

ВИМІРЮВАННЯ ФАЗИ АВТОГЕНЕРАТОРНИХ ТРАНЗИСТОРНИХ СТРУКТУР З ВІД'ЄМНИМ ОПОРОМ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано математичний апарат для обробки вимірювального сигналу вимірювальної автогенераторної транзисторної структури з від'ємним опором на фоні білого шуму.

Ключові слова: автогенератор, білий шум, фаза інформаційного сигналу.

Abstract

A mathematical apparatus for the processing of a measuring signal of a measuring autogenerator transistor structure with a negative resistance against white noise is proposed.

Keywords: autogenerator, white noise, phase of information signal.

Вступ

Застосування автогенераторних структур первинних перетворювачів фізичних величин, вологості зокрема, розкриває широкі перспективи розвитку інформаційно-вимірювальних систем, в яких, за рахунок використання частотної модуляції інформаційного сигналу, виникає можливість, реалізації завадостійких каналів вимірювання і обробки даних, а також - можливість реалізації комплексних комп'ютеризованих систем вимірювання і контролю параметрами середовища і технологічних операцій за рахунок універсальності інформаційного параметру. Однак, важливим науковим завданням залишається розробка методів обробки вимірювальних сигналів таких систем, що ґрунтуються на статистичному зменшенні впливу завад каналу передавання даних.

Результати дослідження

Для аналізу процесів, що діють на інформаційний сигнал у вимірювальному каналі, припустимо, що він є гармонійним, а всі спотворення, викликані як зовнішніми шумами, так і власними шумами вимірювального генератора, виникають в каналі розповсюдження сигналу [1]. Внаслідок взаємодії вимірювального сигналу з досліджуваним об'єктом, вихідний в загальному вигляді набуде форми АМ-сигналу:

$$a(t) = A(t) \sin(\omega t + \varphi(t)),$$

де ω - частота вимірювального сигналу, $A(t)$ - рівняння згинаючої, $\varphi(t)$ - фаза сигналу, що змінюється випадковим чином під дією гаусовського шуму. Результуючий сигнал $B(t)$ на комплексній площині визначається за виразом:

$$B(t) = A(t) \cdot \exp(j(\omega t + \varphi(t))) = b(t) \cdot \exp(j\omega t).$$

Очевидно, що $\vec{C} + \vec{n} = \vec{V}$. Дійсна і уявна частини вектора результуючого вектора \vec{V} можна записати за допомогою наступних рівностей [2, 3]:

$$V \cos \varphi = C \cos \varphi_0 + n \cos \varphi,$$

$$V \sin \varphi = C \sin \varphi_0 + n \sin \varphi.$$

Статистичний розподіл амплітуди і фази результуючого вектора \vec{V} можна записати за допомогою їх сумісної функції розподілу [3]:

$$W(V, \varphi) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \cdot \exp\left[-\frac{C^2 + n^2 - 2Cn \cos(\varphi_0 - \varphi)}{2\sigma^2}\right] n dV d\varphi_0. \quad (1)$$

З останнього виразу видно, що амплітуда V квазігармонійного сигналу задовольняє розподілу Райса з параметрами C, σ^2 , що співпадають з амплітудою вихідного інформаційного сигналу C та дисперсією гаусовського шуму σ^2 . Звідки видно, що під дією шуму вимірювального каналу, амплітуда вектора вихідного сигналу \vec{C} є випадковою величиною $V = |\vec{V}|$ і до обробки даного сигналу можна застосовувати відомі статистичні методи обробки [2].

$$W_V(V) dV = dV \int_0^{2\pi} W(V, \varphi_0) d\varphi_0 = \frac{V dv}{\sigma^2} \cdot I_0\left(\frac{CV}{\sigma^2}\right) \cdot \exp\left[-\frac{C^2 + V^2}{2\sigma^2}\right]. \quad (2)$$

При цьому фаза результуючого сигналу не є випадковою величиною і описується функцією щільності ймовірності (2). Однак, за багаторазового вимірювання фази сигналу, можливе припущення, що зсув фази вимірювального сигналу, викликано шумовою дією, можна розглядати як випадкову величину і для виключення її впливу можна застосувати статистичні методи [3].

Таким чином, різниця фаз двох каналів визначається: $\Delta\varphi = A_1\omega \sin(\gamma_1(t_0) + \pi/2) - A_2\omega \sin(\gamma_2(t_0) + \pi/2)$, де $\omega t_0 + \varphi_{0_2}(t_0) = \gamma_2(t_0)$ - фаза вимірювального сигналу другого каналу, графік дотичної до якого знаходиться за виразом $y_2(t) = A_2 \sin \gamma_2(t_0) + A_2\omega \sin(\gamma_2(t_0) + \pi/2) \cdot (t - t_0)$.

Висновки

Розроблено математичний апарат для обробки вимірювального сигналу вимірювальної автогенераторної транзисторної структури з від'ємним опором на фоні білого шуму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Т.В. Яковлева, «Метод определения фазового сдвига квазигармонических сигналов, основанный на анализе огибающей,» Компьютерная оптика, № 6, с. 950-956. 2017.
2. Т. Yakovleva, "Methods of mathematical statistics in two-parameter analysis of Rician signals," Doklady Mathematics, vol. 90(3), pp. 675-679. 2014.
3. О.В. Осадчук, О.С. Звягін, Савицький А.Ю., «Інтегральний метод зменшення статистичних похибок вимірювання автогенераторних перетворювачів фізичних величин,» in Proc. VIth International Scientific-Practical Conference. Physical and Technological Problems of Transmission, Processing and Storage of Information in Infocommunication Systems, Chernivtsi, 2018, P.124.

Родінков Юрій Миколайович — студент групи ТКР-176, факультет інфокомунікацій, радіелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Rodinkov@ukr.net

Савицький Антон Юрійович — канд. техн. наук, доцент кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: savitskyant@gmail.com.

Науковий керівник: **Осадчук Олександр Володимирович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Rodinkov Yuriy Mykolayovych - student of the TKR-17b group, faculty of infocommunications, radio electronics and nano-systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Rodinkov@ukr.net

Savitsky Anton Yuriyovych - Cand. tech Sciences, Art. of Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: savitskyant@gmail.com.

Scientific supervisor: **Osadchuk Oleksandr Vladimirovich** - Dr. Tekhn. Sciences, professor, head of the chair of radio engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia