

## СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

УДК 621.9:004.94

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОГО УПРАВЛІННЯ  
АНАЛОГО-ЦИФРОВИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ  
ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ СИЛИ РІЗАННЯ**

*\*Новіков М.В., \*Девін Л.М., \*\*Стахнів М.Є., \*\*Лисенко К.О.*

*\*Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля*

*\*\*Національний авіаційний університет*

LDevin@ism.kiev.ua

*У статті розглянуто особливості алгоритму програми управління аналого-цифровим перетворювачем при експериментальних дослідженнях процесів різання, наведено основні приклади її застосування.*

*It is considered the special features of programmed operation analog and digital converter for experimental re-search of forces at cut and practical applying of it at the mechanical engineering.*

**Вступ**

В Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України створена автоматизована система дослідження процесів різання (рис. 1). Вона застосовується для контролю силових та температурних параметрів процесу [1].



Рис. 1. Автоматизована система дослідження процесів різання

Для ефективного збору й запису сигналів на комп'ютер відповідні датчики та первинні перетворювачі за допомогою АЦП чи спеціальної плати із вбудованим АЦП, з'єднуються із комп'ютером [2].

У розробленій системі була використана 12-битна плата АЦП А812-PG фірми ICP DAS. Плата має 16 незалежних каналів, АЦП та вбудований таймер, а також порти введення і виведення. Дана плата призначена для систем управління технологічними процесами та для збору інформації. Зважаючи на широкую направленість даної плати, до неї додавали бібліотеки підпрограм, які реалізують управління різними елементами плати. Підпрограми написані на відомих програмних мовах (Basic, Pascal, C+). Вони мають використовуватись у програмних продуктах управління, що їх створюють споживачі плати [2].

**Постановка завдання**

Головним завданням роботи було розроблення програми управління платою А812-PG із зручним інтерфейсом, щоб її можна було використати в автоматизованій системі дослідження процесу різання.

Ураховуючи, що програма застосовується для збору інформації, вона має забезпечувати:

1. Задання параметрів, необхідних для синхронізації плати із комп'ютером: 1 — значення для IRQ переривання; 2 — базова адреса приладу; 3 — канал прямого доступу до пам'яті DMA.

2. Три можливі режими запиту каналів: 1 — послідовний; 2 — масивом по кожному каналу, 3 — по одному каналу із максимальною частотою запису.

3. Можливість задачі оператором числа каналів, які будуть обпитуватись в один і той самий час (від 0 до 15).

4. Можливість зміни діапазону граничних напруг для аналогових входів АЦП (відповідно до можливості плати А812-PG).

5. Заміну частоти опитування (відповідно до можливості плати А812-PG та комп'ютера). Діапазон частот: від 1 Гц — до 500 Гц при послідовному опитуванні; від 1 Гц — 3500 Гц при опитуванні масивом; 5000, 10 000, 25 000, 30 000 Гц при опитуванні по одному каналу.

6. Можливість реалізації режиму «Пауза» під час вимірювання.

7. Можливість зупинки вимірювання оператором чи автоматично під час заданого проміжку часу.

8. Виведення на дисплей у вигляді таблиці даних по кожному з каналів (наприклад, для можливості контролю дрейфу нуля аналогового сигналу).

9. Побудову графіка зміни величини аналогового сигналу для одного каналу на вибір оператора в реальному режимі часу (осцилограми). Збереження отриманих даних у вигляді текстових файлів двох видів: 1-й тип — дані у вигляді таблиці, де кожний стовпчик відповідає чітко

визначеному каналу; 2-й тип — файл, де крім даних типу 1 додаються коментарі, які вводяться вручну оператором (назва файла, дата проведення експерименту, режими обробки, особливості проведення експерименту).

Розроблений алгоритм програми, який реалізує дані вимоги, зображено на рис. 2.

Програма управління, яка написана у програмному середовищі *Delphi*, дала змогу ефективно розв'язати головні завдання експериментальних досліджень сили різання в режимі діалогу «оператор—комп'ютер».

Основні засади даної роботи наведені нижче.

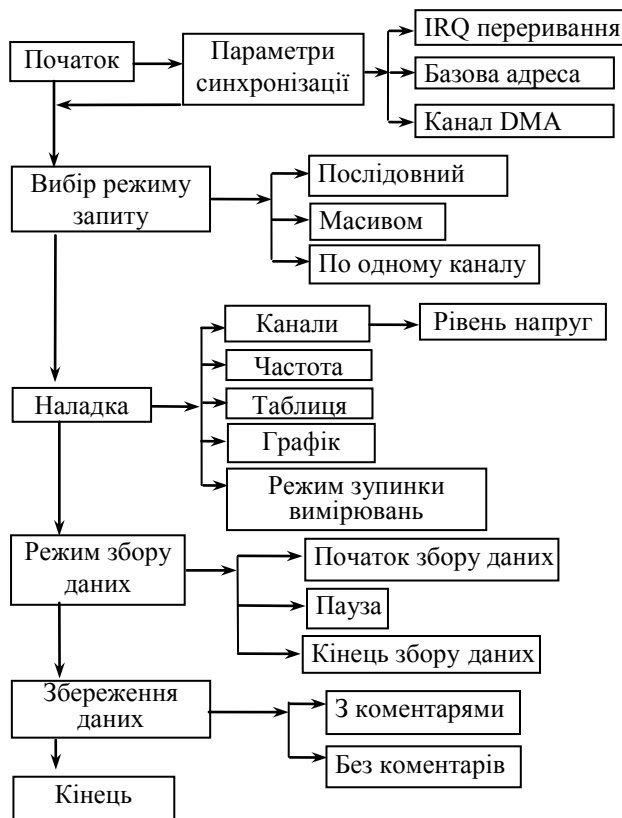


Рис. 2. Алгоритм програми управління платою A812-PG

Меню програми управління платою A812-PG включало такі розділи «Настроювання АЦП», «Зняття показань з АЦП», «Збереження», «Інформація» (рис. 3).

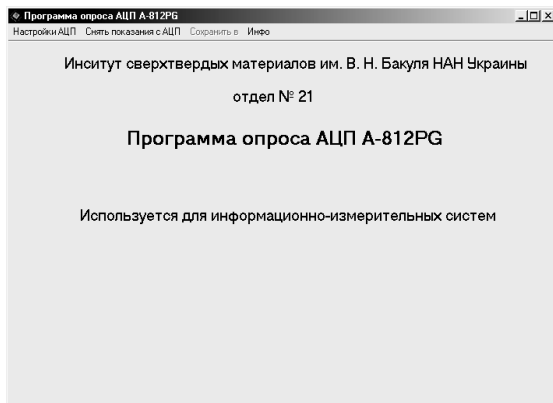


Рис. 3. Загальний вигляд інтерфейсу програми

Після встановлення плати A812-PG у слот материнської плати було виконано її узгодження з комп'ютером. Для цього в програмі використана послуга «Настроювання АЦП» (рис. 3).

Після активації цієї послуги появлялося діалогове вікно, в якому користувач задавав числові значення параметрів, необхідні для узгодження комп'ютера з платою A812-PG: 220 — базова адреса пристрою; 5 — значення для IRQ переривання; 3 — канал прямого доступу до пам'яті DMA (рис. 4).

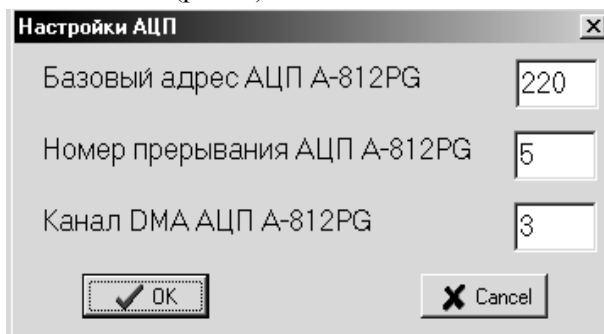


Рис. 4. Послуга «Настроювання АЦП»

Таким чином, виконані настроювання дали можливість налаштувати АЦП для збору даних. У разі використання плати для іншого комп'ютера необхідно коректувати задані числові значення параметрів.

Перед проведенням експериментальних досліджень оператор вибирає розділ «Зняття показань з АЦП» (див. рис. 3). У цьому розділі користувач може вибрати один із трьох способів опитування каналів (рис. 5): «Послідовне опитування», «Опитування каналів масивом», «Опитування одного каналу».



Рис. 5. Послуга «Зняття показань з АЦП»

Наявність трьох режимів обумовлена обмеженнями по частотних діапазонах опитування. Діапазон частот: від 1 Гц — до 500 Гц можна реалізувати при послідовному опитуванні; від 1 до 3500 Гц — при опитуванні масивом; 5000, 10000, 25000, 30000 Гц — при опитуванні по одному каналу. Далі розглянемо режим «Послідовне опитування», який використовується при експериментальному дослідженні сил різання. Для його активації використовуємо вікно «Настроювання вимірювань» (рис. 6).

Спочатку вибирають канали опитування. Ця плата може реалізувати максимальне опитування по 16 каналах. Так як вимірювали три складові сили різання  $P_x$ ,  $P_y$  і  $P_z$ , то, відповідно, вибралося 3 канали 0, 1 і 2 (рис. 6).

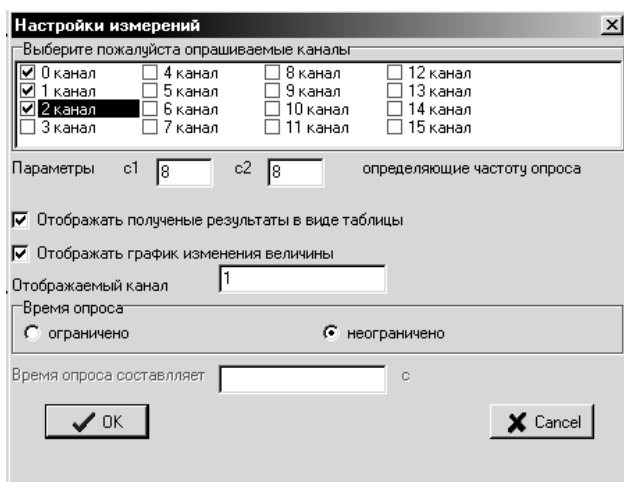


Рис. 6. Вікно «Настроювання вимірювань»

Активізацію будь-якого з каналів проводили у вікні «Вибору коефіцієнта підсилення» (рис. 7). За його допомогою в межах можливостей плати A812-PG змінювали діапазон граничних напруг для аналогового входу. Вдало вибраний діапазон граничних напруг дав змогу на 20—30 % підвищити точність вимірювань.

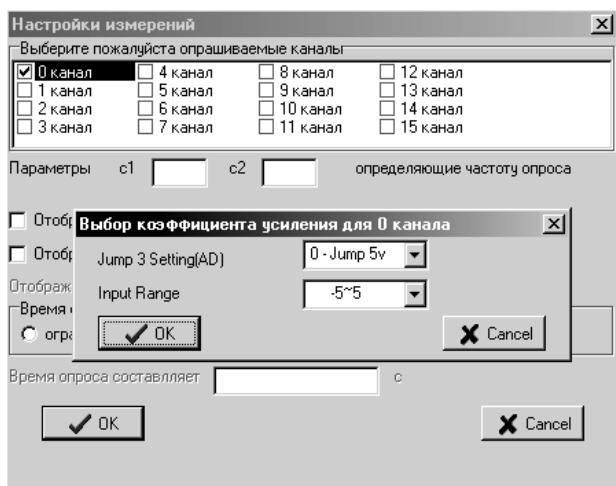


Рис. 7. Вікно «Вибору коефіцієнта підсилення»

Після визначення каналів вибирали частоту опитування і визначали канал, дані з якого виводились у вигляді графіка на дисплей комп'ютера (див. рис. 6). Коли настроювання параметрів вимірювань завершено, треба натиснути кнопку «OK». При цьому відкривається вікно «Програма опитування АЦП» (рис. 8).

На рис. 8 показано, як формуються дані по каналах опитування у вигляді таблиці і як будується графік у реальному режимі часу. При дослідженні сил різання оператор може використати режим «Пауза». Під час його реалізації можна виконати нові технологічні настроювання, а зати́м продовжити опитування і збір даних у той самий файл. Коли експериментальні дослідження завершені, оператор нажимає кнопку «Завершити вимірювання» (рис. 8). При цьому автоматично активізується послуга «Зберегти».

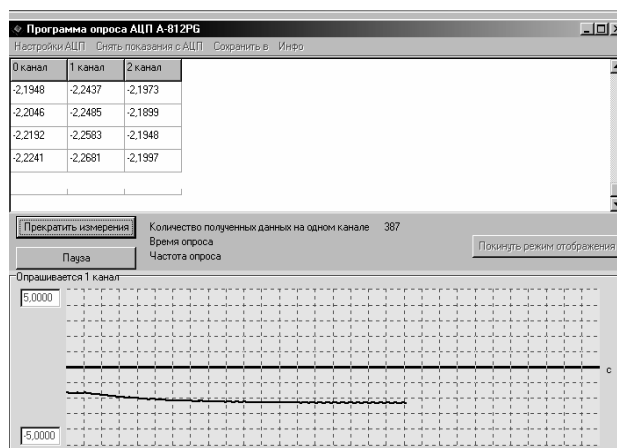


Рис. 8. Вікно «Програма опитування АЦП»

Програма передбачає збереження даних у вигляді таблиці чисел, де перший стовпчик відображає номер опитування, а другий, третій і четвертий — відповідають даним відповідно по 0, 1 і 2 каналах, що містять інформацію трьох складових сили різання  $P_x$ ,  $P_y$  і  $P_z$ . (рис. 9).

0	1	2
-1.5449	-0.8401	-0.4156
-1.5894	-0.8667	-0.4468
-1.4331	-0.9521	-0.5493
-1.3232	-0.9790	-0.6030
-1.2646	-1.0278	-0.6616
-1.1743	-1.0620	-0.7324
-1.1328	-1.0840	-0.7764
-1.0938	-1.0913	-0.8130
-1.0645	-1.0889	-0.8447
-1.0571	-1.0986	-0.8618
-1.0596	-1.1084	-0.8887
-1.0645	-1.1230	-0.9204
-1.0596	-1.1450	-0.9497
-1.0571	-1.1499	-0.9790
-1.0449	-1.1499	-0.9985
-1.0376	-1.1450	-1.0132
-1.0449	-1.1401	-1.0156

Рис. 9. Формат збережених даних при вимірюванні сили різання

За бажанням оператор може внести коментарі в початок таблиці. Формат збережених даних можна імпортувати в різноманітні програмні середовища, для подальшої математичної обробки (наприклад *MathCad*).

**Приклад 1.** Градування динамометра для вимірювання складових сили різання.

Під час градування динамометра для вимірювання складових сили різання необхідно за допомогою еталонного динамометра ступінчасто його навантажити (рис. 10).

У цьому разі оператору необхідно використувати режим «Пауза», щоб забезпечувати нові значення навантаження, а потім включити режим «Вимірювання».

Таким чином, вимірювання напруги при різних навантаженнях динамометра формуються в один файл, що допомагає здійснити статистичну обробку.

На рис. 11 наведено графік вимірювання складової сили при градуванні.

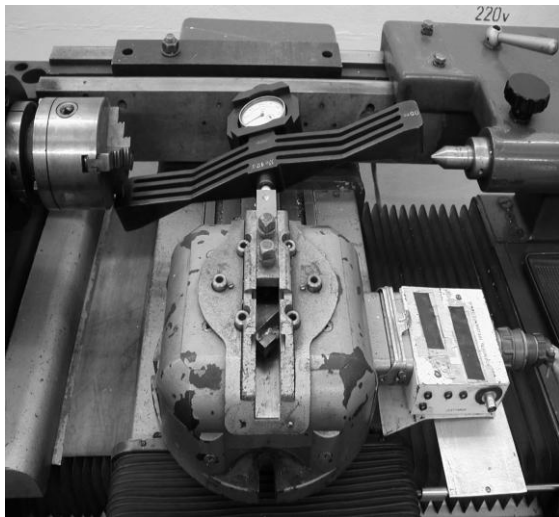


Рис. 10. Градування динамометра для вимірювання складових сили різання

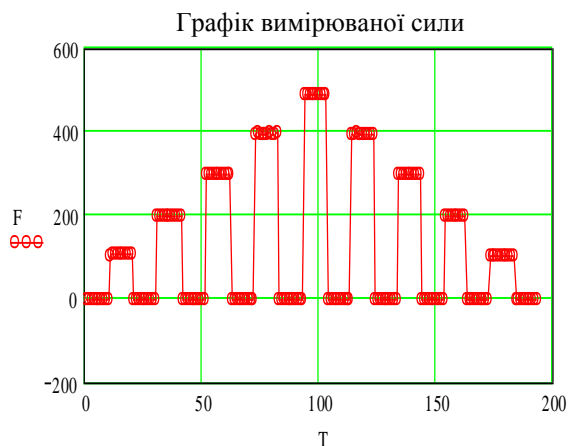


Рис. 11. Графік вимірювання складової сили при градуванні динамометра

**Приклад 2.** Вимірювання складових сил різання при різних режимах обробки.

У даному разі важливо отримати дані, які стосуються не тільки самого вимірювання складових сил різання, а й значення напруг, коли ці сили рівні нулю. Ці дані допоможуть скоригувати результати вимірювань на величину систематичної похибки та похибки дрейфу нуля.

Під час дослідження поверхню деталі розбивали канавками на кілька ділянок. Їх кількість залежала від режимів обробки. У момент проходження канавки верстат виключали, а

оператор використовував у програмі режим «Пауза», під час якого проводили наладку верстата. На рис. 12 зображено графік зміни складових сил різання при точінні алюмінієвого сплаву АК6 різцем із АТП з глибиною різання  $t = 0,2$  мм, подачею  $S = 0,125$  мм/об.

На графіку (рис. 12) подано результати зміни складових сил різання із різними швидкостями різання. На першій ділянці —  $v = 148$  м/хв; на другій —  $v = 197$  м/хв; на третій —  $v = 247$  м/хв. Видно, що зі збільшенням швидкості різання середні величини складових сил різання та амплітуда їх коливання зменшилися, а частота їх коливань зростала. Систематична похибка в даному експерименті близька до нуля, а дрейф відсутній.

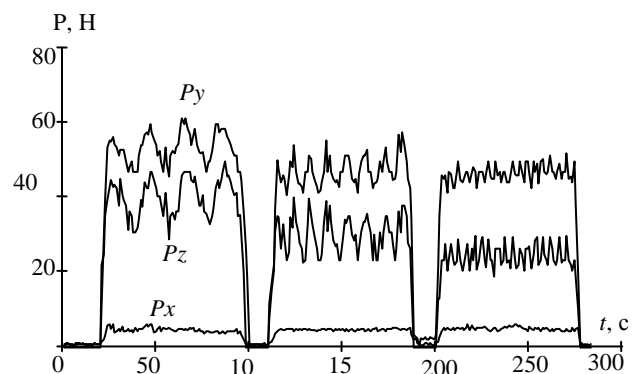


Рис. 12. Графік зміни складових сил різання при точінні алюмінієвого сплаву АК6 різцем із АТП залежно від обробки із різною швидкістю різання

### Висновок

Основні принципи, закладені в основу автоматизованої системи дослідження процесу різання, показали свою ефективність, а програму управління платою АЦП А812-РГ можна використовувати при створенні аналогічних систем та програмних продуктів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Девин Л.Н. Прогнозирование работоспособности металлорежущего инструмента / Л.Н. Девин. — К. : Наук. думка, 1992. — 131 с.
2. Гель П. Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс / П. Гель. — М. : ДМК, 1999. — 144 с.