

УДК 621.317.7

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕМИКАЧА В
КОМУТАЦІЙНО-МОДУЛЯЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ**

*В. П. Куценко¹ (д.т.н., доц.), О. П. Яненко² (д.т.н., проф.),
К. Л. Шевченко³ (к.т.н., доц.)*

¹*Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна*

²*Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ, Україна*

³*Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ,
Україна*

E-mail: donetsk50@mail.ru

**ASSESSMENT OF THE IMPACT PARAMETERS SWITCHING IN THE
SWITCHING-MODULATION CONVERTERS**

V.P. Kutsenko¹, (d.t.n., prof.), O.P. Yanenko², (d.t.n., prof.), K.L. Shevchenko³, (k.t.n., doc.)

¹*Donetsk national technical university, Donetsk, Ukraine*

²*National technical university of Ukraine «KPI», Kyiv, Ukraine*

³*Kievan national university of technologies and design, Kyiv, Ukraine*

E-mail: donetsk50@mail.ru

Вступ

При розробці високочутливих радіометричних приладів модуляційного типу на їх вході використовують перемикачі, які можуть обмежувати смугу частот, прийнятих від об'єктів вимірювання, що знижує чутливість апаратури і точність вимірювань.

Радіометрична апаратура працює за принципом періодичного порівняння низькоінтенсивних надвисокочастотних (НВЧ) сигналів, що співставленні з власними шумами вхідних НВЧ кіл приладів, і вимагає забезпечення рівності цих шумів на вході радіоканалу [1-4]. Теорія модуляційних перетворень для діапазону низьких та середніх частот достатньо повно розглянута в монографіях [5, 6], проте в області надвисоких частот, де елементи мають розподілені параметри, використання основних положень цієї теорії не завжди виправдано і може приводити до значних похибок. Найбільший внесок при цьому створюють вхідні ланцюги вимірювальних НВЧ приладів, особливо приймальна антена, її еквівалент та вхідний перемикач. Тому проведення оцінки впливу параметрів вхідного перемикача на метрологічні характеристики радіометричних приладів і підвищення точності вимірювання є актуальною задачею. Для вирішення цієї задачі авторами запропоновано проведення аналізу узагальненої моделі вхідного перемикача з використанням введених (для спрощення розрахунків) комплексних узагальнених величин (КУВ) вхідної частини радіометричного приладу [7-9].

Метою даної роботи є проведення розрахунків параметрів вхідного перемикача з використанням граничних умов та КУВ на основі залежностей вихідних сигналів (нормованих відбитих хвиль) b_2, b_3 від значень елементів матриці розсіювання вхідного перемикача, комплексних коефіцієнтів відбиття (ККВ) і електричних компонентів шумових корисних і паразитних сигналів.

Основна частина

Проведемо оцінку впливу параметрів вхідного перемикача на значення КУВ, скориставшись схемою вхідною частиною двоантенного супергетеродинного радіометричного приладу (рис. 1) [9, 10]. До входу 1 перемикача підключена опорна антена X1, до входу 2 підключена вимірювальна антена X2, а вихід 3 підключений до змішувача U1.

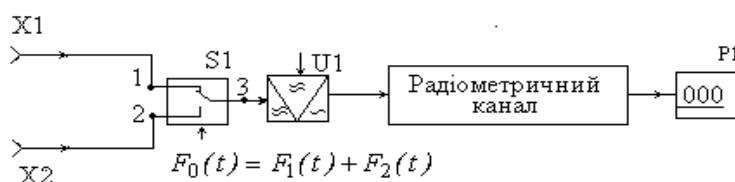


Рис. 1. Функціональна схема вхідного каскаду радіометричного приладу

На похибки, що вносяться вхідним перемикачем, можуть впливати перехідні процеси в його плечах при впливі керуючого сигналу $F_0(t)$, розходження значень його коефіцієнтів відбиття (Γ) і передачі (S) різних каналів у стаціонарному стані, а також „паразитні” інтенсивності шумів сусідніх елементів (E). Для врахування впливу різних факторів на роботу вхідного перемикача представимо його у вигляді узагальненого шестиполюсника (рис. 2) [2, 8].

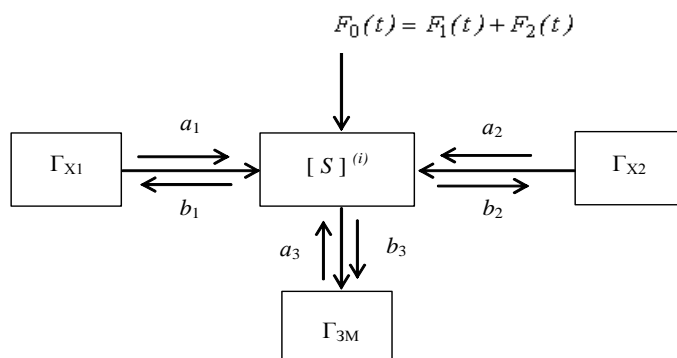


Рис. 2. Узагальнена модель вхідного перемикача

З використанням граничних умов в узагальненому шестиполюснику вирішена система рівнянь для співвідношення між нормованими відбитими хвилями в плечах 2 і 3 КМП b_2, b_3 і електричними компонентами сигналів антен E_{A1}, E_{A2} і змішувача $E_{ЗМ}$ через КУВ ($\chi, \nu, \varpi, \zeta, \xi, \eta, \tau, \rho, \psi$), що характеризують параметричний шестиполюсник:

$$b_2 = \frac{\nu}{\eta\nu - \chi\tau} [E_{A1} \varpi\tau + E_{A2}(\zeta\tau - \eta) + E_{3M}(\xi\tau - \psi)], \quad (1)$$

$$b_3 = \frac{\chi}{\chi\tau - \eta\nu} [E_{A1} \varpi\eta + E_{A2}(\zeta\eta - \rho) + E_{3M}(\xi\eta - \psi)], \quad (2)$$

$$\text{де } \chi = \left(\frac{S_{22}\Gamma_{X2} - 1}{S_{21}\Gamma_{X1}} - \frac{S_{12}\Gamma_{X2}}{S_{11}\Gamma_{X1} - 1} \right), \nu = \left(\frac{S_{23}\Gamma_{3M}}{S_{21}\Gamma_{X1}} - \frac{S_{13}\Gamma_{3M}}{S_{11}\Gamma_{X1} - 1} \right) \varpi = \left(\frac{1}{\Gamma_{X1}} - \frac{S_{11}}{S_{11}\Gamma_{X1} - 1} \right),$$

$$\zeta = \left(\frac{S_{22}}{S_{21}\Gamma_{X1} - 1} - \frac{S_{12}}{S_{11}\Gamma_{X1} - 1} \right), \xi = \left(\frac{S_{23}}{S_{21}\Gamma_{X1}} - \frac{S_{13}}{S_{11}\Gamma_{X1} - 1} \right), \eta = \left(\frac{S_{32}\Gamma_{X2} - 1}{S_{31}\Gamma_{X1}} - \frac{S_{22}\Gamma_{X2} - 1}{S_{21}\Gamma_{X1}} \right),$$

$$\tau = \left(\frac{S_{33}\Gamma_{3M} - 1}{S_{31}\Gamma_{X1}} - \frac{S_{23}\Gamma_{3M}}{S_{21}\Gamma_{X1}} \right), \rho = \left(\frac{S_{32}}{S_{31}\Gamma_{X1}} - \frac{S_{22}}{S_{21}\Gamma_{X1}} \right), \psi = \left(\frac{S_{33}}{S_{31}\Gamma_{X1}} - \frac{S_{23}}{S_{21}\Gamma_{X1}} \right).$$

З урахуванням отриманих рівнянь (1) і (2) за допомогою програми Mathcad 15 були отримані оптимальні параметри вхідного перемикача для низькоінтенсивних НВЧ сигналів (таблиця 1), які дозволили здійснити оцінку впливу його параметрів на значення КУВ, що характеризують у цілому вхідний перемикач, як параметричний шестиполіусник [2]: $\chi = 2,754 + j2,584$, $\nu = 0,663 + j0,324$, $\varpi = -0,437 - j2,378$, $\zeta = -0,327 + j0,152$, $\xi = 0,117 - j2,475$, $\eta = 0,713 - j0,342$, $\tau = 3,45 + j1,724$, $\rho = 1,702 + j0,411$, $\psi = -2,869 + j0,317$.

Таблиця 1
Оптимальні параметри вхідного перемикача для низькоінтенсивних НВЧ сигналів

φ_{12}	S_{12}	S_{13}	φ_{13}	S_{23}	φ_{23}	Γ_{X1}	φ_{X1}	Γ_{3M}	φ_{3M}	Γ_{X2}	φ_{X2}	λ
0,245	0,705	0,705	0,451	0,705	0,578	0,347	0,6	0,298	0,588	0,164	0,463	1,9

Оцінку залежності значень КУВ здійснюємо при відхиленні параметрів вхідного перемикача від оптимальних величин у межах $\pm 10\%$: довжини хвилі сигналу (λ), всіх фаз (φ), ККВ і модулів ККВ (Γ_{X1} , Γ_{X2} , Γ_{3M}), всіх фаз елементів матриці розсіювання вхідного перемикача (φ_S) і модулів елементів матриці розсіювання (S_{12} , S_{13} , S_{23}). Результати розрахунків найбільш характерних залежностей модулів КУВ від зміни величин щодо їх оптимальних значень наведено в таблиці 2 і на рис. 3.

Таблиця 2
Залежність КУВ вхідного перемикача від довжини хвилі сигналу

$\lambda(\text{мм})$	1	2	3	4	5	6	7
χ	2.073	2.475	0.364	-0.701	-1.254	-1.545	-1.671
ν	0.724	0.666	0.711	0.763	0.803	0.83	0.844
ϖ	-1.539	-0.164	1.703	2.586	3.039	3.278	3.381
ξ	-2.22	0.4	2.11	2.792	3.105	3.259	3.322
η	-0.42	0.754	0.852	0.792	0.728	0.684	0.662
τ	2.088	3.189	1.046	-0.135	-0.78	-1.132	-1.287
ρ	0.068	1.654	1.029	0.578	0.306	0.148	0.077
ψ	0.876	-2.886	-2.389	-1.823	-1.44	-1.208	-1.1

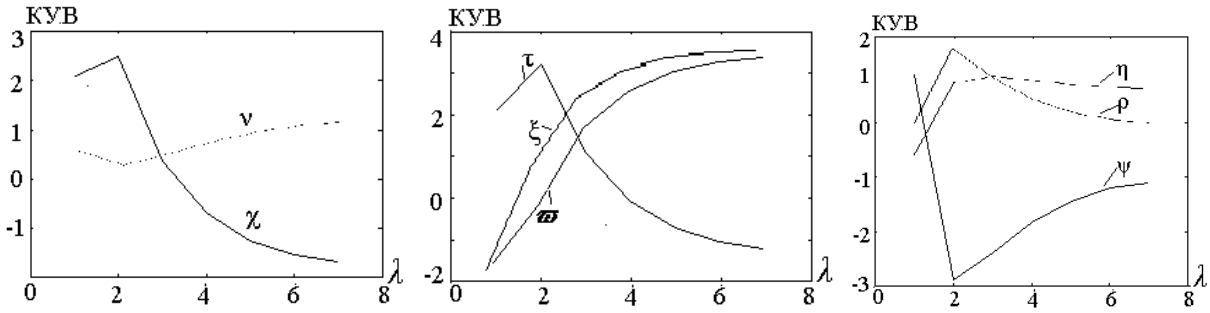


Рис. 3. Графіки залежності КУВ вхідного перемикача від довжини хвилі сигналу λ (мм)

У межах від 2 до 7 мм довжини хвилі сигналу λ зміна модулів і фазових складових КУВ має експоненціальний характер, як убік зменшення, так і убік збільшення.

Результати розрахунків значень КУВ, одержані при зміні всіх фаз коефіцієнтів відбиття приймальної φ_{X1} , опорної φ_{X2} антен і входу змішувача $\varphi_{ЗМ}$ у межах $\pm 10\%$ від їх оптимальних значень із кроком 2%, наведені в таблиці 3, а їх графічні залежності на рис.4.

Таблиця 3

Залежність КУВ вхідного перемикача від зміни фаз коефіцієнтів відбиття НВЧ елементів

$\varphi(\%)$	-10	-8	6	-4	-2	0	2	4	6	8	10
χ	2.15	2.279	2.403	2.524	2.641	2.754	2.863	2.968	3.067	3.162	3.252
ν	0.67	0.668	0.667	0.665	0.664	0.663	0.663	0.662	0.662	0.661	0.661
ω	0.141	0.021	-0.096	-0.212	-0.325	-0.437	-0.546	-0.653	-0.757	-0.858	-0.956
ξ	0.705	0.587	0.469	0.352	0.234	0.117	1.110	-0.114	-0.228	-0.341	-0.453
η	0.791	0.778	0.763	0.748	0.731	0.713	0.694	0.674	0.654	0.632	0.609
τ	2.878	3.001	3.121	3.235	3.345	3.45	3.549	3.643	3.732	3.815	3.892

Отримані результати досліджень свідчать про те, що одночасне відхилення аргументів φ коефіцієнтів відбиття НВЧ елементів від оптимальних значень φ_n викликає практично лінійну зміну величин модулів КУВ вхідного перемикача, середнє абсолютне відхилення яких становить від 0,007 до 0,6 одиниць.

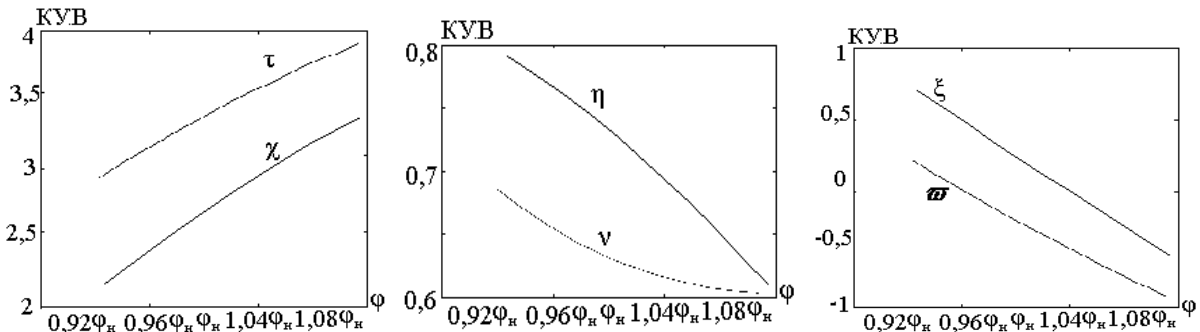


Рис. 4. Графіки залежності КУВ вхідного перемикача від фаз коефіцієнтів відбиття приймальної φ_{X1} , опорної φ_{X2} антен і входу змішувача $\varphi_{ЗМ}$

Проведені розрахунки значень КУВ, одержувані при зміні всіх фаз еле-

ментів матриці розсіювання вхідного перемикача φ_S у межах $\pm 10\%$ від оптимальних значень φ_n із кроком 2% , наведені в таблиці 4 і рис. 5.

Таблиця 4

Залежність КУВ від зміни фаз елементів матриці розсіювання вхідного перемикача

φ_S (%)	-10	-8	6	-4	-2	0	2	4	6	8	10
ν	0.675	0.673	0.67	0.668	0.666	0.663	0.661	0.659	0.656	0.654	0.651
η	0.652	0.664	0.677	0.689	0.701	0.713	0.725	0.736	0.748	0.759	0.77
ρ	1.589	1.612	1.635	1.657	1.679	1.702	1.724	1.747	1.769	1.791	1.813
ψ	-2.656	-2.699	-2.742	-2.784	-2.827	-2.869	-2.911	-2.953	-2.994	-3.035	-3.076

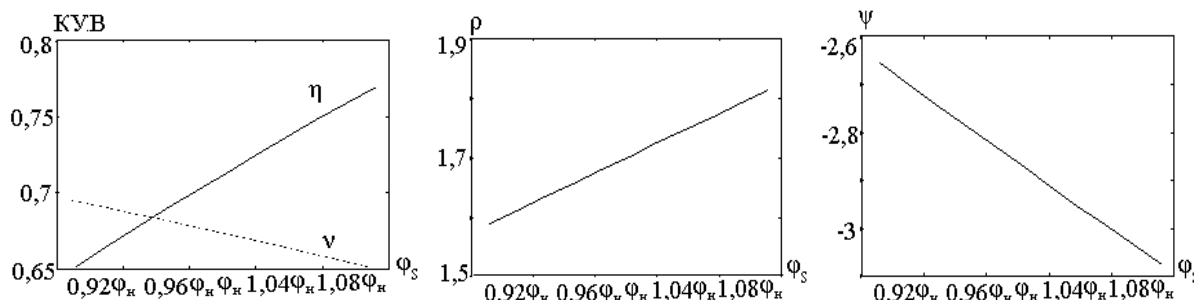


Рис. 5. Графіки залежності КУВ від зміни всіх фаз φ_S елементів матриці розсіювання вхідного перемикача

При зміні аргументів φ_S елементів матриці розсіювання вхідного перемикача значення модулів КУВ змінюються в межах від 0,015 до 0,21 одиниць при відхиленні фазових складових КУВ від 0,001 до 0,1 рад.

Результати розрахунків значень КУВ, одержувані при зміні модуля елемента матриці розсіювання S_{12} у межах $\pm 10\%$ від оптимальних значень із кроком 2% , наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Залежність КУВ вхідного перемикача від зміни модуля елемента матриці розсіювання S_{12}

S_{12}	0.634	0.649	0.663	0.677	0.691	0.705	0.719	0.733	0.747	0.761	0.775
χ	3.057	2.991	2.928	2.868	2.81	2.754	2.701	2.65	2.6	2.553	2.507
ν	0.755	0.735	0.716	0.698	0.68	0.663	0.647	0.632	0.617	0.602	0.589
η	0.409	0.475	0.538	0.599	0.657	0.713	0.767	0.818	0.868	0.916	0.962
ρ	1.992	1.929	1.868	1.811	1.755	1.702	1.651	1.602	1.554	1.509	1.465

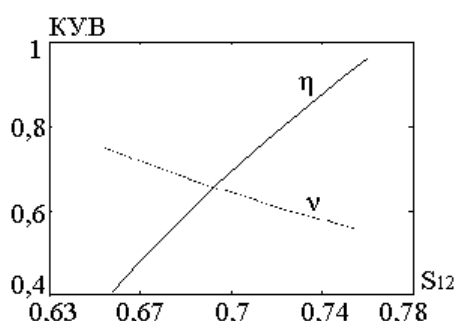


Рис. 6. Графіки залежності КУВ вхідного перемикача від зміни модуля S_{12} матриці розсіювання

Зміна модуля S_{12} матриці розсіювання в діапазоні аналізу впливає на значення модуля КУВ у межах до $10,4\%$, при відхиленні фазових складових КУВ від 0 до $82,3\%$. Результати розрахунків значень КУВ, одержані при зміні модуля коефіцієнта відбиття антени Γ_{X1} у межах $\pm 10\%$ із кроком 2% , наведені в таблиці 6 і рис. 7.

Таблиця 6

Залежність КУВ вхідного перемикача від зміни модуля коефіцієнта відбиття антени

$\Gamma_{\text{Х1}}$	0.312	0.319	0.326	0.333	0.34	0.347	0.354	0.361	0.368	0.375	0.382
v	0.753	0.734	0.715	0.697	0.68	0.663	0.647	0.632	0.618	0.604	0.59
η	0.792	0.775	0.759	0.743	0.728	0.713	0.699	0.686	0.673	0.66	0.648
τ	3.833	3.749	3.67	3.593	3.52	3.45	3.382	3.317	3.254	3.194	3.136
ψ	-3.188	-3.118	-3.052	-2.989	-2.928	-2.869	-2.813	-2.759	-2.707	-2.656	-2.608

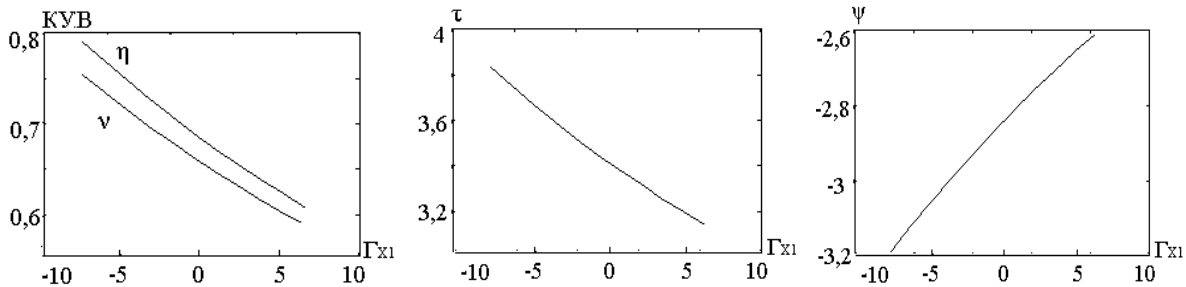


Рис. 7. Графіки залежності КУВ вхідного перемикача від зміни модуля коефіцієнта відбиття вимірювальної антени $\Gamma_{\text{Х1}}$

Оцінка впливу параметрів вхідного перемикача на значення його КУВ свідчить про те, що при зміні модуля коефіцієнта відбиття вимірювальної антени $\Gamma_{\text{Х1}}$ значення модулів КУВ змінюються у межах від 0,26 до 10,5%, при відхиленні фазових складових КУВ від 1,9 до 11,1%.

Висновки

1. Математичне й комп'ютерне моделювання НВЧ кіл радіометричного приладу (КМП), що виконане з використанням матричного аналізу, програми Mathcad 15 і методу Крамера в умовах періодичного порівняння інформативних низько інтенсивних НВЧ сигналів, дозволяє отримати оптимальні параметри вхідного перемикача радіометричного приладу для досягнення рівності шумів від суми вхідних НВЧ елементів на вході змішувача.

2. Показано, що при використанні на вході радіометричного приладу вхідного перемикача досягнення максимуму співвідношення „сигнал – шум” забезпечується за довжини хвилі 1,9 мм рівністю модулів однойменних S параметрів вхідного перемикача при істотній відмінності їх аргументів.

3. Встановлено, що комплексні узагальнені величини чутливі в різному ступені до відхилення ($\pm 10\%$) від оптимальних параметрів НВЧ кіл радіометричного приладу і змінюються від декількох сотих відсотка до 90%.

4. Одночасне відхилення аргументів ККВ НВЧ кіл від оптимальних значень викликає практично лінійну зміну величин модулів КУВ вхідного перемикача, середнє абсолютне відхилення яких становить від 0,007 до 0,6 одиниць. При зміні аргументів елементів матриці розсіювання КМП значення модулів КУВ змінюються в межах від 0,015 до 0,21 одиниць при відхиленні фазових складових КУВ від 0,001 до 0,1 рад. Зміна модуля елемента матриці розсіювання S_{12} у межах аналізу ($\pm 10\%$) впливає на значення

модуля КУВ у межах до 10,4% при відхиленні аргументів КУВ від 0 до 82,3%, при зміні модуля ККВ вимірювальної антени $\Gamma_{\chi 1}$ значення модулів КУВ змінюються у межах від 0,26 до 10,5% при відхиленні аргументів КУВ від 1,9 до 11,1%.

Перелік посилань

1. Куценко В. П. Радіометричний НВЧ-контроль властивостей матеріалів / В. П. Куценко, Ю. О. Скрипник, М. Ф. Трегубов, К. Л. Шевченко, О. П. Яненко. – Донецьк : ІПШ „Наука і освіта”, 2012. – 348 с.
2. Куценко В. П. Періодичне порівняння сигналів в НВЧ-радіометрії / В. П. Куценко– Донецьк: ІПШ „Наука і освіта”, 2012. – 300 с.
3. Куценко В. П. Математична модель комутаційно-модуляційного перемикача низькоінтенсивних мм-сигналів / В. П. Куценко, О. П. Яненко, С. П. Сергієнко // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2011. – № 45. – с. 113-119.
4. Куценко В. П. Теоретичні основи вимірювання НВЧ низькоінтенсивних шумових сигналів з періодичним порівнянням на вході радіометричної системи / В. П. Куценко // Штучний інтелект. – 2011. – № 3. – С. 456-462.
5. Скрипник Ю. А. Измерительные устройства с коммутационно-модуляционными преобразователями / Ю. А. Скрипник. – К. : Вища школа, 1975. – 256 с.
6. Скрипник Ю. А. Модуляционные измерения параметров сигналов и цепей / Ю. А. Скрипник. – М. : Советское радио. – 1975. – 320 с.
7. Куценко В. П. Оптимизация параметров коммутационно-модуляционного переключателя низкоинтенсивных сигналов / Куценко В. П. // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування: 5-а. Наук.-техніч. Конф., 19-21 травня 2011 г.: тези доповідей. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – с.71.
8. Куценко В. П. Аналіз підходів до розрахунків вхідних елементів НЗВЧ-радіометрів, як основних джерел похибок вимірювання низькоінтенсивних сигналів / В. П. Куценко // Наукові праці ДонНТУ. Серія: обчислювальна техніка та автоматизація. – 2012. – № 22(200). – с.175-179.
9. Куценко В. П. Моделювання оптимального впливу параметрів НВЧ кіл схеми радіометричного приладу контролю на значення вихідного сигналу комутаційно-модуляційного перемикача / В. П. Куценко, С. П. Сергієнко // Штучний інтелект. – 2013. – № 3. – С. 364-371.
10. Куценко В. П. Методы и средства сверхвысокочастотной радиометрии / В. П. Куценко, Ю. А. Скрипник, Н. Ф. Трегубов, К. Л. Шевченко, А. Ф. Яненко. – Донецьк : ІПШ «Наука і освіта», 2011. – 324 с.

References

1. Kutsenko V.P., Skrypnyk Yu.A., M.F. Trehubov, Shevchenko K.L. and Yanenko A.F. (2012) *Radiometrychnyi NVCh-kontrol vlastyvostei materialiv* [Microwave radiometric control of material properties]. Donetsk, "Nauka i osvita" Publ., 348 p.
2. Kutsenko V.P. (2012) *Periodychnye porivniannia syhnaliv v NVCh-radiometrii* [Signals periodic comparison in microwave radiometry]. Donetsk: "Nauka i osvita" Publ., 300 p.
3. Kutsenko, V. P., Yanenko, A. F. and Sergienko, S. P. (2011) A mathematical model of switchingmodulation switch low-intensity mm-signals. *Visn. NTUU KPI, Ser. Radiotekh. radioaпаратobuduv.*, no. 45, pp. 113-119. (in Ukrainian).
4. Kutsenko V.P. (2011) Theoretical Bases for Measurement of Low-Noise Signals with Periodic Comparison at the Entrance of Radiometric System. *Artificial intelligence, Scientific-theoretical magazine*. No 3. pp. 456-462.

5. Skripnik Yu.A. (1975) *Izmeritel'nye ustroystva s kommutatsionno-modulyatsionnymi preobrazovatelyami* [Measuring devices with switching and modulation inverters]. Kiev, Vishcha shkola Publ., 256 p.

6. Skripnik Yu. A. (1975) *Modulyatsionnye izmereniya parametrov signalov i tsepei* [Modulation parameters measurement of signals and circuits]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 320 p.

7. Kutsenko V.P. (2011) Optimizatsiya parametrov kommutatsionno-modulyatsionnogo pereklyuchatelya nizkointensivnykh signalov [Modulation parameters measurement of signals and circuits]. *Modern problems of the radioelectronics, telecommunications and device-making MPRTD-2009*, Vinnitsya, VNTU, p.71.

8. Kutsenko V.P. (2012) Analysis of approaches to the estimation of the input of the elements of SHFband radiometers, as the main sources of errors the measurement of low-intensity signals. *Naukovi pratsi DonNTU. Seriya: obchysliuvalna tekhnika ta avtomatyzatsiia*. No. 22(200). pp. 175-179. (in Ukrainian)

9. Kutsenko V.P. and Serhyenko S.P. (2013) Modeliuvannia optimalnogo vplyvu parametrov NVCh kil skhemy radiometrychnoho prykladu kontroliu na znachennia vykhidnogo syhnalu komutatsiino-moduliatsiinoho peremykacha [Modeling the optimal exposure parameters of microwave circuits of radiometric device control to a value of the output signal by switch-modulation]. *Artificial intelligence, Scientific-theoretical magazine*. No 3. pp. 364-371.

10. Kutsenko V.P., Skripnik Yu.A., Tregubov N.F., Shevchenko K.L. and Yanenko A.F. (2011) *Metody i sredstva sverkhvysokochastotnoi radiometrii* [Methods and tools of microwave radiometry]. Donetsk, "Nauka i osvita" Publ., 324 p.

Куценко В. П., Яненко О. П., Шевченко К. Л. Оцінка впливу параметрів перемикача в комутаційно-модуляційних перетворювачах. Проведено математична і комп'ютерна оптимізація параметрів комутаційно-модуляційним перемикачем (КМП) на вході радіометричного приладу в умовах низькоінтенсивних НВЧ-шумових сигналів. Встановлено, що збалансований режим роботи вхідної частини приладу забезпечується рівністю суми потужностей всіх шумів високочастотного тракту. Оптимізація параметрів КМП здійснювалася досягненням максимуму співвідношення „сигнал – шум”. Розраховані й побудовані графіки залежності впливу параметрів КМП схеми радіометричного приладу на значення введених комплексних узагальнених величин (КОВ).

Ключові слова: радіометрія, вимірювання, оптимальні параметри, комутаційно-модуляційний перемикач.

Куценко В. П., Яненко А. Ф., Шевченко К. Л. Оценка влияния параметров переключателя в коммутационно-модуляционных преобразователях. Проведена математическая и компьютерная оптимизация параметров коммутационно-модуляционного переключателя (КМП) на входе радиометрического прибора в условиях низкоинтенсивных СВЧ-шумовых сигналов. Установлено, что сбалансированный режим работы входной части прибора обеспечивается равенством суммы мощностей всех шумов высокочастотного тракта. Оптимизация параметров КМП осуществлялась достижением максимума соотношения „сигнал – шум”. Рассчитаны и построены графики зависимости влияния параметров КМП схемы радиометрического прибора на значения введенных комплексных обобщенных величин (КОВ).

Ключевые слова: радиометрия, измерения, оптимальные параметры, коммутационно-модуляционный переключатель.

Kutsenko V. P., Yanenko O. P., Shevchenko K. L. Assessment of the impact parameters switching in the switching-modulation converters.

Introduction. The switching-modulation commutator (SMC) in the front part is used in design of the highly-sensitive radiometric systems with modulation type. These devices may restrict a band of the input broadband signals from the object of interest. This leads to a reduction of the sensitivity and accuracy.

The purpose is to perform calculations of the optimal parameters of SMC using generalized complex values (GCV).

Main body. The transients in the shoulders of SMC under the impact of control signal $F_0(t)$, divergence of values of the reflectivity (Γ) and transfer coefficient (S) in the different channels, also radio-thermal parasitic noises of the adjacent elements may affect the value of errors that are made by SMC are shown in this article. Estimations of the GCV values dependence are performed under the deviation of the SMC parameters by $\pm 10\%$.

Conclusions. Using SMC in the front part of the radiometric system we can obtain the maximum ratio “signal-noise” that provided by wavelength 1.9 mm, equality of the modules of SMC elements with distinction of its phase values. The modules of the GCV from antennas X1 and X2 are differ in 2.1 times and the phase parts – in 1.3 times. The sensitivity of the GCV is different towards to the deviation ($\pm 10\%$) of the optimal parameters (module and phase parts) of the RF circuits (radiometric devices) and could vary from hundredth of a percent to 90%.

Keywords: radiometry, measurements, optimal parameters, switching-modulation commutator.