

### ЛАБОРАТОРНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ТЕОРІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ І РОБОТОТЕХНІКИ

Абрамов В.О.

В Київському міському педагогічному університеті ім. Б.Д. Грінченка створений комплекс лабораторних та методичних засобів для демонстрації основних принципів управління в технічних системах. Основою комплексу є персональний комп'ютер з розвинутою системою введення-виведення інформації.

У нашій країні, згідно статистики, усе меншою стає потреба в менеджерах, економістах і бухгалтерях, а все більшою у фахівцях з технічних галузей (робітників, інженерів і вчених). Таких фахівців треба виховувати з дитинства: прищепити їм смак до технічної творчості, підтримувати захоплення технічними видами спорту, розвивати математичне мислення і т. д. Для цього потрібні певні технічні засоби і відповідна матеріальна база. Це важливий важіль відродження технічного і наукового потенціалу країни.

У сучасній промисловій і побутовій техніці є безліч приладів і устаткування, управління якими проводиться за допомогою спеціальних комп'ютерів. У всьому світі за кількістю і складністю комп'ютери, що управляють, перевищують звичайні офісні персональні комп'ютери, і ці показники постійно збільшуються. Комп'ютери застосовуються для управління об'єктами практично в усіх сферах діяльності: у побутових приладах, промисловому виробництві, в автомобілях, літаках, супутниках, у системах зв'язку, телебаченні та ін. Однією із самих динамічних і популярних галузей застосування комп'ютерного управління є робототехніка. Роботи застосовуються як у промисловому виробництві, так і в розважальних та рекламних цілях. Комп'ютери, що управляють, чимось схожі на персональні комп'ютери, а чимось відрізняються. Принципи комп'ютерного управління є важливою частиною комп'ютерних наук.

Проте студенти в навчальних закладах найчастіше мають справу тільки з персональним комп'ютером. Водночас, мало хто знає принципи навіть його будови. Тому є потреба в простих лабораторних макетах, які моделюють і наочно пояснюють роботу складних комп'ютерних систем управління і робототехніки.

У промисловості застосовуються високоточні, швидкодіючі, але достатньо складні й дорогі системи управління (цифрові й аналогові пристрої введення-виведення, канали передавання інформації, потужні виконавчі пристрої і високоточні датчики). Є також системи розробки відповідних програмних засобів для промислових систем управління технологічними процесами і роботами (наприклад R/2). Усі вони через свою складність і вартість не підходять для навчальних цілей. Але всі принципи управління фізичними об'єктами можна вивчити і продемонструвати на простіших моделях.

Світова практика показує, що поглибленню технічних знань і досвіду сприяє самодіяльна й організована технічна творчість молоді. Робототехнічні моделі й іграшки з автоматичним і дистанційним керуванням набувають все більшої популярності. Діти і дорослі захоплюються створенням моделей роботів, машин, літаків та ін. Моделям під управлінням комп'ютера або мікроконтролера присвячені виставки, конкурси, змагання і чемпіонати, популярні телепередачі, а також книги, журнали, сайти і портали [1, 2]. Наприклад, проводиться російська олімпіада роботів [3] тощо.

Моделі створюються, в основному, учнями і студентами. Одержавши знання і досвід використання комп'ютерних технологій під час створення іграшок, їх розробники здатні створювати більш серйозні промислові системи.

Для технічної творчості деякі виробники випускають компоненти моделей роботів і керованих іграшок, такі як електричні конструктори, набори для моделювання, роботи-іграшки та ін. Наприклад, з компонентів конструктора роботів LEGO MINDSTORMS Robotics Invention System [4] можна будувати різні автоматичні і керовані моделі [5].

Для вивчення основ інформатики і кібернетики в навчальних закладах і підтримки технічної творчості молоді необхідно створювати відповідні умови. Зокрема, пропонується програмно-апаратний комплекс, що демонструє принципи комп'ютерного управління і робототехніки. Комплекс досить простий і розрахований на постійне вдосконалення силами учнів. Він дозволяє створювати моделі систем управління і лабораторні роботи для вивчення основних принципів управління і робототехніки. Можна створювати моделі, складність яких змінюється від найпростіших до дуже складних.

Лабораторний комплекс складається з базової і прикладної частин. Базова складова містить універсальний персональний комп'ютер з доопрацьованою системою введення-виведення: адаптер і відповідні драйвери. Призначена для користувача прикладна складова — це набір виконавчих пристроїв і датчиків із відповідними драйверами (апаратна частина), а також засоби розробки додатків (програмна частина). Структура комплексу відповідає загальній стандартній структурі системи управління (рис. 1).



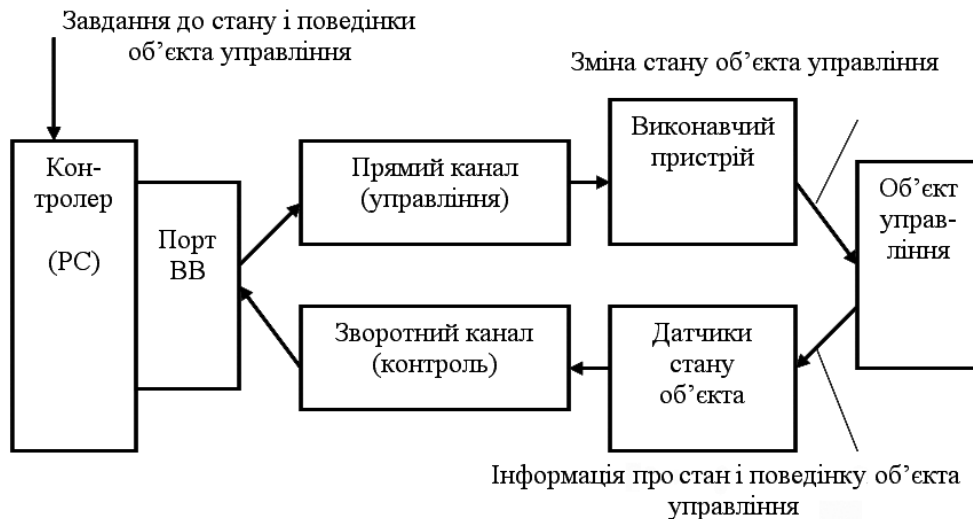


Рис. 1

Система введення-виведення звичайного комп'ютера доповнена додатковим адаптером, який розширює її функції. Інформація, що управляє, передається по прямому каналу на виконавчі пристрої, які змінюють стан і поведінку об'єкта управління. Інформація про стан і поведінку об'єкта від датчиків передається зворотним каналом (канал зворотного зв'язку). У керуючому комп'ютері одержана інформація порівнюється із заданим станом і поведінкою об'єкта і формується відповідний сигнал управління і корекції.

Звично у системах управління використовуються операційні системи реального часу, що дозволяє відстежувати й управляти об'єктами у темпі процесів, що відбуваються. У навчальному макеті застосована звичайна Windows XP, у якій виконується тільки одне завдання. Крім того, швидкодія об'єкта управління незначна, тому функціонування програмного забезпечення наближається практично до реального масштабу часу.

Під час використання персонального комп'ютера для керування одним із ключових моментів є доопрацювання його системи введення-виведення. Її складність залежить від числа керуючих і контрольованих параметрів. У реальних об'єктах їх число досягає десятків тисяч. Для навчальних цілей реалізовано декілька десятків параметрів. Найбільш простий і не вимагає значних ресурсів спосіб виведення і введення інформації через паралельний LPT або послідовний COM-порт.

У комп'ютерах використовуються різні типи портів. Замість стандартного паралельного порту (SPP) у сучасних комп'ютерах дуже часто встановлені розширені порти ESR і ERR [6]. Вони мають напівдуплексний симетричний 8-бітовий цифровий канал для введення-виведення даних, 4 розряди виходів управління і 5 розрядів стану. Обслуговують порт 3 регістри: даних, стану й управління. Під час прийому даних у напівдуплексному каналі вихідний буфер даних вимикається установкою одного з бітів управління (CR5) у стан 1. Операції введення і виведення здійснюються інструкціями IN і OUT.

Для розширення числа вихідних і вхідних розрядів, а також введення-виведення аналогових сигналів

застосовується спеціальний адаптер паралельного порту (рис. 2). У ньому здійснюється адресне розділення даних, адреса вказується у шині управління. Чотирирозрядна адреса дозволяє мультиплексувати 16 вхідних і вихідних байтів. Частина з них використовується для обслуговування аналогових даних.

Взаємодія з COM-портом здійснюється через адаптер послідовного введення-виведення [7]. Основною його частиною є спеціалізований ЧПП або мікроконтролер. Мікроконтролер зручний тим, що, окрім послідовного введення-виведення, він може виконувати функції локального управління виконавчими пристроями і датчиками. Є безліч достатньо простих і дешевих типів мікроконтролерів, які можна запрограмувати на виконання широкого спектру функцій. Для їх програмування потрібні нескладні програматори і знання відповідних інструкцій.

Програмні засоби лабораторного комплексу складаються з драйверів і прикладних програм. Драйвер виконавчого пристрою і датчика, безпосередньо пов'язаний з виведенням і введенням інформації через порт. Драйвери розрізняються для різних пристроїв і операційних систем. Для роботи в середовищі DOS і Windows 9x достатньо простий драйвер можна написати на асемблері з використанням інструкцій безпосереднього виведення (OUT) і введення (IN). У Windows XP ці операції необхідно здійснювати з використанням функцій Windows API, що викликає певні утруднення. Тому зручніше використовувати спеціальні бібліотечні функції.

Під час створення моделі користувачем основна увага приділяється прикладній програмі, що управляє і реалізує конкретний алгоритм управління моделлю, роботом або іншими об'єктами. Розробка додатків проводиться у візуальному середовищі, наприклад, Visual Basic або Delphi. Водночас, одна з екранних форм додатку є пультом управління моделлю і місцем відображення основних параметрів його стану. Під час створення додатків вивчаються методи підвищення ефективності управління (швидкодії, енергоспоживання, надійності). Для цього в алгоритмах використовуються елементи оптимізації та адаптивності, які дозволяють проводити процес управ-

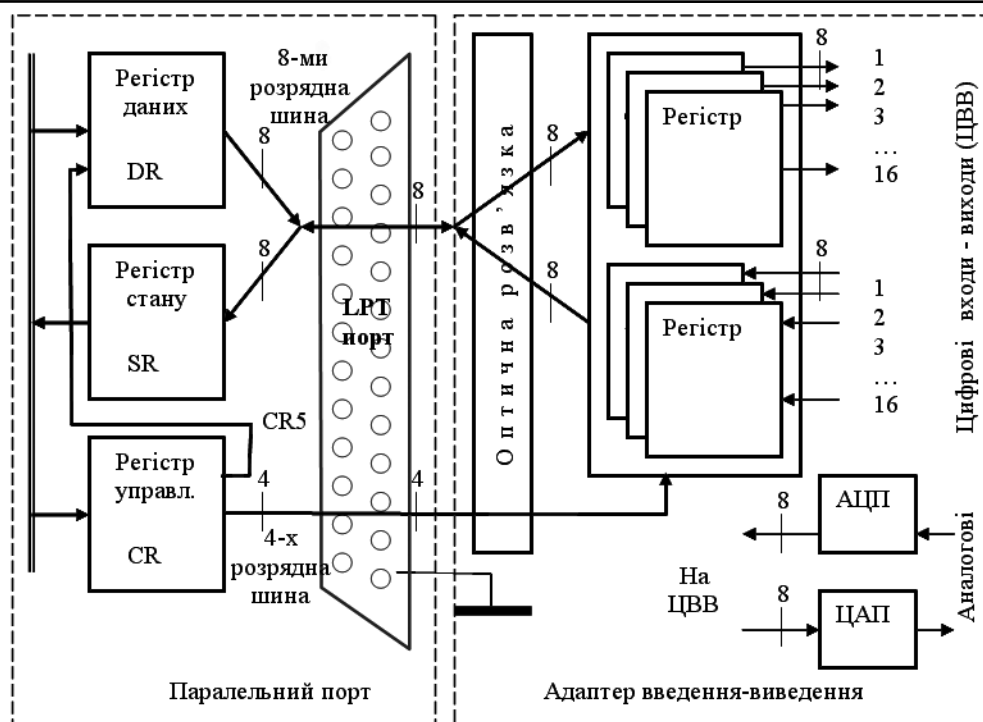


Рис. 2

ліній з оптимальним критерієм ефективності, а також налаштувати систему у разі зміни зовнішніх умов.

Для прискорення, спрощення й автоматизації створення призначених для користувача додатків використовуються як стандартні, так і спеціально розроблені компоненти Delphi [8]. Такі властивості компонентів як функціональність, повторне використання, продуктивність, гнучкість й узгодженість роблять їх незамінними у проектуванні додатку й уніфікують роботу з інтерфейсами часу конструювання і виконання програми.

У комплексі є набір виконавчих пристроїв і датчиків, а також їхні драйвери, що зв'язують об'єкт управління з керуючою програмою. Користувач під час створення чергової моделі або виконання лабораторної роботи підключає до адаптера виконавчі пристрої і датчики, канали зв'язку, а також створює прикладну програму для управління. Водночас використовуються заготовки у вигляді компонентів. Значно складніше завдання для студентів полягає в розробці нових виконавчих пристроїв і датчиків з відповідними драйверами, а також створення нових компонентів Delphi.

Як виконавчі пристрої використовуються лампочки, світлодіоди, сегментні індикатори, акустичні сигналізатори, вентилятори (кулер від процесора), електромагніти, двигуни з механізмом перетворення руху тощо. Як прості датчики можна використовувати датчики температури (терморезистори), освітленості (фоторезистори), контактні датчики, акустичні (мікрофони) та ін. Канали зв'язку можуть бути як штатні комп'ютерні, так і від різної побутової техніки та іграшок (дротяні, радіо, інфрачервоні).

Під час демонстрації моделі в аудиторії дуже зручно використовувати інтерактивну SMART дошку. У цьому випадку управління моделлю відбу-

вається на очах у всієї аудиторії. Особливо це зручно під час демонстрації управління складними об'єктами (електростанціями, залізницями). На екрані представлена структура всього об'єкта управління з піктограмами, які дозволяють управляти окремими його властивостями. Дотик до піктограми в інтерактивному режимі приводить до зміни тих або інших властивостей об'єкта.

Розроблений програмно-апаратний комплекс має широкі можливості для використання в навчальному процесі і технічній творчості молоді. На його основі можуть бути створені моделі систем управління пересувними об'єктами, побутовими приладами, технологічним устаткуванням і роботами. Різноманіття цих моделей, а також розвиток самого комплексу, залежить тільки від фантазії юних конструкторів. Лабораторні роботи на основі комплексу допоможуть глибше вивчити принципи передавання інформації і комп'ютерного управління, а також принципи підвищення ефективності управління шляхом введення елементів оптимізації та адаптивності.

### Література

1. Інтернет-портали: RoboClub.ru, RoboForum.ru, RoboSport.ru, Robo.com.ua.
2. Хронологія робототехники 2007. <http://myrobot.ru/articles>.
3. Російська олімпіада роботів 2008. 21-24 жовтня. Москва ВВЦ. «Робототехніка — 2008» <http://RoboSport.ru>.
4. Простий Лего-робот, що йде по лінії. [http://myrobot.ru/articles/lego\\_line.php](http://myrobot.ru/articles/lego_line.php).
5. Як зробити робота: схеми, мікроконтролери, програмування. <http://myrobot.ru/stepbystep>.
6. Гук М.Ю. Апаратні засоби IBM PC. Енциклопедія. 3-є вид. — СПб.: Питер, 2006. — 1072 с.
7. Мюллер Скотт. Модернізація і ремонт ПК, 16-вид.: Пер с англ. — М.: Вільямс, 2006. — 1328 с.
8. Конопка Р.Єй. Створення оригінальних компонентів в середі Delphi: Пер. с англ. К.: НІПФ — «ДіаСофт Лтд.», 1996. — 512 с.