

## ІНФОРМАТИВНІ ОЗНАКИ ХАОТИЧНОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО СИГНАЛУ

В. Ю. Кучерук, І. В. Коломійчук, П. І. Кулаков

У вимірювальній техніці досить часто виникає питання підвищення чутливості засобів вимірювань до малої зміни вимірювального параметра. Використання генератора хаотичних коливань для отримання вимірювальної інформації дозволяє суттєво підвищити чутливість засобів вимірювань, так як в нелінійних хаотичних системах найбільш сильна залежність процесу від параметрів системи виникає саме в режимі хаотичних коливань. Теоретичні аспекти використання теорії детермінованого хаосу в вимірюваннях наведено в [1]. Використання динамічних хаотичних систем дозволяє створювати пристрої з унікальними властивостями детермінованого хаосу. Однією з головних властивостей хаотичної системи є структурна стійкість атракторів - малі зміни параметра системи міняють структуру атрактора безперервно, причому чутливість хаотичного процесу до параметра здійснюючої його системи надзвичайно висока. Швидкість зміни хаотичного процесу при малій зміні параметра системи оцінюється як експоненційна [2]. Ця властивість дозволяє значно збільшити чутливість методу вимірювання при використанні в якості вимірювальних схем нелінійних генераторів хаотичних коливань. Друга фундаментальна властивість хаотичних систем – висока чутливість до варіацій початкових умов – дозволяє прогнозувати сталі значення параметра нелінійних хаотичних систем на початковій ділянці траєкторії хаотичного процесу (при наявності двох траєкторій: з “збуреними” і “не збуреними” початковими умовами). Таким чином, чутливість такого вимірювального пристрою практично не буде залежати від розрядності АЦП, а його динамічні характеристики – від частоти дискретизації. Додатковими областями використання хаотичних систем є вимірювання з використанням сильно інерційних сенсорів, а також вимірювання параметрів швидкозмінних процесів. Найпростіша структурна схема вимірювального пристрою на базі генератора хаотичних коливань, складається з двох частин: нелінійної вимірювальної схеми, до якої підключений сенсор вимірювальної фізичної величини, і вторинного вимірювального перетворювача. Так схема вимірювального пристрою дозволяє здійснити варіант метода генератора хаотичних коливань, оснований на властивості структурної стійкості атрактора хаотичної системи. Сенсор фізичної величини, що вимірюється, під’єднується до вимірювальної схеми генератора хаотичних коливань таким чином, щоб його вихідна величина змінювала один з параметрів нелінійної хаотичної схеми. З неї дискретизований та оцифрований хаотичний сигнал поступає на вхід комп’ютера, де визначається математичне відхилення параметра вимірювального генератора і на основі закладеної градуйованої характеристики обчислюється значення вимірювальної фізичної величини. Таким чином, принципово новою частиною вимірювального пристрою, який реалізує метод генератора хаотичних коливань, є нелінійна вимірювальна схема в режимі хаотичних коливань. Тому вивчення складних явищ, які

виникають в електронних колах, які відповідають умовам виникнення в них хаотичних коливань, являє собою велике поле діяльності, як для практичної метрології, так і її наукових основ. Властивості хаотичних систем, які мають ці електронні схеми, дозволяють їх використовувати в якості вимірювальних кіл параметра, який являється значенням параметра сенсора, включеного в це коло. При виборі практичної реалізації генератора хаотичних коливань враховувався ряд обставин, а саме: простота реалізації, наявність діапазону зміни параметрів, які забезпечують хаотичний режим, наявність математичної моделі, яка дозволяє достатньо просто моделювати хаотичний процес. Не дивлячись на те, що вплив на генератор хаотичних коливань можна здійснювати безпосередньо змінюючи будь-який її параметр (зміну опору ємності чи індуктивності), краще для цього використовувати початкове зміщення негативного нелінійного опору. Останній параметр має найбільшу чутливість до зміни атрактора і зручний з точки зору реалізації електронної схеми.

### **Висновок**

Проведенні макетні випробування схеми генератора хаотичних коливань Чуа і його численного моделювання підтвердили основні теоретичні припущення про вказані вище можливості нового метода вимірювання. Авторами проводяться дослідження способів вимірювання середнього значення кутової швидкості з використанням генератора хаотичних коливань Чуа та фотоелектричного сенсора з низькочастотним вихідним сигналом [4, 5].

### **Література**

1. Воронов С.С. Метод измерения с использованием свойств нелинейных динамических систем / Воронов С.С., Колпаков Л.В., Кузнецов В.А. // Измерительная техника – 1996. – № 12. – С. 16 -18.
2. Паркер Т.С. Введение в теорию хаотических систем для инженеров / Т.С. Паркер, Л.О. Чуа [Электронный ресурс] // ТИИЭР, 1987. – Т. 75, №8. – С. 6 – 40.
3. Шахтарин Б.И. Генераторы хаотических колебаний / Шахтарин, П.И. Кобылкина, Ю.А. Сидоркина, А.В. Кондратьев, С.В. Митин. – М.: Гелиос АРВ, 2007. – 248 с.
4. Podzharenko, V. A. Photoelectric angle converter : Selected papers from the international conference on optoelectronic information technologies / V. A. Podzharenko, P. I. Kulakov // International conference on optoelectronic information technologies, vol. 4425. – Vinnitsa, Ukraine : VSTU, 2001. – P. 452 – 456
5. Кулаков, П. І. Математична модель фотоелектричного перетворювача площа-напруга на основі пари фотодіод-операційний підсилювач : Матеріали п'ятої міжнародної НТК / П. І. Кулаков // Контроль і управління у складних системах». –Вінниця. – 1999. –Том 2., С. 228 - 233.