

**Теорія та практика сучасного прецизійного приладобудування**

2. Безвесильная Е.Н. Разработка теории погрешностей оценивания состояния гирогравиметра с цифровой обработкой информации // Труды МНТК "Сучасні інформаційні і енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини" (СИЕТ 6 -99),-Харків.-1999.- С. 43-48 .
3. Безвесильная Е.Н., Рябушко В.А., Бобруйко Е.И. Автокомпенсация погрешностей гироскопического интегратора линейных ускорений.// Международный научно-методич. семинар "Перспективы развития приборостроения", Славское.-2001.- С. 166-174.
4. Блинов И.А. Морская гравиметрическая съемка. - М.: ЦРИА. Морфлот, 1982. - 107с.
5. Воропаев Е.Г., и др. Гравиинерциальные измерительные приборы // Сб. научи, трудов.- Тула.: ТПИ, 1981. - 86с.
6. Яшаев И.Л., Багрянец В.О. Аэрогравиметрический комплекс "Гравитон" // Сб. докл. междунар. научно-техн. конф. «Морская гравиметрия – 93». - С.-Петербург.-1993. - С.21-23.

<p>Безвесильная Е.Н., Киричук Ю.В., Нечай С.О. <b>Исследования поведения динамически-настраиваемого гравиметра с помощью ЦВМ.</b> Исследования с помощью ЦВМ поведения гравиметра при воздействии на него возмущающих воздействий разного характера (частоты, амплитуды) и выявление наиболее опасных режимов его работы.</p>	<p>Bezvesilinaya E.N., Kirichuk Y.V., Neshay S.O. <b>Studies of the behaviour dynamic-adjusted gravimeter by means of EBM.</b> The studies by means of EBM dynamic-adjusted gravimeter at influence upon it outraging factors of the miscellaneous of the nature (the frequencies, amplitudes) and discovery the most dangerous mode his work.</p>
---	--

*Надійшло до редакції  
11 травня 2004 року*

УДК 681.325

## ГАРМОНІЙНИЙ АНАЛІЗАТОР СПЕКТРА

*Лукашенко В.М., Лега Ю.Г., Лукашенко А.Г., Корпань Я.В., Лукашенко М.Г.  
Черкаський державний технологічний університет, м.Черкаси, Україна*

*Запропоновано схему гармонійного аналізатора спектра для апаратурної реалізації прямого перетворення Фур'є з високою швидкістю та малою потужністю споживання.*

### **Вступ. Постановка задачі**

Спектральне представлення сигналів створюють в сукупності міцні й гнучкі засоби дослідження.

Практичне використання спектральних зображень неминує призводить до необхідності експериментального здійснення розкладення Фур'є, тобто до гармонійного аналізу.

Метод гармонійного аналізу дозволяє розпізнавати на початковому етапі виникнення несправності в приладах та системах керування.

Відомо [1], що перетворення Фур'є дає можливість виявити частоти, які знаходяться у деякому залежному від часу сигналі.

При умові  $f(t < 0) = 0$  перетворення Фур'є набуває вигляду:

$$f(j\omega) = a_k(\omega) + jb_k(\omega) = \int_0^{\infty} f(t) \cos k\omega t dt - j \int_0^{\infty} f(t) \sin k\omega t dt \quad (1)$$

З рівняння (1) коефіцієнти  $a_k(\omega)$ ,  $b_k(\omega)$  мають вигляд:

$$\left. \begin{aligned} a_k(\omega) &= \int_0^{\infty} f(t) \cos k\omega t dt \\ b_k(\omega) &= -\int_0^{\infty} f(t) \sin k\omega t dt \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Для проведення низки динамічних випробувань з метою максимального наближення їх до умов експлуатації потрібно відтворювати векторні вібрації з керуючою спектральною матрицею на виході багатомірного динамічного об'єкта.

Алгоритм керування полягає в налагодженні системи на заданий вібраційний режим. При цьому вимірюють неузгодженість між векторами заданих спектральних характеристик і вимірних на виході системи. По неузгодженості коригують вектор керуючих параметрів [1-3].

При цьому фізична проблема аналізу зв'язана з цілою низкою суто фізичних особливостей аналізатора.

Дійсно, працездатність прецизійних аналізаторів в цілому буде залежати від точності та швидкодії відтворення базисних функцій і функціонування перемножувачів та інтеграторів.

Звичайно, при розкладанні складної форми сигналу в тригонометричний ряд Фур'є [1], обчислення коефіцієнтів Фур'є  $a_k$ ,  $b_k$  виконують на універсальних обчислювальних машинах.

Однак, для керування процесом дослідження об'єктів, на борту літальних апаратів і в реальному масштабі часу, доцільно застосовувати спецпроцесори чи функціонально орієнтовані предпроцесори. Для виконання цієї мети найкращим є таблично-алгоритмічні методи апаратурної реалізації [4]. Вони дозволяють, при цифровій обробці сигналів, досягнути високих інформаційно-енергетичних показників. Їх легко реалізовувати використовуючи сучасні мікро-, нанотехнології, що забезпечує гарні вагогабаритні показники і високу надійність.

Крім того, відомо, що обробка прецизійних сигналів в аналоговій формі має велику інструментальну похибку [1], в цифровій – низьку швидкодію. Обробка гібридних сигналів дозволяє зменшити ці недоліки, але вона не достатньо досліджена. Тому задача побудови прецизійних аналізаторів з обробкою гібридних сигналів є актуальною.

### **Рішення задачі**

Пропонується образно-знакова модель для виміру коефіцієнтів Фур'є  $a_k$ ,  $b_k$ , які формуються згідно рівнянь (2).

Морфоструктура моделі містить два однакових оригінальних гібридних помножувача, цифрові генератори опорних частот  $\cos(k\omega t)$ ,  $\sin(k\omega t)$ , та два однакових інтегратори (рис. 1).

Відмінною особливістю є морфоструктури гібридних помножувачів та цифрових генераторів.

Оригінальність швидкодіючого помножувач підтверджена патентом на винахід України [3] і має струмові ключі, що побудовані на основі МДП-транзисторів. Це дає можливість працювати з опорною напругою довільних знаків і форми. Вихідний сигнал ( $U_{вих}$ ) такого помножувача може розташовуватися в кожному з чотирьох квадрантів у залежності від знаків, що приймають співмножниками в рівнянні:

$$U_{вих}(t) = K(t)U_{оп} F(t),$$

де  $K(t)$  – коефіцієнт передачі (функція коду);

$U_{оп}$  – амплітуда опорної напруги;

$F(t)$  – функція зміни опорної напруги.

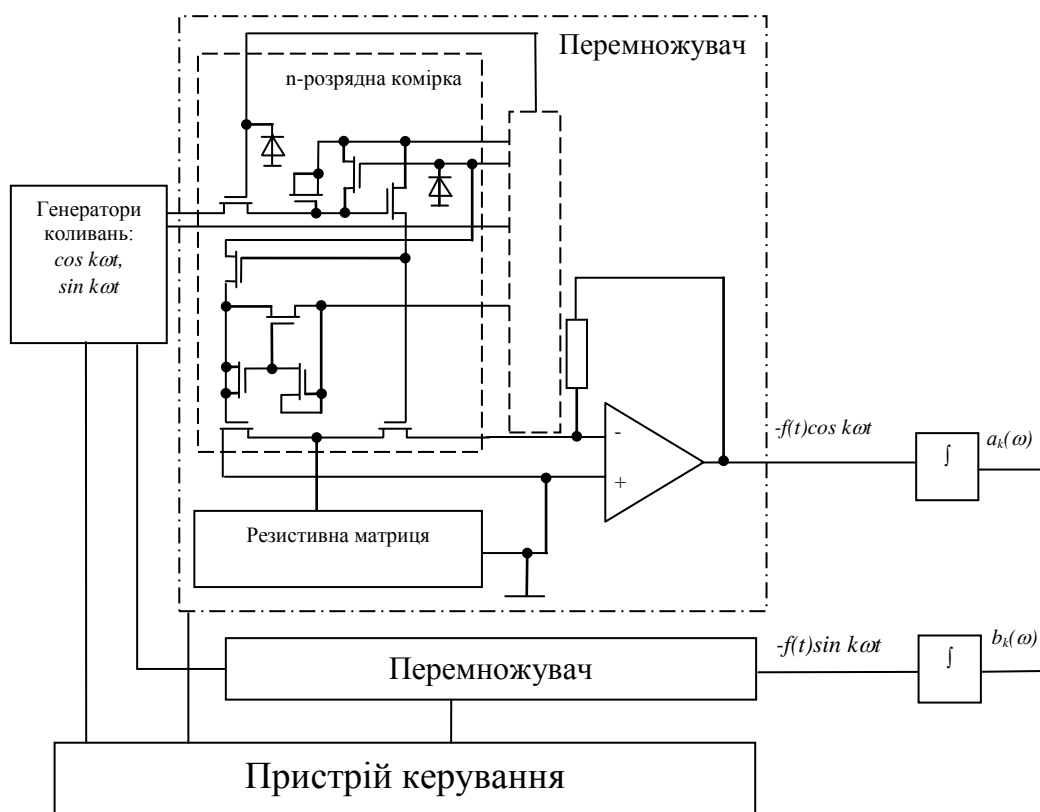


Рисунок 1 – Гармонійний аналізатор для перетворення  $f(t)$  в  $a_k(\omega)$ ,  $b_k(\omega)$

Відмінна риса цього помножувача полягає в наступному:

- схемотехнічне рішення кожної з  $n$ -розрядної комірок вхідного цифрового коду, завдяки введенню МДП-варакторів, дозволило використовувати напругу на затворах керуючих транзисторів на величину, яка дорівнює напрузі на стоках. Це компенсує вплив порогової напруги, тобто напруга на затворах МДП-ключей дорівнює повної напруги споживання.

- швидкий розряд ємності других МДП-ключей забезпечується високим рів-

нем напруги на затворах транзисторів скиду, а перших – завдяки високому потенціалу затвора МДП-варакторів;

- зменшення часу заряду забезпечено умовами роботи транзистора в крутій області при  $|U_3| > |U_{\text{пит}}|$ ,  $|U_3| - |U_{\text{пит}}| > U_{\text{пор}}$ , що в 4 рази збільшує швидкість переключення транзистора.

- зв'язок входів керування n-розрядних комірок вхідного цифрового коду з виходами високого рівня напруги блоку керування дозволяє з високою швидкістю перерозподілити заряди, а це сприяє збільшенню швидкодії, за рахунок зменшення часу переключення.

Існує багато пристроїв на різноманітних елементах для генерації гармонійних коливань, однак цифрові схеми вигідно відрізняються від інших схем простотою, стабільністю, універсальністю.

Генератор значень опорної частоти є цифровим і будується аналогічно [4 - 8] на основі логіко-математичної моделі і напівадитивного таблично-логічного методу реалізації. Він характеризується високою швидкістю, яка адекватна класичному табличному методу і обсягом числового блоку пам'яті мінімум в двічі менш, чим у табличному методу. Крім того, схемотехнічне рішення дозволяє широко варіювати енергочасовими параметрами.

Технічний принцип побудови цифрових генераторів (рис. 2) опорних частот полягає у формуванні коду аргументу ( $k\omega t$ ) для інформаційного регістра, який побудовано на тригерах з кодовими та лічильними входами з відповідними зв'язками, у запису по одній адресі керуючих і коригувальних констант у числовому блоці (ЧБ) постійного запам'ятовуючого пристрою (ПЗП), у формуванні простих пристроїв керування процесом обчислення: тригер з RC-ланцюгом диференціювання.

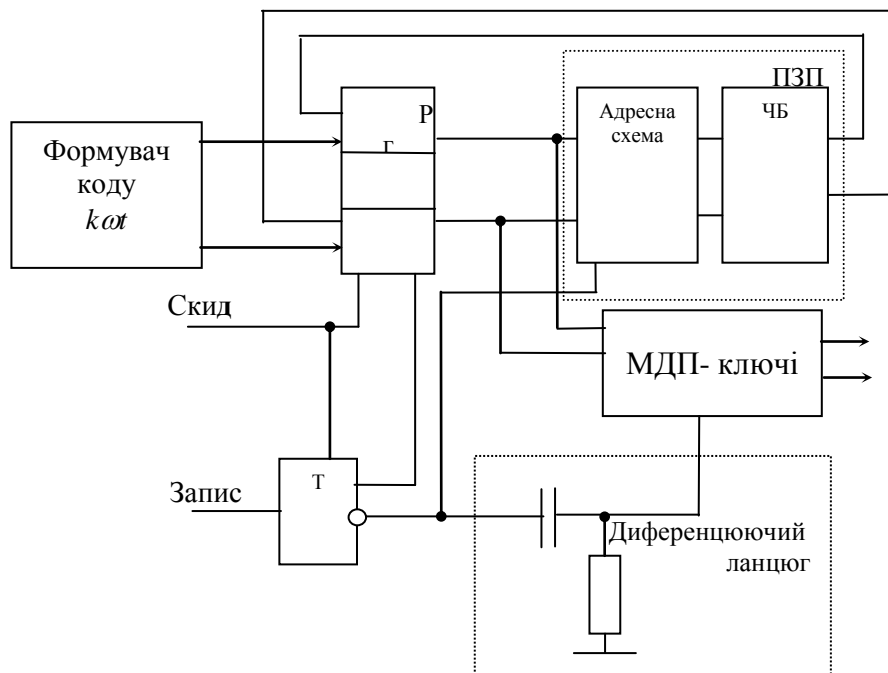


Рисунок 2 – Формувач значень  $\cos(k\omega t)$  або  $\sin(k\omega t)$

При цьому алгоритм відтворення значення  $\cos(k\omega t)$  або  $\sin(k\omega t)$  зводиться до формування коду аргументу ( $k\omega t$ ), дешифрації аргументу  $k\omega t$ , зчитуванню відповідних констант із ПЗП і перетворенню коду аргументу під дією одиниць, що надходять на лічильні входи тригерів регістра.

Запропонований технічний принцип побудови генератора дозволяє зменшити проблему відмовостійкості, завдяки можливості виконання його в єдиному кристалі, що поліпшує об'ємно-вагові показники, підвищує технологічність конструкції і збільшує живучість сучасних систем обробки інформації в екстремальних умовах.

### **Висновки**

Запропонована морфоструктура гармонійного аналізатора, яка просто реалізується, має високу швидкодію, малу потужність споживання завдяки:

- використуванню гібридного помножувача з імпульсним живленням;
- відсутністю наскрізного струму в цифрових ланцюгах керування помножувача;
- формуванню крутих фронтів вхідних кодових сигналів;
- побудові прецизійного генератора на основі логіко-математичної роботи і напівадитивного таблично-логічного методу реалізації;
- використуванню прецизійного генератора  $\sin(k\omega t)$ ,  $\cos(k\omega t)$  з числом активних елементів пам'яті менш, чим в два рази при порівнянні з табличним класичним методом. Але швидкодія формування значення функції цього генератора адекватна швидкодії з класичної табличної структурою генератора.

Перспективним напрямком подальшого розвитку перетворювача є використання гармонійного аналізатору не лише для виконання прямого перетворення Фур'є, але і для реалізації зворотного перетворення.

### **Література**

1. Лебедев А. Н. Применение аналоговых вычислительных устройств в судовых системах автоматического управления. – Л.: «Судостроение» - 1970. – 311 с.
2. Микросхемы памяти ЦАП и АЦП: Справочник / О.Н. Лебедев, А-Й. К. Марцинкявичюс, Э.-А. К. Багданскис и др.; - М.: КубК-а, 1996. – 384 с.
3. Пат. 24660А Україна, МПК G 06 F 05/02. Цифро-аналоговий перетворювач / Лукашенко В.М., Биков В.І., Лукашенко А.Г.; ЧПІ. - № 97062949; Заявл. 20.06.97; Опубл. 04.08.98; Промислова власність №5. -3с.
4. Лукашенко В.М. О перспективности таблично-алгоритмических методов при реализации высоких информационных технологий // Вісник ЧПІ -2000. -№4. -С. 18-22.
5. Лукашенко В.М. Сравнительная оценка по быстродействию таблично - алгоритмических преобразователей // Вестник ХГПУ.– 2000. – Вып. 97. – С. 60-63.
6. Пат. 30645 А Україна, МПК G06G07/26. Цифровий пристрій для обчислення функцій / В.М. Лукашенко. - №98041690; Заявл. 02.04.98; Опубл. 15.12.00; Бюл. №7. -3 с.
7. Пат. 29319 А Україна, МПК G06G07/26. Цифровий пристрій для обчислення функцій / В.М. Лукашенко. №98052508; Заявл. 14.05.98; Опубл. 16.10.00; Бюл. - №5. -6 с.
8. Лукашенко В.М. Высокоскоростной функционально ориентированный преобразователь // Вісник ЧПІ. – 1999. – № 1. – С. 19-21.

<p>В.М. Лукашенко, Ю.Г. Лега, А.Г. Лукашенко, Я.В. Корпань, М.Г. Лукашенко. <b>Гармонічний аналізатор спектра.</b> Предложена схема гармонического анализатора спектра для аппаратурной реализации прямого преобразования Фурье с высоким быстродействием и малой мощностью потребления.</p>	<p>V.M. Lukashenko, J.G. Lega, A.G. Lukashenko, Y.V. Korpan, M.G. Lukashenko <b>The harmonious analyzer of a spectrum.</b> The circuit of the harmonious analyzer of a spectrum for hardware realization of direct transformation Fur'e with high speed and low power of consumption is offered.</p>
--	--

Надійшла до редакції  
19 квітня 2004 року

УДК 53.088.22

## ПОХИБКА СКАНУВАННЯ ОБТЮРАТОРНИХ ПРИЛАДІВ

*Майстренко В.М., Михаленок О.Д., Національний технічний інститут України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

*Проведені дослідження інструментальної похибки обтюраторних приладів. Визначені джерела похибки, вплив форми сигналів. Наведені деякі рекомендації щодо зменшення похибки сканування*

### **Вступ. Постановка завдання**

В приладобудуванні, наприклад в газоаналітичній апаратурі, широко використовуються оптичні методи вимірювання. Ці методи засновані на вимірюваннях інтенсивності електромагнітного випромінювання, його послаблення або поглинання.

Комутація потоку випромінювання, направлено на об'єкт дослідження, дуже часто забезпечується за допомогою обтюратора з механічним приводом, хоч останнім часом здійснюються спроби його заміни немеханічним обтюратором. Ефективність такої заміни поки що є невисокою, тому обтюратор з механічним приводом викликає інтерес як одне з джерел інструментальної похибки приладів, в котрих він використовується.

Похибка сканування може суттєво збільшувати інструментальну похибку обтюраторних приладів. В той же час в роботах [1], [2] джерела виникнення похибки сканування не аналізуються, а тому і не розглянуті методи її зменшення.

Проблема підвищення точності вимірювальних приладів є надзвичайно актуальною, тому що від інструментальної похибки в значній мірі залежить похибка вимірювань. В той же час існує багато різних джерел інструментальних похибок, в тому числі й похибка сканування, яка притаманна саме обтюраторним приладам.

### **Виникнення і вплив похибки сканування**

Оптична схема приладів, що реалізують немонохроматичні оптичні методи, складається з джерела інтегрального випромінювання, одного або декількох фільтрів для виділення аналітичної спектральної області, що відповідає смузі поглинання компонента, котрий аналізується, об'єкта дослідження, наприклад кювети з газовою сумішшю, що досліджується, та приймача випромінювання.