

ЗАГАЛЬНІ ПИТАЙНЯ МЕТРОЛОГІЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 621.3.087.92

АНАЛОГО-ЦИФРОВЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ В ЗАДАЧАХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

О.Д.Азаров, М.А.Томчук, В.С.Іванов, О.С.Скриинік
Вінницький державний технічний університет

В практиці створення та експлуатації приладів для наукових досліджень часто зустрічаються задачі зняття даних під час роботи скануючого характеру, що не дає змогу використовувати сучасні методи обробки сигналів та комп'ютерні технології. В оптичних вимірюваннях більшість таких приладів оперують і досі аналоговими даними. Якщо сигнали управління дискретизуються досить просто, то при знятті даних є певні труднощі. Так, наприклад, деякі прилади з постійними швидкостями сканування проводять 2700 вимірювань на хвилину і більше. При такій швидкості вимірювань у дослідника є потреба в різному підході при обробці результатів.

З експериментальних даних важливим для контролю чи прийняття рішень є значення в ізобестичних точках. Під ізобестичними точками будемо розуміти такі ділянки спектра, графік котрих має локальний мінімум чи максимум і несе з собою інформацію про речовину та її характеристики, як наприклад в [1]. Тому існує велика потреба у збільшенні точності та достовірності таких ділянок результатів. Для вирішення вказаної проблеми є декілька способів. Один з них полягає у введенні до вимірювального ланцюга після давача управляючого вхідного підсилювача, який побудовано по схемі інструментального підсилювача, а програмним шляхом керувати його дискретний перехід в ізобестичних точках на більший коефіцієнт підсилення. Поряд з цим, для розв'язання даної задачі може застосовуватись поглиблена обробка даних в ізобестичних точках на етапі аналого-цифрового перетворення. Відомі, наприклад, шляхи, що передбачають введення структурної надлишковості у вигляді коригувальних пристроїв та калібрувальних вузлів [4]. На наш погляд, більш дієвим при цьому для оптичних скануючих систем є застосування апаратної надлишковості шляхом збільшення роздільної здатності з 12 до 16 двійкових розрядів під час сканування та використання надлишкових позиційних систем числення (НПСЧ) [2], що дозволяє зменшити загальну похибку до 1%.

З метою вирішення поставленої задачі розроблено блок аналого-цифрового порозрядного перетворення на основі НПСЧ. Використання аналого-цифрового перетворення на основі НПСЧ дозволяє вести дискретизацію з адаптацією до швидкості зміни вхідного сигналу $V(A_{bx})$. Це важливо при дослідженні сигналів у задачах спектрофотометричної діагностики. Причому у випадку швидкої зміни A_{bx} дискретизація виконується через інтервали At_1 з участю пристрою вибірки-зберігання (ПВЗ), а при повільній зміні - без ПВЗ через інтервали At_2 . На рис. 1а зображена дискретизація згасаючого аналогового сигналу з урахуванням швидкості V . Тут вісь $A[x]$ дає збільшення масштабу зображення.

Якщо основна інформація знаходиться у "хвості" сигналу, коли швидкість зміни A_{bx} значно зменшується, тоді частота дискретизації при цьому збільшується і відліки беруться через "короткі" інтервали At_2 . В передній частині сигналу відліки можуть братися рідко - через "довгі" інтервали At_1 . Якщо основна інформація знаходиться в перехідній частині, тоді $At_1 \sim At_2$. Слід відзначити, що інтервал часу врівноваження (t_B), відповідає режиму вибірки ПВЗ, може бути "накладений" на час перетворення (врівноваження) t_{np} як зображено на рис. 1б. Ця обставина дозволяє зменшити сумарний інтервал часу від моменту вибірки амплітуди $A_{ex}(t)$ до моменту видачі коду. Подібна дія неможлива в А ЦП на основі двійкової системи. Мінімальне значення часу дискретизації для великих V визначається співвідношенням $At_{rain} = t_{np} + t_B - t_H$, де t_H - допустимий час накладення, а для малих швидкостей, коли ПВЗ не використовується, - $At_{min} - t_{Tr}$.

Процес дискретизації зручно описувати решітчастими функціями у вигляді:

$+00 / = -00$
де $A(t)$ - значення $A_j(t)$ у момент дискретизації; $\delta(t_j) \delta(t_2) \dots \delta(t_n)$ - послідовність δ -функцій. Значення $A(i)$ при використанні ПВЗ визначається виразом:

Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах МЗ '98

$$A(t) = \frac{1}{t_e - t_{-e}} \int_{t_{-e}}^t A_{ex}(t) dt,$$

Загальні питання метрології, вимірювальної техніки і технології де U - час вибірки у ПВЗ.

При низькій швидкості зміни вхідного сигналу на ділянці спектра без ізобезтичних точок квантування його можна здійснювати шляхом прискореного аналого-цифрового перетворення на основі НПСЧ без ПВЗ, що вносить деякі додаткові похибки [4]. Між максимально допустимою швидкістю зміни вхідного сигналу U_{\max} та швидкістю квантування δA_{\max} в АЦП на основі НПСЧ повинна виконуватись AA нерівність $V_{\max} < \delta A_{\max}$. Значення V_{\max} залежить від форми і амплітуди сигналу. Значення δA_{\max} для

$$y(t_i) = A(t) \sum \delta(t - t_i),$$

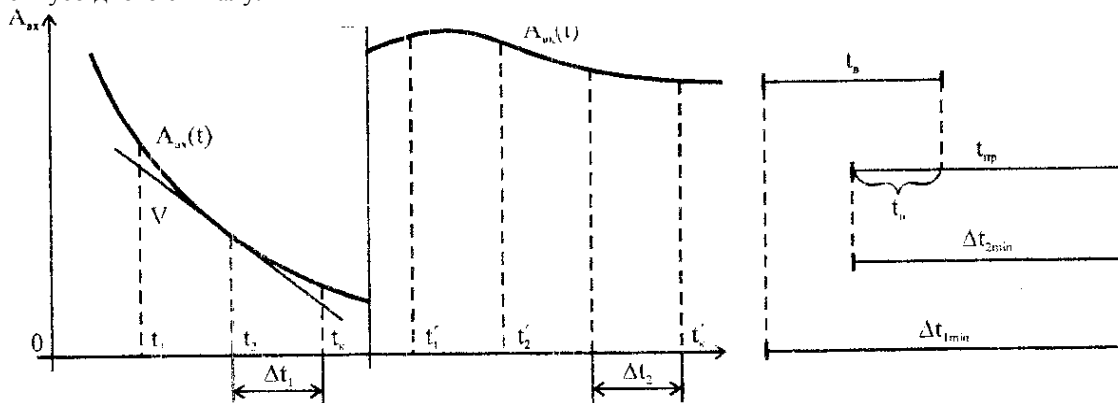
синусоїдної форми буде:

$$\delta A_{\max}(t) = \omega A(t),$$

де A ~ амплітуда сигналу. Модуль максимальної швидкості зміни такого сигналу визначається виразом $dA(t)/dt$

$$V_{\max} = \left. \frac{dA}{dt} \right|_{\max} = \omega A,$$

де V_{\max} - модуль максимальної швидкості зміни сигналу синусоїдної форми, ω - кругова частота синусоїдного сигналу.



а) б)

Рис. Дискретизація з адаптацією до швидкості зміни A^{**} . Часові діаграми

Використання АЦП та ЦАП на основі НПСЧ у складі систем цифрової обробки аналогових сигналів дає певні переваги по відношенню до двійкових перетворювачів інформації. Так, зменшення часу врівноваження дозволяє підняти частоту дискретизації і чи при заданій Гд збільшити кількість каналів, що обробляються у багатоканальному режимі. Не дивлячись на спрощену технологію виготовлення аналогових вузлів, точність перетворення як ЦАП, так і АЦП на основі НПСЧ може бути досить високою при роздільній здатності не менш як 14-16 двійкових розрядів. Останнє досягається, зокрема, використанням програмної корекції статичних похибок, котра здійснюється цифровим обчислювальним пристроєм. Причому цей пристрій може одночасно виконувати дві функції - корекцію похибок та перетворення НПСЧ у двійкову систему числення. Для виконання операцій з цифровими сигналами необхідно використовувати ЕОМ (ПЕОМ).

На рис.2 приведена структурна схема такого АЦП з можливістю збільшення роздільної здатності під час сканування в реальному часі. Тут К1 - комутатор (/ станів) вхідних аналогових сигналів та пристрій виборки і зберігання (ПВЗ) утворюють дискретизатор. До входів К1 підключені входи первинних перетворювачів, у тому числі вимірювальних перетворювачів. Зберігання кодів аналогових сигналів, що дискретизуються, проводиться в ПЕОМ. До складу блока аналого-цифрового врівноваження (БАЦВ) входять: схема порівняння (СП); ЦАП на базі НПСЧ (а-ЦАП); регістр послідовного наближення прискорений (РІНП), що поряд з основною додатково виконує функцію формування кодів форсуєчих сигналів; блок керування (БК), що генерує набори однорозрядних мікрокоманд (у,уі) та кодів мікрокоманд NBX та NBX і забезпечує в сукупності взаємне функціонування всіх блоків та пристроїв. В БК передбачена можливість подачі зовнішнього сигналу керування узе. Задачею БАЦВ є перетворення аналогового сигналу з виходу ПВЗ у робочий код K(a), який формується у РІНП. Для програмної корекції статичних похибок аналогових вузлів та перетворення коду K(a) у двійковий код

вик зап вуз.Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах №398

Загальні питання метрології, вимірювальної техніки і технології використовується окремий обчислювальний пристрій, що складається з перетворювача кодів (ПК) та запам'ятовуючого пристрою (ЗП). Причому на етапі виготовлення блока та компонування аналогових вузлів виконується високоточне вимірювання ваг розрядів а-ЦАП та зміщення нуля аналогового тракту.

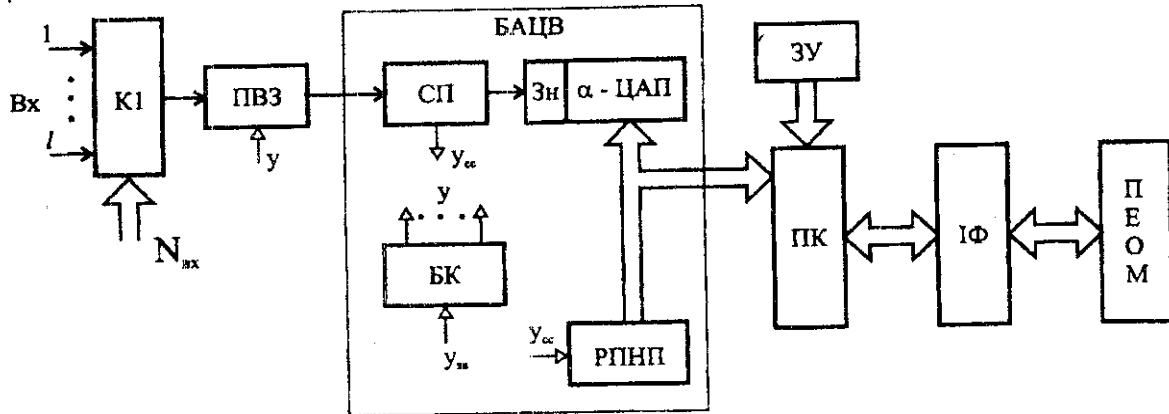


Рис.2. Структурна схема блока цифрової обробки аналогових сигналів

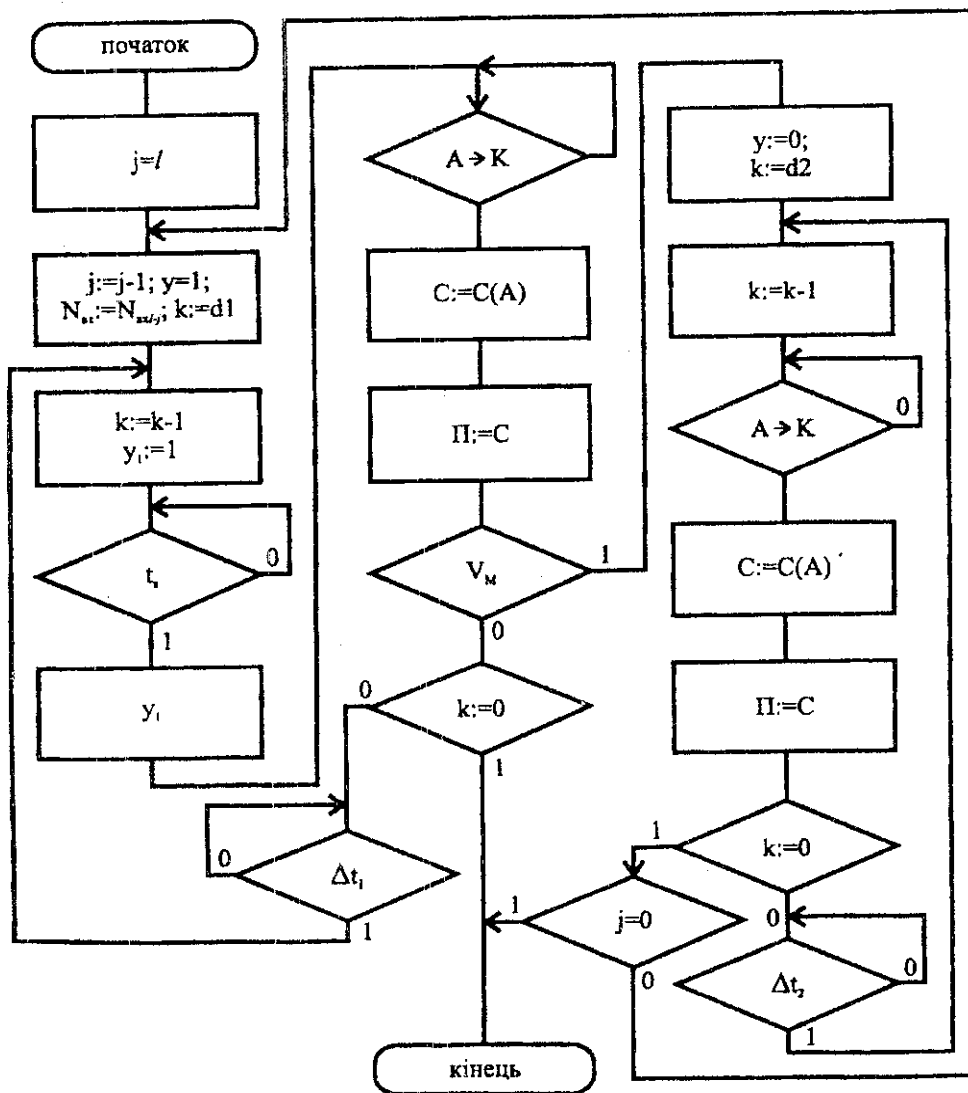
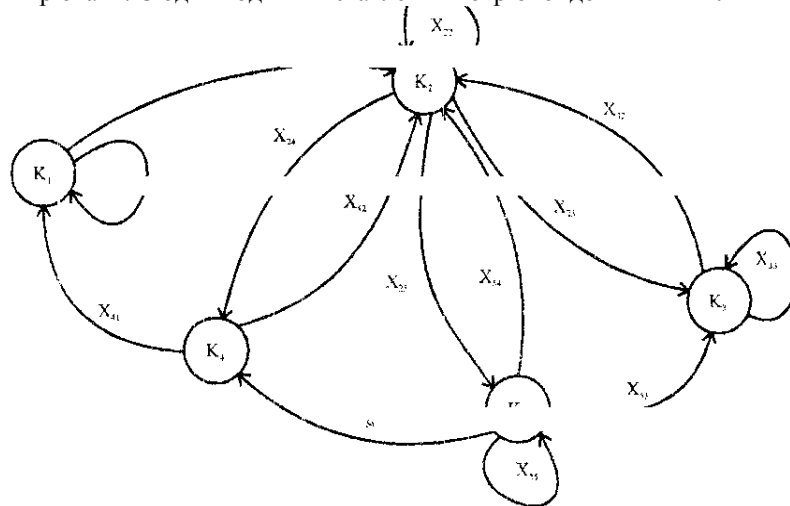


Рис.3. Грг&ф-схема алгоритму функціонування блока цифрової обробки аналогових сигналів

Отримані результати у вигляді двійкових кодів заносяться у ЗП та використовуються у подальшому при роботі ПК. Для організації спільної роботи ПК з ПЕОМ використовується послідовний чи паралельний інтерфейс (ІФ) в залежності від потрібної швидкості передачі інформації.

Граф-схема алгоритму функціонування системи у режимі дискретизації з адаптацією до зміни швидкості Абх приведена на рис.3. Тут: (П1 та d2 - число дискретизацій при роботі відповідно з ПВЗ та без нього; Vmax - максимальна швидкість, при якій АЦП встигає відслідкувати зміну сигналу АJt). Зміна швидкості V може виконуватися різними засобами, зокрема, використанням аналогових диференціальних ланцюгів. Виключення ПВЗ з процесу дискретизації дозволяє зменшити похибку перетворення аналог-код.

Вищеприведений аналого-цифровий перетворювач працює у складі контрольно-вимірювальної системи спектрофотометричної діагностики (КВССД-1) і реалізує частину алгоритму її роботи [3]. Граф стану роботи системи приведений на рис.4, де вершина К1 - це початок і кінець роботи системи, X12 ~ перехід в основний режим вимірювань - К2. Режим К3 реалізує процес настройки параметрів системи до вимірювань. Сюди входить виставлення потрібної довжини хвилі X і ширини вхідної щілини d.



Стан системи К4 реалізує запис та вивід отриманої X11 $\sim \sim V \cdot \Delta t$ інформації у вигляді спектрів, таблиць тощо. У вершині К5 система переходить у стан логічного вибору алгоритму x_j ; // / \ \ вимірювань, розрядності АЦП, діапазону і кроку вимірювань, "спілкування" з користувачем. Така система шляхом програмної її інтелектуалізації працює таким чином, що вибір параметрів та структури x_j^k , j $\sim \sim$ передатної

функції

вимірювального каналу суттєво підвищується при наближенні системи в процесі сканування до ізобестичних точок взаємодія К2, К5 і К3, так як процес сканування здійснюється повністю в автоматичному режимі і в реальному часі. Пошук самих ізобестичних точок КВССД-1 може здійснюватись двома шляхами, В першому випадку процес пошуку реалізується при попередньому (пробному) скануванні, коли дослідник розгляне отриману спектральну криву і задасть ділянки в К5, котрі його цікавлять. Більш ефективним виявився другий режим роботи, при якому автоматичний пошук к самих ізобестичних точок проводиться шляхом програмного управління запропонованого блоку АЦП у вершині К5 по оцінці ходу (нахилу) кривої спектра.

Таким чином, запропонований спосіб підвищення точності вимірювань на основі збільшення роздільної здатності АЦП з використанням НПСЧ та програмного керування ним в процесі вимірювань є досить практичним і дієвим, що в подальшому буде більш ширше застосовуватись, так як реалізує програмну інтелектуалізацію апаратної частини складних вимірювальних скануючих систем в процесі їх роботи, а також вирішує ряд проблем з диференційної обробки експериментальних даних.

Рис.4. Граф стану системи спектрофотометричної діагностики

Література

1. Хайруллина А.Я., Олейник Т.В., Буйл Л.М. Банк данных по оптическим и биофизическим свойствам крови, биотканей и биожидкостей в видимой и ближней ИК-области спектра // Оптический журнал. - 1997. - Т.64, №3. - С.91-97.
2. Азаров О.Д. Разработка теории ускоренного аналого-цифрового преобразования на основе избыточных позиционных систем счисления: Дис. ... докт. техн. наук. - Винница: ВДТУ, 1994. - С. 231-234.
3. Петрук В.Г., Гомчук М.А., Моканюк ОХ Оптичний метод та ІВС неінвазивної діагностики поверхневих патологій і давності тілесних ушкоджень// "Фізичні методи та засоби контролю матеріалів і виробів "Леотей - 97". - Славське, 17-21 лютого 1997 р.:Мат-ли конф. - С. 81-82.
4. Хоровиц П., Хшіл У. Искусство схемотехники. - М.: Мир, 1986.