

РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ НА РЕНТГЕНІВСЬКИХ ДИФРАКТРОМЕТРАХ

Розроблено універсальну програму для автоматизації фізичного експерименту на рентгенівських дифрактометрах ДРОН-2, ДРОН-3, ДРОН-4 та УРТ-1. Програма написана на мові *Turbo Pascal 7.0* з використанням *Turbo Assembler*.

The universal program was made for automation of the physical experiment on the X-ray diffractometers DRON-2, DRON-3, DRON-4 and URT-1. The program created with Turbo Pascal 7.0 using built-in Turbo Assembler.

При автоматизації фізичного експерименту на рентгенівських дифрактометрах (ДРОН-2, ДРОН-3, ДРОН-4, УРТ-1) для кожного апарату розроблено та створено контролер і керуючу програму [1, 2]. При цьому кожний апарат може працювати в різних режимах, що потребує багатьох варіантів програмного забезпечення. Тому розроблено універсальну програму *DRON_U* на мові *Turbo Pascal 7.0* з використанням вбудованої мови *Turbo Assembler* [3], що дозволяє керувати різними апаратами в усіх режимах роботи.

Структурну схему програми *DRON_U* представлено на рис.1. Програма складається з чотирьох модулів:

1. *DRON_U* – модуль головної програми;
2. *mDRON_UA* – модуль управління апаратною частиною;
3. *mDRON_UG* – модуль графіки;
4. *mDRON_UV* – модуль, що містить спільні для всіх модулів константи, змінні та процедури.

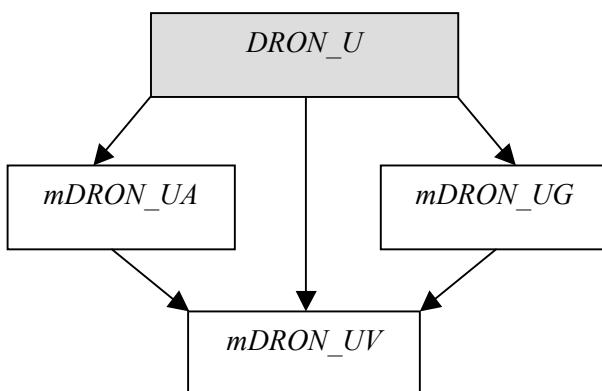


Рис.1 Структурна схема програми *DRON_U*.

При запуску програми з файла конфігурації зчитуються такі параметри системи:

- 1) *Aparat* – визначає тип апарату, може приймати чотири значення (1 – ДРОН-3; 2 – УРТ; 3 – ДРОН-2; 4 – ДРОН-4);
- 2) *Regim_Aparat* – визначає режим роботи апарату, може приймати три значення (1 - поворот лише тримача зразків; 2 - поворот тримача зразків і детектора; 3 - поворот приставки ГП-14);
- 3) *Discret* – визначає дискретний або неперервний режим кутового сканування (1 - дискретний режим; 0 - неперервний режим);
- 4) *Port1* – адреса порту виводу (00378h);
- 5) *Port2* – адреса порту вводу (00379h).

Також зчитуються параметри графічного режиму та параметри, що визначають оформлення графіків на екрані монітора.

Всі перераховані параметри описані як типовані константи, тому вони доступні для будь-якої процедури програми.

Використання параметрів системи дозволяє спростити програму і підвищити її надійність. Потрібно, наприклад, ввімкнути двигун для повороту детектора. Для цього достатньо викликати процедуру *Pusk_Motor*. В залежності від типу апарату *Aparat* і режиму роботи апарату *Regim_Aparat* у самій процедурі формується відповідний набір команд на машинному рівні.

Після зчитування параметрів системи програма зчитує з клавіатури (або з файла) початкові дані для проведення експерименту: назву файла, в якому будуть зберігатися результати, початковий і кінцевий кут повороту, крок повороту, час експозиції і число зчитувань імпульсів в точці.

На основі початкового і кінцевого кутів, кроку повороту програма розраховує число точок (вузлів), в здійснюється зчитування числа імпульсів (інтенсивності рентгенівських променів). В початковій точці запускається процедура зчитування інтенсивності. Далі відбувається поворот однієї з приставок або детектора на заданий кут. Після повороту в новій точці відбувається зчитування числа імпульсів, яке й записується в файл. На основі значень інтенсивності в просканованих точках програма буде на екрані монітора графік з автоматичним вибором масштабу.

При проходженні повного кутового діапазону програма *DRON_U* в діалоговому режимі дозволяє проводити математичну обробку експериментальних даних: апроксимацію, згладжування, віднімання фону, знаходження максимуму, півширини і асиметрії піка. Програма також дозволяє порівнювати графіки між собою, обчислювати за формою графіка кут повного зовнішнього відбивання для рентгенівських променів.

Для знаходження значень інтенсивності між вузлами використовується апроксимація з допомогою кубічних сплайнів [4]. Згладжування використовується для зміни значень інтенсивності в самих вузлах за формулою

$$y'_i = y_i / 2 + (y_{i-1} + y_{i+1}) / 4,$$

де y'_i – нове значення інтенсивності в точці i .

Сканування кутового діапазону може відбуватися у двох режимах: дискретному і неперервному. В дискретному режимі відбувається зупинка в точках x_i і в кожній точці протягом часу експозиції зчитується число імпульсів (рис.2).

В неперервному режимі відбувається рівномірне обертання в межах всього діапазону. При цьому діапазон ділиться на певну кількість відрізків, де відрізок v_i відповідає точці x_i . Центр відрізка v_i попадає на точку сканування x_i , а ширина відрізка дорівнює відстані між сусідніми точками. При повороті в межах відрізка v_i зчитується число імпульсів, що визначають інтенсивність в точці x_i , а час експозиції дорівнює часу повороту.

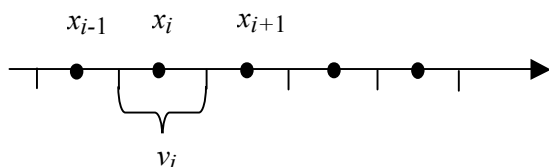


Рис.2. Дискретний і неперервний режим сканування.

Перевагою дискретного режиму є більша точність, оскільки зчитування відбувається в фіксованих точках і час експозиції в кожній точці обмежується практично тільки часом проведення експерименту. Перевагою неперервного режиму є експресність, оскільки імпульси зчитуються одночасно з поворотом.

При повороті, в залежності від апарату, кутове положення визначається мітками (від оптопар) або часом повороту при відомій кутовій швидкості. Відповідно реалізовано два методи контролю повороту: за мітками та за часом.

Для сканування в кутовому діапазоні в програмі запускається процедура *Scan*. В залежності від типу апарату *Aparat*, режиму роботи апарату *Regim_Aparat* і режиму кутового сканування *Discret* в самій процедурі реалізовано дискретний або неперервний режим сканування з контролем кута повороту за мітками або за часом.

Для організації обміну даними між комп'ютером і контролером використано паралельний порт (інтерфейс *Centronics*) [5].

Для вводу і виводу даних використано процедури *Write_Port1* і *Read_Port2*. Процедура виводу *Write_Port1* видає на зовнішній пристрій байт даних. Процедура зчитування даних *Read_Port2* вводить в комп'ютер байт даних, при цьому інвертування і зсув певних біт реалізовано в самій процедурі відповідно до інтерфейсу *Centronics*.

Отримані експериментальні дані програма *DRON_U* дозволяє записувати в форматах, доступних для таких програмних продуктів як *Origin* і *Microsoft Excel*.

Перевагою програми *DRON_U* є те, що при підключення до комп'ютера рентгенівських апаратів інших типів потрібно вносити зміни тільки в деякі процедури програми, які відображають особливості даного апарату.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фодчук І.М., Баловсяк С.В. Розробка контролера і програмного забезпечення для керування рентгенівським дифрактометром ДРОН-3М // Науковий вісник Чернівецького університету. Вип. 92: Фізика. Електроніка. – Чернівці: ЧДУ, 2000. – С.32-33.
2. Певчев Ю.Ф., Финогенов К.Г. Автоматизация физического эксперимента. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Епанешников А.М., Епанешников В.А. Программирование в среде Turbo Pascal 7.0. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995.
4. Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языке Бейсик, Фортран и Паскаль. – Томск: МП "РАСКО", 1991.
5. Новиков Ю.В., Калашиников О.А., Гуляев С.Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. – М.: ЭКОМ, 1997.