

**Список литературы:** 1. *Шебшаевич В.С., Дмитриев П.П. и др.* Сетевые спутниковые радионавигационные системы. Издательство: Радио и связь, 1993. 2. *Чукин В.В.* Исследование атмосферы методом электромагнитного просвечивания. Монография. – СПб, изд. РГГМУ, 2004. – 107 с. 3. *Азизов А.А., Гайкович К.П., Кашкаров С.С., Черняева М.Б.* Использование сигналов навигационных ИСЗ для определения параметров атмосферы //Изв. ВУЗов. Радиофизика. - 1998. - Т. 41. - № 9. - С. 1093 – 1116. 4. *Э. Л. Афраймович, Ю. В. Ясюкевич.* Адаптивная радиоастрономия – 1. Коррекция фазового запаздывания и поворота плоскости поляризации в ионосфере по данным GPS зондирования и ионосферного моделирования. Радиофизика и радиоастрономия, 2007, т. 12, №4, с. 357-374. 5. *Горбачев О.А., Иванов В.Б., Рябков П.В.* О диагностике ионосферы с использованием одночастотных приемников GPS. Труды БШФФ. Секция «Физика околоземного пространства». – Иркутск, 2006, с.159-163. 6. Copernicus™ GPS Receiver Reference Manual.

*Поступила в редколлегию 30.03.2012*

**УДК 621.396**

**А.О. ПОДОРОЖНЯК**, канд. техн. наук, с.н.с., доц., ХНАДУ, Харків  
**М.О.КОРНЄВА**, магістр, ХНАДУ, Харків

### **МЕТОД БЧВ СИГНАЛІВ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ МЕТРОПОЛІТЕНУ**

В статті досліджено та обґрунтовано застосування модифікованого методу залежного рахунку при багатоканальних вимірюваннях частотних імпульсних сигналів. Отримані результати можуть бути використані при вимірюваннях в метрополітені.

**Ключові слова:** метрополітен, частота, вимірювання, датчик

В данной работе исследованы и обоснованы применение модифицированного метода зависимого счета при многоканальных измерениях частотных импульсных сигналов. Полученные результаты могут быть использованы при измерениях в метрополитене.

**Ключевые слова:** метрополитен, частота, измерение, датчик

The employment of the modified method of dependent computation for multi-channel frequency pulse signal measurements has been investigated and substantiated. The results obtained can be used in the measurements in the underground.

**Key words:** underground, frequency, measurement, sensor

#### **Постановка проблеми**

В інформаційно-вимірювальних системах може налічуватися декілька вимірювальних перетворювачів, які різним чином розміщені на візку для вимірювання положення контактної рейки, бальних відступів від норм утримання рейкової колії та контактної рейки метрополітену, що можуть розміщуватися на значній відстані від центрального диспетчерського пульту.[1] При реалізації таких систем пред'являються суперечливі вимоги до вимірювальних перетворювачів. З одного боку, висока точність, стабільність в часі та ідентичність вихідних характеристик, а з іншого боку, – простота конструкції, висока надійність, низька собівартість [2].

**Метою статті** є обґрунтування застосування методу багатоканальних вимірювань частотних імпульсних сигналів при розробці інформаційно-вимірвальних систем, які пропонується застосовувати в метрополітені.

### **Постановка задачі та її вирішення**

Актуальним є завдання розробки універсальних високоточних швидкодіючих багатоканальних модулів введення частотних імпульсних сигналів, що розглядається в цій статті, в електроннообчислювальних машинах (ЕОМ), тобто модулів введення частоти (МВЧ), таких, що мають широкий діапазон вимірювань: від одиниць мілігерц до сотень кілогерц. У роботі [4] розглянутий восьмиканальний МВЧ, в якому виконуються послідовні в часі вимірювання частоти імпульсів. У відносно вузькому діапазоні частот, що вимірюються, від 4 Гц до 10 кГц довільна частота імпульсів вимірюється за 0,264 с з максимальною відносною похибкою 0,0004 %. Проте для багатьох практичних застосувань швидкодія цього МВЧ виявляється недостатньою. Проведений огляд свідчить про перспективність методу залежного рахунку для досягнення широкого діапазону вимірювань частот імпульсних сигналів і необхідності проведення подальших досліджень в цьому напрямі. [3] Частотомір має діапазон вимірювання 0,25 МГц...25 МГц; його максимальна похибка вимірювання вибирається з діапазону (0,1...0,00001) %, час вимірювання близький до оптимального та залежить від вимірюваної частоти  $f_x$ :

$$\begin{cases} T_x, & \text{при } f_x < f_{ip} \delta_m; \\ T_{ip}/\delta_m, & \text{при } f_{ip} \delta_m \leq f_x < f_{ip}; \\ T_x/\delta_m, & \text{при } f_x \geq f_{ip}, \end{cases}$$

де  $T_x = 1/f_x$  – період частоти, що вимірюється;  $\delta_m$  – максимальна відносна похибка вимірювань;  $f_{ip}$  і  $T_{ip}$  – частота та період імпульсів рахунку відповідно.

Проведений огляд свідчить про перспективність методу залежного рахунку для досягнення широкого діапазону вимірювань частот імпульсних сигналів і необхідності проведення подальших досліджень в цьому напрямі.

У статті пропонується модифікований для багато сигнальних вимірювань метод залежного рахунку та структурна схема багатоканального широкодіапазонного МВЧ імпульсних сигналів в ЕОМ; метод аналізу досяжної точності та швидкодії вимірювань.[5]

Модифікований метод залежного рахунку полягає:

- у використанні єдиної шкали часу для всіх вимірюваних сигналів;
- у виконанні непрямих вимірювань за допомогою вимірювання інтервалу часу, рівного цілому числу періодів вимірюваного сигналу, з подальшим визначенням вимірюваної частоти;
- у виборі величини цього інтервалу не меншої тривалості мінімального інтервалу, що гарантує необхідну точність;
- у вирішенні конфліктів, що виникають між вимірюваними сигналами, за допомогою системи пріоритетів;
- у конвеєрній паралельній організації вимірювань і передачі результатів в ЕОМ.

Структурна схема що реалізовує цей метод вимірювань n-канального модуля введення частотних імпульсних сигналів в ЕОМ наведена на рис. 1. На

входи  $n$ -канального МВЧ поступають імпульсні послідовності  $S_1(t), \dots, S_n(t)$  частоти слідування імпульсів, які підлягають вимірюванню.[1,2]

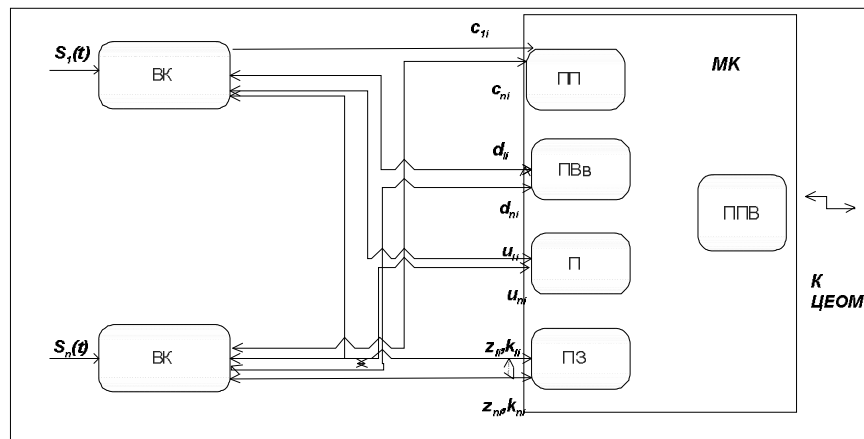


Рис. 1. Структурна схема  $n$ -канального модуля вводу частотних імпульсних сигналів в ЦЕОМ

До складу МВЧ входять  $n$  ідентичних вимірювальних каналів  $ВК_1, \dots, ВК_j, \dots, ВК_n$  та мікроконтролер МК з п'ятьма портами введення-виводу: ПСС – портом сигналів статусу  $\{c_{ji}\}$ ; ПВВД – портом вводу даних  $\{d_{ji}\}$ ; ПУ – портом управляючих сигналів  $\{u_{ji}\}$ ; ПЗП – процесором зовнішніх подій, який приймає сигнали  $\{z_{ji}\}$  та формує команди  $\{k_{ji}\}$ ; ППВ – портом послідовного вводу-виводу, який дозволяє проводити обмін командами та результатами вимірювань з центральною ЕОМ (ЦЕОМ), де  $j$ -й  $i$ -й означають, відповідно, номери вимірювального каналу та вимірювання, що проводиться, при цьому  $j = \overline{1, n}$ .

Процесор зовнішніх подій ПЗП включає в свій склад  $n$  блоків захоплення  $БЗ_1, \dots, БЗ_n$  і блоків порівняння  $БП_1, \dots, БП_n$  [7]. У момент початку вимірювань в  $j$ -му каналі ПЗП переводиться в режим захоплення першого імпульсу  $z_{ji}$ . Після захопту імпульсу в мікроконтролері визначається момент закінчення мінімального інтервалу вимірювання в  $j$ -ому каналі, який передається в блок порівняння  $БП_j$ , і процесор зовнішніх подій переводиться в режим порівняння. Після закінчення мінімального інтервалу вимірювання процесор зовнішніх подій повертається в режим очікування та захоплення останнього імпульсу  $z_{ji}$ , який завершує  $i$ -е вимірювання сигналу  $S_j(t)$ .

Для вирішення конфліктів, що виникають між вимірювальними каналами, використовується вкладена система переривань з наступними абсолютними пріоритетами, починаючи з вищого: ЦЕОМ; таймер;  $БЗ_1, \dots, БЗ_n$ ;  $БП_1, \dots, БП_n$ . [4]

Склад довільного вимірювального каналу МВЧ представлений на рис. 2. По аналогових лініях зв'язку з виходів частотних датчиків або інших джерел сигналів на входи МВЧ поступають вимірювані імпульсні сигнали  $S_1(t), \dots, S_n(t)$ .

У мікроконтролері аналізується статусний сигнал  $c_{ji}$ , що є ознакою переповнювання лічильника імпульсів ЛІ за час  $i$ -го вимірювання; наявність

переповнювання ЛІ свідчить про вихід вимірюваної частоти за верхню межу діапазону вимірювань.

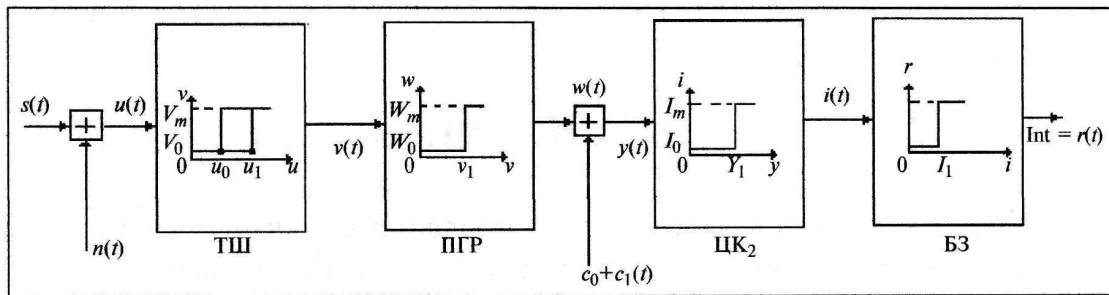


Рис. 2. Схема вимірювального каналу модуля вводу даних

За відсутності переповнювання в мікроконтролері визначається значення вимірюваної частоти  $f_{x_{ji}} = N_{ji}/t_{в_{ji}}$ , і супроводжуваній адресою вимірювального каналу результат вимірювання  $f_{x_{ji}}$  поступає в порт ППВ мікроконтролера для передачі в ЦЕОМ. На цьому  $i$ -е вимірювання закінчується, і  $j$ -й вимірювальний канал чекає команду початку наступного ( $i + 1$ )-го вимірювання [5].

### Висновки

Комп'ютерне моделювання запропонованого методу дозволяє зробити наступні висновки:

- модуль вводу даних забезпечує широкий динамічний діапазон вимірювань, який збільшується з ростом амплітуди імпульсів, що вимірюються;
- в широкому діапазоні частот модуль вводу даних забезпечує високу точність вимірювань. Похибки вимірювань суттєво залежать від параметрів імпульсів, що вимірюються, рівній похибок блоків і завад;
- час вимірювання любого вихідного сигналу приблизно дорівнює двом періодам імпульсної послідовності.

Звернемо увагу на те, що запропоновані структура та модифікований для багатоканальних вимірювань метод залежного рахунку забезпечує вирішення задачі розробки універсальних високоточних швидкодіючих модулів вводу частотних імпульсних сигналів в ЦЕОМ для інформаційно-вимірювальних систем, вимірювальних і телевимірювальних систем, програмованих контролерів автоматичного управління, контролю та попередження. За допомогою цього методу спрощується обробка одночасно декількох вимірювань та перетворення сигналу в частоту, що спрощує обробку інформації, яка подається на комп'ютер.

**Список літератури:** 1. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / Под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 2009. – 453 с. 2. Бишард Е.Г. Аналоговые электроизмерительные приборы [Текст]/ Е.Г. Бишард, Е.А. Киселева, Г.П. Лебедев. – М.: Высшая школа, 1991. – 415 с. 3. Мирский Г.Я. Микропроцессоры в измерительных приборах [Текст]/ Г.Я. Мирский. – М.: Радио и связь, 1984. – 345 с. 4. Козаченко В.Ф. Микроконтроллеры: руководство по применению 16-разрядных микроконтроллеров Intel MCS-196/296 во встроенных системах управления [Текст]/ В.Ф. Козаченко. – М.: ЭКОМ, 1997. – 124 с. 5. Шабатура Ю.В. Комп'ютерне моделювання електронних систем[Текст]/: Навч. посіб. / Ю.В. Шабатура, В.В. Присяжнюк. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005. – 142 с.

Поступила в редколлегию 20.03.2012