективных направлений совершенствования преподавания физики при подготовке учителей физики и информатики. В ходе профессиональной деятельности они должны быть готовы не только использовать готовое лабораторное оборудование, но и быть способны разрабатывать новые лабораторные работы с использованием ЭВМ.

Наш опыт показал, что при разработке компьютерных лабораторных работ, в которых компьютер применяется в качестве измерительного и управляющего прибора, возникает вопрос о том, как организовать измерения. С целью подготовки будущего учителя физики и информатики к разработке лабораторного физического практикума с использованием ЭВМ автором был разработан спецкурс (курс по выбору студента) «Сопряжение компьютеров с внешними устройствами», предназначенный для студентов старших курсов физико-математического факультета педвуза. Задачей данного курса было привлечение студентов к разработке таких лабораторных работ, в которых было бы возможно применение компьютера, программно и аппаратно совмещенного с действующей лабораторной установкой.

В основе экспериментальной части курса было положено использование LPT-порта, предназначенного для подключения принтера [3]. Он успешно может быть задействован в лабораторном оборудовании физического практикума и в программном управлении учебным экспериментом [2]. По сравнению с специализированным оборудованием, предназначенным для обслуживания лабораторного практикума по физике, стандартный LPT-порт позволяет обеспечить двухстороннюю связь ПК с периферийным оборудованием и имеет ряд преимуществ:

- использование «старых» ПК, что связано с дешевизной оборудования (предприятия и организации избавляются от морально устаревшего офисного оборудования);
- использование языка программирования владеющего пользователем (возможность создания программного обеспечения (ПО) под конкретную задачу на изучаемом в вузе языке программирования);
- возможность дальнейшей доработки созданного ПО к новым задачам (например, расширению базы лабораторного практикума).

В рамках проводимого автором курса по выбору силами будущих учителей физики и информатики было разработано пять лабораторных модулей (стендов), логически связанных между собой, каждый последующий модуль является расширением возможностей предыдущего. Рассмотрим их подробнее.

Первый модуль «Стенд №1» предназначен для первоначального знакомства с LPT-портом, который представляет собой печатную плату с размещенными на ней разъемом LPT, 12 светодиодами и 5 кнопок, позволяющий наглядно изучить регистры порта, а также организовать ввод и вывод данных через параллельный порт. Данный стенд максимально оптимизирует учебный процесс при изучении портов компьютера как на аппаратном, так и на программном уровне. При создании данного стенда затрачиваются минимальные усилия и расходные материалы. Восемь красных светодиодов подключены к регистру «данных» LPT, которыми можно управлять, обращаясь по адресу &H378 (шестнадцатеричная система счисления). Четыре зеленых светодиода подключены к регистру «контроль» LPT и управляются по адресу &H37A. При работе с регистром «контроль» необходимо учитывать инверсию 1, 2 и 4 разрядов, что требует от обучаемых выработки соответствующих навыков при составлении программ для различных устройств автоматики. Пять кнопочных выключателей подключены к порту «статус» LPT, позволяет отслеживать их состояние, обращаясь по адресу &H379.

Используя этот стенд (на вывод информации), можно создавать различные световые эффекты (бегущие огни, бегущая тень, индикаторный столб и т.п.), а также использовать его в качестве тренажера при преобразовании десятичных, восьмеричных и шестнадцатеричных чисел в двоичную систему счисления, например, задавать следующие команды: включите (выключите) все четные или нечетные светодиоды, включите конкретную группу светодиодов и т. д. При вводе информации кнопочные выключатели можно запрограммировать на изменение светового эффекта, загрузку необходимой программы, остановку текущей программы. Это позволяет также организовать тест «Угадай число», в котором необходимо не просто угадать число, а произвести соответствующий расчет, например: «какое число мы считаем из порта, если включим (выключим) один выключатель или группу выключателей?».

Второй модуль «Стенд №2» предназначен для изучения и демонстрации с помощью LPT-порта управления внешними исполнительными устройствами. Стенд представляет собой печатную плату с размещенными на ней разъемом LPT, разъемом дополнительного источника тока и буферного усилителя ULN2003A, к которым посредством разъемов подключены мощный источник света, коллекторный двигатель постоянного тока, униполярный шаговый двигатель. Подавая команды с ПК, можно управлять необходимыми внешними устройствами, например, включать (выключать) свет и (или) двигатель постоянного тока. Замена источника света оптодрайвером обеспечивает безопасное подключение к управляющему LPT-порту компьютера исполнительных устройств, работающих от повышенного или переменного напряжения. Стенд №2 позволяет изучить

принципы управления и работы шагового двигателя: пуск, остановка, реверсирование. Работа шагового двигателя рассматривается в трех режимах [6]: одиночный шаг; шаг с усиленным крутящим моментом; полушаг. В целом, стенд № 2 позволяет расширить возможности применения персонального компьютера на практике для решения учебных задач. Это значительно повышает познавательный интерес учащихся с помощью наглядности эксперимента и расширяет их кругозор.

Третий модуль «Стенд № 3» позволяет осуществлять расширение разрядности параллельного порта с помощью логических элементов. В базовом варианте персонального компьютера LPT-порт позволяет выводить необходимую информацию с компьютера по двум группам шин, разрядность которых, в общей сложности, ограничивается двенадцатиразрядной шиной (восемь разрядов регистра данных и четыре разряда регистра контроля). Модуль содержит четыре семисегментных светодиодных индикатора АЛС333, а для обслуживания индикаторов требуется 28-разрядная шина данных (4 индикатора по 7 сегментов). Для оптимизации элементной базы была выбрана динамическая индикация. Все одноименные сегменты индикаторов объединены и подключены к регистру «данных» LPT посредством буферного усилителя ULN2003A. Управление индикаторами осуществляется посредством четырех оптических пар 4N35. Так, для активизации одного из индикаторов в регистр «контроль» LPT по адресу 890 записывают нужный код. Чтобы зажечь необходимые сегменты индикатора, необходимо по адресу 888 передать соответствующий код группы сегментов. Последовательно выбирая один из индикаторов и записывая в порт необходимый код, на четырехразрядный индикатор можно выводить числовую информацию (дата, время и т.п.), организовать эффект «бегущая строка», тем самым изучить возможность расширения шины данных на вывод. Используя триггеры и дешифраторы, можно обслуживать до 112 внешних исполнительных устройств.

Четвертый модуль «Стенд № 4» дает возможность изучить расширение шины данных на ввод. В базовом варианте LPT-порт позволяет контролировать пять источников дискретных сигналов. Дополнение LPT-порта четырьмя мультиплексорами «2 в 1» или двумя мультиплексорами «4 в 1» позволяет расширить разрядность порта с исходных 5 до 17. В нашем варианте для этой цели используется 12 герконовых датчиков и 4 оптических датчика. Разработанный совместно со студентами модуль позволяет реализовать устройство отслеживания направления вращающегося объекта (вращающаяся платформа, флюгер), подсчета числа оборотов, частоты вращения. При закреплении датчиков на наклонной или горизонтальной плоскости модуль позволяет фиксировать перемещение, скорость, ускорение и т.п., а при закреплении датчиков на вертикальной плоскости фиксируется уровень (например, уровень жидкости в сосуде) и т.п.

Создание следующего модуля «Стенд № 5» было вызвано необходимостью контроля не только дискретных, но и аналоговых сигналов. Для преобразования дискретных сигналов в цифровые и наоборот необходимо изучить принципы построения и работу цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей (ЦАП и АЦП). Однако использование специализированных интегральных микросхем требует значительных навыков по сборке (пайке и отладке) подобных устройств, а также создания программного обеспечения для их обслуживания. Опыт показал, что на начальном этапе целесообразно начать изучение ЦАП и АЦП, используя дискретные элементы и известные для разработчика языка программирования.

Для изучения ЦАП был использован синтезатор речи и коды «прошивки» постоянного запоминающего устройства (ПЗУ), описанные в журналах «Моделист конструктор» [5], «Радиолобитель» [1]. Преобразование кодов в аналоговый сигнал происходит на ЦАП взвешивающего типа, в котором каждому биту преобразуемого двоичного кода соответствует резистор, подключенный на общую точку суммирования (рис.1).

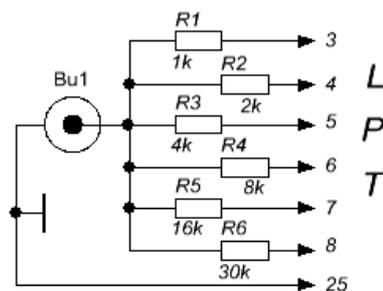


Рис.1.  
Схема цифроаналогового преобразователя  
взвешивающего типа

Проводимость каждого резистора пропорциональна весу бита, которому он соответствует. Следовательно, все ненулевые биты кода суммируются с весом. В отличие от описанных в [1,5] устройств, вместо ПЗУ и задающего генератора со счетчиком, нами используется персональный ПК, к параллельному порту которого подключена линейка регистров и гнездо для подключения активных колонок от компьютера. С помощью этого простого устройства можно синтезировать сигнал, близкий к аналоговому, в том числе и речь человека.

Интегрирующие АЦП, обеспечивающие относительно высокую точность преобразования при низкой стоимости, могут быть построены на базе преобразователей напряжение-частота (ПНЧ). ПНЧ на логических элементах КМОП или транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) представляет собой мультивибратор (релаксационный генератор), частота выходного сигнала которого зависит от номинальных значений резистора и конденсатора частото задающей цепи (рис. 2). Устройство, построенное по

данной схеме, дает практически линейное преобразование частоты в диапазоне входных напряжений от 0 до 1,2 В [4].

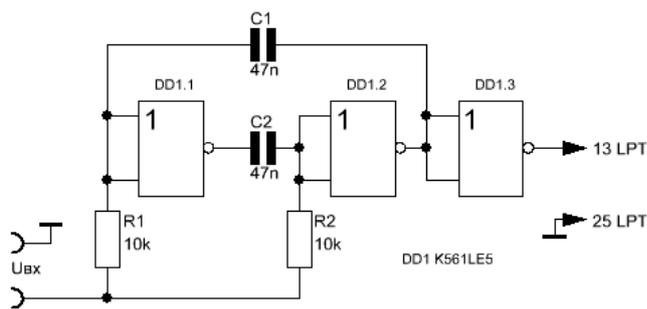


Рис.2.  
Преобразователь напряжение-частота на логических элементах КМОП

Выход генератора соединен с параллельным портом, в результате ПК производит подсчет количества импульсов, поступивших от ПНЧ за период счета, и преобразует в число, соответствующее измеряемой величине. Используя терморезистор в частотоподающей цепи (рис. 3), позволяет измерить температуру тела и преобразовать его аналоговое значение в цифровую информацию для дальнейшей обработки. Замена терморезистора фоторезистором позволяет измерить световой поток или прозрачность тел.

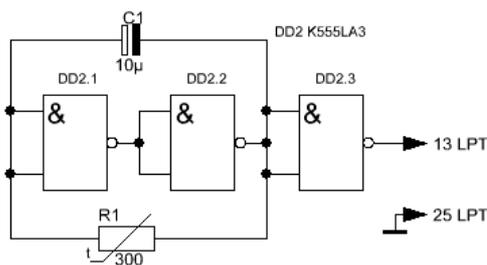


Рис.3.  
Преобразователь температура-частота

В завершении спецкурса рассматривается работа манипулятора с тремя степенями свободы. В качестве комплектующих для манипулятора использовались запчасти от пришедших в негодность принтеров, сканеров, дисководов и подобных устройств. Два униполярных шаговых двигателя посредством буферного усилителя ULN2003A подключаются непосредственно к LPT порту и позволяют управлять положением стрелы манипулятора в горизонтальном и вертикальном направлении. Крайние положения стрелы по горизонтали контролируется оптическими датчиками, по вертикали – механическими контактами. Биполярный шаговый двигатель с микросхемой HA13421P управляет вылетом стрелы, на которой установлен электромагнит и светодиод для контроля работы электромагнита. Управление движением манипулятора осуществляется с клавиатуры компьютера, все операции (захват объекта, его освобождение, перемещение в необходимом направлении) заносятся в память компьютера, а по завершении этапа «обучения»

манипулятора на жесткий диск записывается файл с данными. Используя в дальнейшем данные этого файла, робот-манипулятор может уже многократно повторять (воспроизводить) проделанные при обучении операции (движения). Полученная конструкция робота демонстрирует принципы работы станков и механизмов с числовым программным управлением (ЧПУ), позволяет изучить принципы построения робототехники, дает начальное представление о работе функциональных узлов и программировании подобного рода устройств.

Таким образом, разработанный спецкурс «Сопряжение компьютеров с внешними устройствами», предназначенный для будущих учителей физики и информатики, позволяет поэтапно изучить сопряжение компьютеров с внешними устройствами и использовать полученные навыки при постановке лабораторных работ. Разработанные лабораторные стенды, программное обеспечение и методические описания к ним позволяют рассмотреть основные принципы работы с портами ввода и вывода, что позволит в дальнейшем будущему учителю создавать новое экспериментальное оборудование лабораторного практикума по физике в школе. Данные материалы апробированы в рамках проводимого курса по выбору на старших курсах физико-математического факультета, компьютерного клуба в школе № 6 г.Елабуги, на практических занятиях с младшими школьниками, проводимых в рамках проектов ЕИ КФУ в г. Елабуге «Интеллето» и «Детский университет».

#### **Список литературы**

1. Жуков Е. Речевой информатор «Гном» // Радиолюбитель. – 1994. – №8. – С.20-24.
2. Иванов Д. В. Запись / чтение данных в LPT порт. (Часть 2) Делаем LPT устройство. URL: <http://www.kernelchip.ru/pcports/PS005.php> (дата обращения: 21.02.2013).
3. Новожилов А. Другая «жизнь» LPT порта // URL: [http://sano2000.narod.ru/LPT\\_main.htm](http://sano2000.narod.ru/LPT_main.htm) (дата обращения: 21.02.2013).
4. Преобразователи напряжение-частота на логических элементах. – URL: <http://www.shematic.net/page-185.html> (дата обращения: 21.02.2013).
5. Симутин А. Доверьте охрану звонку // Моделист конструктор. – 1995. – № 2. – С. 29-31.
6. Stepper Motor Controller with Parallel Port // URL: [http://electronics-diy.com/stepper\\_motors.php](http://electronics-diy.com/stepper_motors.php) (дата обращения: 21.02.2013 г.).

#### **Рецензенты:**

Ахметов Л. Г., д-р пед. наук, профессор, профессор кафедры теории и методики профессионального образования Елабужского института Казанского федерального университета, г. Елабуга.

Шаймарданов Р. Х., д-р пед. наук, профессор, профессор кафедры педагогики Сургутского педагогического университета, г. Сургут.