

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ МОДЕЛЕЙ ЗАМІЩЕННЯ СИСТЕМ

Бичковський В.О., Реутська Ю.Ю.

При ідентифікації різноманітних пристроїв та систем широко застосовується метод моделей заміщення [1]. Однією з поширених моделей заміщення є система заміщення (СЗ) першого типу. Для такої СЗ відомими є передаточна функція, перехідна характеристика, амплітудно-частотна та фазочастотна характеристики. Для СЗ першого типу першого порядку відомою є частотно-квантова спроможність (ЧКС) [2]. В процесі розроблення інформаційних трактів необхідно знати також імовірність передавання сигналів через тракт або його окремі частини.

Теоретичні викладки

Для розв'язання поставленої задачі скористуємося ЧКС, яка для СЗ першого типу першого порядку розраховується на підставі співвідношення

$$F_1(N) = \frac{1}{T \ln 2N}, \quad N \in [1, \infty], \quad (1)$$

де $N = 1/2\gamma$ - інформаційна спроможність системи; γ - відносна помилка системи; T - постійна часу системи [2].

Будемо передавати через СЗ сигнали, для яких $\gamma_c = 1/2N_c$, а найвище значення частоти дорівнює f_B . Поле сигналів (ПС) описується функцією

$$P_c(N) = f_B 1(N-1) - f_B 1(N-N_c), \quad (2)$$

а площа ПС визначається з умови $S_c = f_B(N_c - 1)$. Імовірність обслуговування ПС визначається на підставі аналізу співвідношення між площами S_0 та S_c (рис.1).

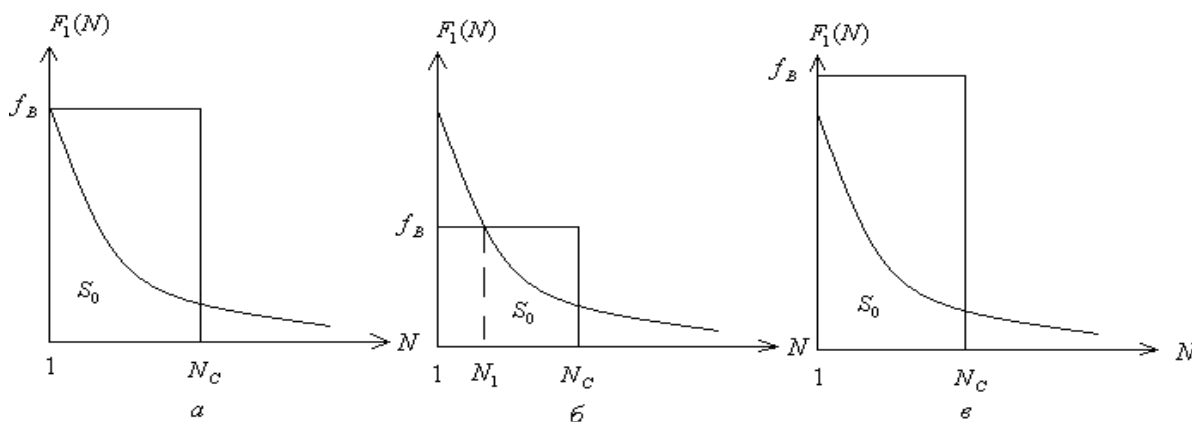


Рис. 1

Розглянемо ситуацію, коли $f_B = F_1(1) = 1/T \ln 2$ (рис.1а). В цьому випадку імовірність обслуговування ПС визначається з умови

$$P_a = \frac{1}{f_B(N_C - 1)} \int_1^{N_C} F_1(N) dN. \quad (3)$$

На підставі співвідношень (2), (3) визначаємо

$$P_a = \frac{\ln 2}{N_C - 1} \int_1^{N_C} \frac{1}{\ln 2N} dN. \quad (4)$$

Обчислення інтегралу в співвідношенні (4) дає:

$$P_a = \frac{\ln 2}{2(N_C - 1)} \left\{ \ln \frac{\ln 2N_C}{\ln 2} + \ln N_C + \sum_{K=2}^{\infty} \frac{1}{KK!} [(\ln 2N_C)^K - (\ln 2)^K] \right\}. \quad (5)$$

Розглянемо ситуацію, наведену на рис.1б. Відповідна імовірність визначається як

$$P_{\bar{a}} = \frac{1}{f_B(N_C - 1)} [f_B(N_1 - 1) + \int_{N_1}^{N_C} F_1(N) dN], \quad (6)$$

де $N_1 = 0,5 \exp(1/B)$; $B = Tf_B$.

Розглянемо ситуацію, наведену на рис.1в. В даному випадку $P_{\bar{a}}$ визначається по формулі (3) при умові, що $f_B > F_1(1)$. Введемо позначення $a = F_1(1)/f_B$. Тоді $P_{\bar{a}} = aP_a$.

Розглянемо СЗ першого типу другого порядку. Передаточна функція такої системи $W(p) = \frac{K}{(Tp+1)^2}$. Подамо на вхід СЗ сигнал $x(t) = A1(t)$. Зображення сигналу на виході $Y(p) = \frac{KA}{p(Tp+1)^2}$, а його оригінал

$$y(t) = KA \left[1 - \left(1 + \frac{t}{T} \right) \exp\left(-\frac{t}{T}\right) \right]. \quad (7)$$

Стале значення сигналу на виході

$$y_{cm} = \lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{p \rightarrow 0} pY(p) = KA. \quad (8)$$

Відносна помилка

$$\gamma = \frac{y_{cm} - y(t)}{y_{cm}}. \quad (9)$$

На підставі співвідношень (7), (8), (9) визначаємо відносну помилку

$$\gamma = \left(1 + \frac{t}{T} \right) \exp\left(-\frac{t}{T}\right). \quad (10)$$

Прологарифмуємо ліву та праву частини залежності (10): $\ln \gamma = \ln\left(1 + \frac{t}{T}\right) - \frac{t}{T}$. В області невеликих значень відношення t/T можна вва-

жати, що $\ln(1+t/T) \approx t/T - t^2/2T^2$. Таким чином, відносна помилка визначається з умови $\ln \gamma \approx -t^2/2T^2$. Приймаючи до уваги, що інформаційна спроможність $N = 1/2\gamma$, а ЧКС системи $F_2 = 1/t$, визначаємо

$$F_2 = \frac{1}{T\sqrt{2\ln 2N}}. \quad (11)$$

Порівняємо ЧКС систем заміщення першого та другого порядку. На підставі співвідношень (1) та (11) визначаємо $F_2/F_1 = 0,707\sqrt{\ln 2N}$. Таким чином, при збільшенні інформаційної спроможності збільшується і відношення F_2/F_1 . Приймаючи до уваги, що швидкість передавання інформації $C_i = F \ln N$, приходимо до висновку, що в системі другого порядку вона в F_2/F_1 разів більше, ніж в системі першого порядку. Порівняємо мертві часи систем заміщення, для чого в формулах (1) та (11) приймемо $N = 1$. Тоді для СЗ першого типу другого порядку $\tau_m = T\sqrt{2\ln 2}$, а для СЗ першого типу першого порядку $\tau_m = T \ln 2$.

Будемо передавати через СЗ першого типу другого порядку сигнали, для яких $\gamma_c = 1/2N_c$, а найвище значення частоти дорівнює f_B . Поле сигналів (ПС) описується функцією (2), а площа ПС визначається з умови $S_c = f_B(N_c - 1)$. Імовірність обслуговування ПС визначається на підставі аналізу співвідношення між площами S_0 та S_c по аналогії з рис.1. Розглянемо ситуацію, аналогічну рис.1а, коли $f_B = F_2(1) = 1/T\sqrt{2\ln 2}$. В цьому випадку імовірність обслуговування ПС визначається з умови

$$P_a = \frac{1}{f_B(N_c - 1)} \int_1^{N_c} F_2(N) dN. \quad (12)$$

На підставі співвідношень (11) та (12) визначаємо

$$P_a = \frac{\sqrt{2\ln 2}}{N_c - 1} \int_1^{N_c} \frac{1}{\sqrt{2\ln 2N}} dN. \quad (13)$$

Розглянемо ситуацію, аналогічну рис.1,б. Відповідна імовірність для СЗ першого типу другого порядку

$$P_o = \frac{1}{f_B(N_c - 1)} [f_B(N_1 - 1) + \int_{N_1}^{N_c} \frac{1}{T\sqrt{2\ln 2N}} dN]. \quad (14)$$

Проаналізуємо ситуацію, аналогічну рис.1в.

В даному випадку P_o визначається по формулі (13) при умові, що $f_B > F_2(1)$. Введемо позначення $a = F_2(1)/f_B$. Тоді $P_o = aP_a$.

Висновки

Отримані результати дають можливість визначати імовірність передавання сигналів при заданих спотвореннях та обмеженнях на найвищу час-

тоту, а також забезпечити узгодження систем заміщення. Якщо для СЗ першого порядку $C_1 = F_1 \log_2 N_{10}$, а для СЗ другого порядку $C_2 = F_2 \log_2 N_{20}$, то вони будуть узгоджені при умові $C_1 = C_2$. Це означає, що виконується співвідношення $N_{20} = N_{10}^m$, де параметр m визначається з умови $m = T_2 \sqrt{2 \ln 2 N_{20}} / T_1 \ln 2 N_{10}$. Матеріали статті доповнюють існуючі дані про характеристики систем заміщення першого типу та переводять процедуру аналізу на якісно новий рівень, який забезпечує повну оцінку їх функціональних можливостей.

Література

1. Остапенко Ю.О. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування. К.: Задруга, - 1999.
2. Ацюковский В.А. Построение систем связей комплексов оборудования летательных аппаратов. - М.: Сов. радио, - 1974.

Бичковський В.О., Реутська Ю.Ю.. Функціональні можливості моделей заміщення систем. На підставі використання частотно-квантової спроможності систем заміщення першого типу проаналізована можливість передавання сигналів з обмеженнями на найвищу частоту та рівень спотворень.

Ключові слова: частотно – квантова спроможність, інформаційна спроможність.

Бычковский В.А., Реутская Ю.Ю.. Функциональные возможности моделей замещения систем. На основе использования частотно-квантовой способности систем замещения первого типа проанализирована возможность передачи сигналов с ограничением на наивысшую частоту и уровень искажений.

Ключевые слова: частотно – квантовая способность, информационная способность.

Bychkovsky V.A., Reutskaya J.Y. Functional possibilities of the system's substitute models. On the basis of the use of frequency-quantum ability of the systems of substituting for the first type possibilities of transmission of signals are analysed with a limit on the greatest frequency and level of distortions.

Keywords: frequency-quantum ability, informative ability.

УДК 621.376.4

МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ ШК - ФАКТОРУ В КАНАЛАХ З OFDM

Білоконь О.В., Головін В.А

Сигнали з ортогональним частотним мультиплексуванням (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) використовуються в системах цифрового телебачення і радіомовлення (DVB-T, DAB, DRM) і мережах широкосмугового доступу WiFi, WiMAX. Ця технологія визнана перспективною в системах мобільного і фіксованого широкосмугового безпроводного доступу з використанням методів адаптивної модуляції –QPSK, BPSK, 16QAM, 64QAM. Сигнали OFDM стійкі до багатопроменевої інтерференції. Спектр сигналу OFDM рівномірний і має майже прямокутну фо-