

## ПРО ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ В ЛАБОРАТОРНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ

*В статті розглядаються основні принципи використання комп'ютера в якості вимірювального пристрою, під час організації лабораторного експерименту з фізики.*

**Ключові слова:** фізичні вимірювання, комп'ютер, аналого-цифрові перетворювачі, експеримент.

Суспільство перебуває сьогодні в технологічній фазі науково-технічної революції. Основна риса цього етапу – інформатизація життя з усіх боків. Освіта є інформаційним процесом і тому використання інформаційних технологій із застосуванням комп'ютера особливо важливий освітній процес. Зі збільшенням кількості комп'ютерів у школах та вищих навчальних закладах зростає і роль їхнього ефективного використання з метою підвищення результативності навчання. Застосування комп'ютерів як засобу навчання підвищує мотивацію навчання за рахунок інтересу учнів до діяльності, пов'язаної з комп'ютером [7;9;10;11;12;15].

На допомогу вчителю фізики для організації занять за допомогою сучасних інформаційних систем в цей час випускається величезна кількість навчальних програм, освоєння яких дає сучасному педагогові можливість не тільки контролювати успішність учнів, а й безпосередньо моделювати ті або інші фізичні процеси і явища. Застосування комп'ютера в реальному лабораторному експерименті дає можливість показати сучасність нинішньої фізики, тим самим прищеплюючи інтерес учнів до точних наук [8;9].

Вивчивши й узагальнивши досвід педагогів, можна виділити наступні способи застосування комп'ютерної техніки на уроках фізики [5]:

- 1) підготовка друкованих роздаткових матеріалів (контрольні, самостійні роботи, дидактичні картки для індивідуальної роботи);
- 2) мультимедійний супровід пояснення нового матеріалу (презентації, аудіо- та відео- записи реальних лекцій, навчальні відеоролики);
- 3) інтерактивне навчання в індивідуальному режимі;
- 4) використання на заняттях підключення до мережі інтернет;
- 5) контроль рівня знань з використанням тестових завдань;
- 6) комп'ютерне моделювання фізичних процесів й експериментів, проведення яких у навчальному лабораторному циклі неможливе;
- 7) обробка учнями експериментальних даних (побудова таблиць, графіків, створення звітів);
- 8) проведення комп'ютеризованих лабораторних робіт.

На більшість вище перерахованих пунктів багато сучасних викладачів вже давно звернули увагу й успішно їх використовують [14], а от стосовно залучення комп'ютерів до лабораторного експерименту хотілося б зупинитись детальніше, тому що вимірювання – це єдиний спосіб одержання кількісної інформації про величини, що характеризують ті або інші фізичні явища й процеси.

Сучасні вимірювання неможливі без спеціальних технічних пристроїв. Засоби вимірювання дуже різноманітні та найбільше застосування у практиці фізичних вимірювань знаходять вимірювальні перетворювачі тому що переважна більшість вимірюваних величин є аналоговими, тобто тими, що мають безліч значень у діапазоні вимірювань й неперервними в часі. Існують також природно дискретні величини (наприклад, електричний заряд, який не може бути меншим певного значення, або кількість молекул у певному об'ємі). Числове значення таких величин може визначатися шляхом безпосереднього рахунку її дискретних частин (наприклад у реєстраторах елементарних часток кожен імпульс відповідає проходженню однієї частинки). Це створює більші переваги у вимірюваннях дискретних величин. Ці переваги порушили питання про штучне перетворення аналогових величин у дискретні. Це досягається за допомогою спеціальних аналогово-цифрових перетворювачів. Таким чином, прилади для вимірювання аналогових фізичних величин можуть бути не тільки аналоговими, але й цифровими, у яких вимірювана аналогова величина попередньо перетворюється в дискретну форму й результат виміру представляється у формі цифрового сигналу. Інформація про величину вимірюваної фізичної величини міститься, як правило, у параметрах вимірювального сигналу на вході вимірювального перетворювача. Якщо між

параметром вихідного сигналу й вимірюваною величиною існує відомий функціональний зв'язок, то цей параметр називають інформативним, при відсутності такого зв'язку параметр сигналу відноситься до неінформативних параметрів.

Реальна вхідна інформація завжди знаходиться в умовах впливу різних перешкод, тобто є реалізацією випадкового процесу. Однак у більшості випадків, на фіксації цих сигналів, не відбивається можливість випадкової похибки, тобто вимірювальний сигнал у цьому випадку є квазідетермінованим тому що інформативний параметр вимірювального сигналу априорі невідомий.

Під час вимірювань у техніці широко використовуються ті ж математичні моделі, що й у теорії сигналів, тобто складний сигнал, може бути представлений у вигляді розкладання на суму елементарних, що наділені відомими властивостями (наприклад, розкладання в ряд Фур'є). У цифровій обробці вимірювальних сигналів використовується розкладання в ряд за системою функцій Уолша, Хаара й ін. Для передачі знайденої інформації у вимірювальній техніці широко використовується модуляція вимірювальних сигналів. Велика розмаїтість вимірювальних приладів не дозволяє розглянути особливості пристроїв й принципів роботи кожного з них, але можна виділити деякі загальні принципи їхньої побудови [6].

Вимірювальні прилади складаються в загальному випадку з кількох перетворювачів, пристроїв порівняння, мір і різних допоміжних компонентів. Сигнал, що несе інформацію про значення вимірюваної величини, набуває кількох перетворень для одержання потрібного вигляду. З'єднання цих перетворень у певний ланцюг зветься структурною схемою вимірювального приладу. Структурні схеми вимірювальних приладів дуже різноманітні, однак залежно від методу вимірювань, що реалізовані у пристрої, розрізняють два основних види структурних схем: прямого перетворення й компенсаційного перетворення. Ці схеми істотно розрізняються за результуючою похибкою вимірювань. Структурна схема прямого перетворення наведена на рис. 1.

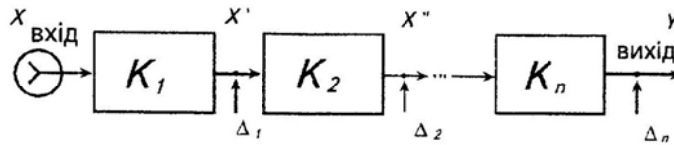


Рис. 1

Особливості схеми прямого перетворення є в тому, що всі перетворення відбуваються в прямому напрямку від входу до виходу, тобто попередні величини перетворюються в наступні, а перетворення у зворотному напрямку відсутні.

На рис. 1  $KO_1, KO_2 \dots K_n$  – це коефіцієнти перетворення відповідних ланок. Очевидно, що коефіцієнт перетворення вимірювального приладу  $K = \sum_{i=1}^n K_i$ . А рівняння вимірювального перетворення

$$\text{має вигляд } Y = \sum_{i=1}^n K_i X.$$

Прилади прямого перетворення для дослідження фізичних явищ діляться на: механічні, оптико-механічні, електромеханічні, електротеплові, електронні ін.. Структурна схема компенсаційного приладу наведена на рис. 2.

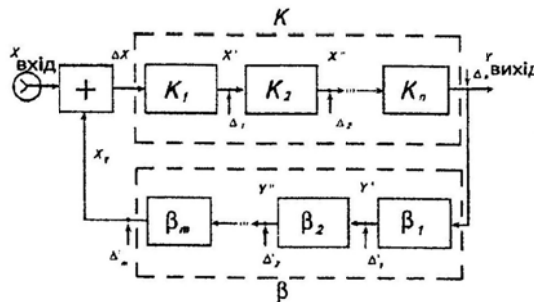


Рис. 2

Відмінна риса схеми полягає в тому, що вихідна величина  $Y$  піддається зворотному перетворенню у величину  $X_r$ , однорідну із вхідною величиною  $X$  і майже повністю її врівноважувати, у результаті чого на вхід кола прямого перетворення надходить тільки невелика частина перетвореної вхідної величини  $\Delta X$  [1-4;16].

За структурними схемами, наведеним на рис. 1. і рис. 2. можна побудувати як аналогові, так і цифрові вимірювальні прилади. Історично першими в галузі вимірювань фізичних величин з'явилися

аналогові вимірювальні прилади, вони й досі знаходять широке застосування для вимірювання різних фізичних величин. Але незаперечні переваги цифрових вимірювальних приладів призвели до швидкого розвитку цифрових методів вимірювань, і не дивно, що вони знаходять усе більш широке застосування у різних напрямках вимірювальної техніки. До переваг цифрових вимірювальних приладів можна віднести:

- зручність й об'єктивність відліку;
- висока точність результатів вимірювань;
- широкий динамічний діапазон у сполученні з високою роздільною здатністю;
- висока швидкодія;
- можливість автоматизації процесу вимірювання;
- можливість використання новітніх мікроелектронних технологій;
- зручність реєстрації результатів вимірів й обробки їх за допомогою ЕОМ й ін.

Переважає більшість вимірюваних фізичних величин, як відзначалося, є аналоговими. Для цифрового представлення цих величин вони повинні відчувати на собі ряд специфічних перетворень: дискретизацію, квантування й кодування. У кодованому вигляді сигнали з аналогово-цифрового перетворювача надходять, шляхом підключення, до одного з портів вводу-виводу інформації. Для цього можна використати універсальний послідовний USB – порт, послідовний COM – порт (RS232) або паралельний порт LPT [13], які дозволяють обмінюватися інформацією з підключеним до нього зовнішнім пристроєм.

Найбільш зручним для підключення зовнішніх пристроїв, а також простим з погляду написання й адаптації програмного забезпечення є порт LPT, приведемо деякі основні відомості відносно роботи з ним. Порт LPT складається з 25 контактів і використовується для підключення принтерів та інших пристроїв. При цьому використовується стандарт Bitronix. Призначення кожного виводу [13, с. 26]: 1 вивід – стробуючий, тобто передавальний сигнал, що синхронізує передачу інформації, 2 – 9 виводи – 8 розрядна шина, використовувана для передачі 1 байта від персонального комп'ютера до зовнішнього пристрою, 10 – 17 – шина передачі даних про стан принтера (підтвердження прийому даних, сигнал "зайнятий", кінець паперу, переклад рядка, помилка, готовність до роботи й т. буд.). Виводи 18 – 25 утворюють загальну шину заземлення. Для зчитування 1 байта інформації від зовнішнього пристрою використовуються 10 – 17 виводи LPT – порту, при цьому передане восьмирозрядне двійкове число записується до оперативної пам'яті комп'ютера з адресою  $379_{16} = 889_{10}$ . Щоб переслати 1 байт інформації від комп'ютера до зовнішнього пристрою необхідно записати відповідне восьмирозрядне двійкове число в комірку пам'яті з адресою  $378_{16} = 888_{10}$ . На мові програмування Basic, для зчитування числа з комірки пам'яті, використовується команда  $x = \text{INP}(\&H379)$  або  $x = \text{INP}(889)$ , а для запису числа в порт –  $\text{OUT} \&H378, 123$  або  $\text{OUT} 888, 63$ . На мові програмування Pascal їм відповідають оператори:  $\text{Port}[888] := 212$ ;  $\text{Port}[\&378] := 12$ ; – запис числа в оперативну пам'ять з адресою  $888_{10}$ ;  $x := \text{Port}[889]$ ; або  $x := \text{Port}[\&379]$ ; – зчитування числа з комірки  $889_{10}$  і його присвоєння змінній x.

На рис. 3 наведено принципову схему підключення найпростішого аналого-цифрового перетворювача до паралельного порту комп'ютера. В якості АЦП можна використати будь-який вимірювальний прилад, дані якого перетворюються в цифровий сигнал (послідовність логічних 0 й 1).

Для прикладу рис. 4. наведено найпростішу схему вимірювача температури, робота якого заснована на зміні частоти, що видається генератором імпульсів. Частота імпульсів залежить, прямим чином, від значення опору терморезистора R2. Таким чином з точки зору програмування залишається тільки написати програму, яка вимірює частоту імпульсів і перетворює ці дані в значення, що подаються в одиницях температури.



Рис. 3

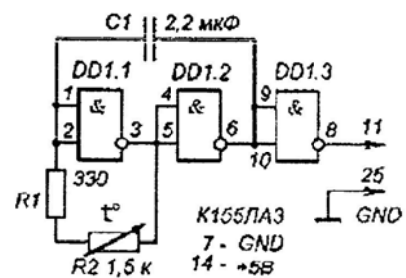


Рис. 4

Приблизний вигляд програми на мові Basic наведемо нижче:

```

10 SCREEN 2: LINE (10, 180)-(640, 180)
20 LINE (10, 0)-(10, 480)
30 OUT (888), 255: M = .2
40 WHILE INKEY = ""
50 n = 0: dt = 1: t0 = TIMER: t = t0 + .01
60 WHILE (t - t0) < dt
70 x = INP(889): 'PRINT " x= ", x;
80 IF (y = 127) AND (x = 255)
90 THEN n = n + 1
60 y = x: t = TIMER
70 WEND
80 n = M * (n - 80): tt = tt + dt
90 LINE (10 + tt * 5, 180 - n / dt)-(10 + (tt - dt) * 5, 180 - nn / dt)
100 nn = n: 'PRINT "температура", n / dt;
110 WEND: END

```

Подана програма будує графік залежності температурної координати від часу. Для точності показів потрібно лише проградувати пристрій (підібрати частоту за допомогою резистора R1 і конденсатора C1) і виділити потрібний робочий діапазон.

Навіть при елементарних навичках програмування можна побудувати досить точну навчальну фізичну лабораторію, що буде не тільки давати більше високу точність, швидкість і своєчасність вимірювань фізичних величин, а й буде актуальною та цікавою для учнів. Тому й не дивно, що жоден "віртуальний експеримент" не замінить реального досвіду. Учень чи студент, вивчаючи електричні кола за допомогою комп'ютера, не зможе сформувати в себе таких експериментальних умінь, як складання кола, використання вимірювальних приладів, правил техніки безпеки та ін. Віртуальний експеримент є окремим методом пізнання, що у жодному разі не може підмінити проведення натурних дослідів і спостережень.

#### Використані джерела

1. Акатов Р.В. Компьютерные измерения: Аналого-цифровой преобразователь. – Учебная физика. – 1999. – N 3. – 48–64 с.
2. Мартыненко В.С. Операционное исчисление. – Киев: Вища школа, 1973. – 268 с.
3. Гүлд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике: В 2-х частях. Часть первая. – М.: Мир, 1990. – 400 с.
4. Купер Дж., Макгиллем К. Вероятностные методы анализа сигналов и систем. – М.: Мир, 1989. – 376 с.
5. Извозчиков В.А., Ревунов А.Д. Электронно-вычислительная техника на уроке физики в средней школе. – М. Просвещение, 1988. – 239 с.
6. Лапа В.Г. Математические основы кибернетики. – Киев: Вища школа, 1974. – 452 с.
7. Леонтьев О.П., Гохман О.Г. Проблемы управления учебным процессом: Математические модели. – Рига, 1984. – 239 с.
8. Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С. Введение в синергетику: Учеб. руководство. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
9. Майер Р.В. Исследование процесса формирования эмпирических знаний по физике. – Глазов: ГГПИ, 1996. – 132 с.
10. Майер Р. В. Основы компьютерного моделирования: Учебн. пособие. – Глазов: ГГПИ, 2005. – 25 с.
11. Майер Р. В. Математическая модель процесса обучения // Новости школы. – 2006. – N 1. – С. 35–36.
12. Майер Р.В., Никулина М.В. Использование компьютера при изучении затухающих колебаний // Инженерно-экономическое образование: Вопросы дидактики. – Глазов: ГИЭИ, 2006. – С. 127–130.
13. Матаев Г.Г. Компьютерная лаборатория в вузе и школе. Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 440 с.
14. Новиков Д.А. Закономерности итерактивного научения. – М.: Институт проблем управления РАН, 1998. – 77 с.
15. Бурсиан Э.В. Задачи по физике для компьютера. – М.: Просвещение, 1991. – 256 с.
16. Новиков Ю.В., Калашников О.А., Гуляев С.Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. – С. Петербург, М., Харьков, Минск, ЭКОМ. – 2000. – 224 с.

Dyatlov Y.

#### SOME ASPECTS OF USING COMPUTERS DURING LABORATORY WORKS IN PHYSICS

*The article covers main principles of using computers as a measuring device, in organizational process of the physical laboratory experiment.*

*Key words: physical measurement, computer, analog-digital converters, experiment.*

*Стаття надійшла до редакції 27.10.11*