

УДК 004.056

doi:10.20998/2413-4295.2018.26.43

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПРИХОВАНОСТІ ШУМОПОДІБНИХ ТАЙМЕРНИХ СИГНАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

**В. В. КОРЧИНСЬКИЙ, В. Й. КІЛЬДІШЕВ, К. О. ОСАДЧУК, О. М. БЕРДНІКОВ**

кафедра інформаційної безпеки та передачі даних, Одеська національна академія зв'язку ім. О.С.Попова, м.Одеса, УКРАЇНА  
vladkorchin@ukr.net

**АНОТАЦІЯ** Розглянуто особливості формування шумоподібних таймерних сигнальних конструкцій. Запропоновано алгоритм розширення спектра таймерних сигналів. Надано оцінку енергетичної прихованості функціонування радіотехнічних систем на основі прямого розширення спектра. Для оцінки енергетичної прихованості передавання запропоновано застосовувати критерій ефективності, відповідно якому досягається максимальний ефект по маскуванню енергії сигналу на фоні шуму у каналі.

**Ключові слова:** прихованість; таймерний сигнал; спектр; канал; спектр; ефективність.

## INVESTIGATION OF THE ENERGY HIDDENNESS OF NOISE-FREE TIMER SIGNAL STRUCTURES

**V. KORCHYNSKYI, V. KILDISHEV, C. OSADCHUK, O. BERDNIKOV**

The Department of Information Security and Data Transmission, O.S. Popov Odessa national academy of telecommunications, Odessa, UKRAINE

**ABSTRACT** The features of the formation of noise-like timer signals are considered. The estimation of the energy concealment of the functioning of radio engineering systems based on direct spreading of the spectrum is given. To assess the energy secrecy, it is suggested to use the efficiency criterion, according to which the maximum effect is achieved on masking the signal energy against the noise background in the channel.

The use of a variable signal structure makes it difficult to identify its parameters in the event of a message being intercepted by radio engineering intelligence. Therefore, timer coding creates a good premise for developing effective methods for protecting information from unauthorized access at the channel level of the OSI model.

However, the potentially high structural concealment of signals based on timer signal constructions does not solve the problem of energy concealment with narrowband transmission methods. Therefore, a promising solution to this problem is the expansion of the spectrum of timer signal constructions, the study of the appropriate characteristics of transmission and reception of noise signals in conditions of interference.

The purpose of the work is to study the energy concealment of noise-like timer signals.

The results of the research have shown that the probability of distortion of the timer signal structure is influenced by the value of the signal base and the type of modulation. Increasing the efficiency of the bandwidth due to the increase of the multipositional modulation system (FM-8, FM-16) does not give the desired result even at high values of the base. The FM-2 and FM-4 modulation systems are more disturbing.

**Keywords:** secretiveness; timer signal; spectrum; channel; spectrum; efficiency.

### Вступ

Позитивними факторами в розвитку методів підвищення завадозахищеності обумовлюється поява складних видів модуляції [1,2], широкосмугових систем передавання на основі шумоподібних сигналів [3], а також досягненнями сучасної теорії інформації й зв'язку, які орієнтовані на можливість їх практичного застосування. Однак ці досягнення використовуються найчастіше відокремлено друг від друга й не завжди розглядаються в комплексі із задачами по забезпеченню прихованості передавання й завадостійкості. Як правило, такими показниками забезпечуються телекомунікаційні та системи радіозв'язку спеціального призначення (наприклад, військові, комерційні), які повинні ефективно функціонувати в умовах інформаційного конфлікту [4, 5].

За останнє десятиліття були зроблені значні наукові внески в теорію інформації й кодування. Зокрема, поява та розвиток теорії таймерного кодування М.В. Захарченко [1] дало можливість інтегрування завадостійкого кодування [6] та захисту інформації від НСД в одну задачу [7-10].

Варіаційні можливості таймерних сигнальних конструкцій, які є непозиційними, дозволяють створювати на їх основі різні ансамблі передаваних сигналів. Застосування змінної структури сигналу [2,3] ускладнює виявлення його параметрів у випадку перехоплення повідомлення засобами радіотехнічної розвідки. Тому таймерне кодування створює добру передумову при розробці ефективних методів захисту інформації від НСД на каналному рівні моделі OSI [6], тобто підвищення структурної прихованості передаваних сигнальних конструкцій.

Проте потенційно висока структурна прихованість сигналів на основі таймерних сигнальних конструкцій не вирішує проблеми енергетичної прихованості при вузькосмугових методах передавання. Тому перспективним для вирішення цієї проблеми є розширення спектра таймерних сигнальних конструкцій, дослідження відповідних характеристик передавання і прийому шумоподібних сигналів в умовах дії завад.

### Мета роботи

Метою роботи є дослідження енергетичної прихованості шумоподібних таймерних сигналів.

### Метод формування шумоподібних таймерних сигналів

Використання на каналному рівні непозиційних таймерних сигналів [1], а також систем модуляції з питомою швидкістю модуляції  $\gamma_m > 1$  дозволяє істотно збільшити не тільки структурну прихованість сигнальних конструкцій, а також і енергетичну. Тому розробка методів формування широкосмугових шумоподібних сигналів на основі ТСК і псевдовипадкових послідовностей (ПВП) з різними системами модуляції є актуальним завданням. При цьому в алгоритмі синтезу широкосмугових сигналів важливим є узгодження параметрів формування ТСК [9] з особливостями структури ортогональної ПВП та бази  $V_{\text{пвп}}$ . Ортогональні ПВП близькі за своїми властивостями до шумоподібних сигналів, в яких мінімальна тривалість елементарних посилок  $t_q$  набагато менше часу передачі інформаційного елемента  $t_0$ , тобто  $V_{\text{інф}} \gg V_{\text{пвп}}$ . В системі з прямим розширенням спектра інформаційний сигнал  $t_0$  передається послідовністю чіпів тривалістю  $t_q \ll t_0$ .

Базовим елементом для формування ТСК є елемент  $\Delta$ , який в  $s$  разів менше тривалості елементарної посилки  $t_0$ , але в той же час більше  $t_q$ . Такий підхід дозволяє вихідну двійкову інформаційну послідовність передавати бінарної послідовністю ТСК.

Алгоритм прямого розширення спектра і вибір бази послідовності  $B$  заснований на особливостях побудови таймерних сигналів. В якості послідовностей розширення запропоновано використовувати послідовності Уолша. Відомо, що пряме розширення спектра інформаційного позиційного коду здійснюється на кожному інтервалі  $t_0$  за допомогою ПВП. Однак застосувати такий алгоритм розширення спектра до непозиційних кодів не представляється можливим. Пояснюється це тим, що значення моментів модуляції таймерних сигналів, які формуються на інтервалі часу  $T_c = nt_0$  (де  $n$  –

кількість елементарних посилок;  $t_0$  – їх тривалість), кратні ні  $t_0$ , а деякому базовому елементу  $\Delta$  (де  $\Delta = t_0/s$ ;  $s = 1, 2, 3, \dots, l$  – цілі числа). Тому для непозиційних таймерних сигналів буде використовуватися псевдовипадкова послідовність розширення  $B_{\text{ТСК}} = B_{t_0} \times n$  до всієї довжини часового інтервалу  $T_c$  при збереженні тактової частоти в системі зв'язку. Значення  $B_{\text{ТСК}}$  має бути кратним числу  $N_\Delta = s \times n$ , де  $N_\Delta$  – число  $\Delta$  на інтервалі  $T_c$ . Наприклад, якщо  $s = 4$ ,  $n = 4$ ,  $N_\Delta = 16$ , тоді для узгодження структури ТСК і ПВП необхідно, щоб  $B = 32; 64; 128 \dots$ . Коли  $s = 4$ ,  $n = 3$ ,  $N_\Delta = s \times n = 12$ , тоді  $B = 12; 24; 48 \dots$ .

Так як в таймерних сигналах [1] відстань між сигнальними конструкціями визначається величиною  $\Delta < t_0$ , то число реалізацій  $N_p$  ТСК на інтервалі  $T_c$  значно збільшується в порівнянні з розрядно-цифровим кодом. У канал передаються відрізки сигналу тривалістю

$$t_c = t_0 + k\Delta, \quad (1)$$

де  $k = 0, 1, 2, \dots, s \cdot (n - 2)$ .

Як впливає з (1), таймерні сигнали являють собою деякий вид розрядно-цифрових кодів, в яких дозволені для передачі сигнальні конструкції мають не менше  $s$  (де  $s = t_0/\Delta$ ) посліпль передаваних елементів  $\Delta$  одного знака («1» або «-1»). Для заданого значення  $s$  на інтервалі  $n$  одиничних елементів число реалізацій ТСК [105]:

$$N_p = \frac{[(n \cdot s) - [(s - 1) \cdot i]]!}{i! [(n \cdot s) - [(s - 1) \cdot i] - i]!}, \quad (2)$$

де  $i$  – число інформаційних значущих моментів модуляції (ЗММ) в сигналі.

Для сигнальних конструкцій з різною кількістю ЗММ

$$N_p = \sum_{i=1}^n \frac{[(n \cdot s) - [(s - 1) \cdot i]]!}{i! [(n \cdot s) - [(s - 1) \cdot i] - i]!}. \quad (3)$$

Змінюючи параметри  $n$ ,  $s$  та  $i$  можна отримати різні безлічі таймерних сигналів, кожне з яких відрізняється тривалістю, що залежні від значень  $n$ ,  $s$  та  $i$ , тобто структурою сигналу на інтервалі часу  $T_c$ , чим досягається значне підвищення структурної прихованості сигнальних конструкцій [3,4,7].

Вибір множин ТСК, що задовольняють рівнянню якості [1], дозволяє вирішувати завдання по виявленню та виправленню помилок на приймальній

стороні. Як приклад, проаналізуємо формування широкопосмугового ТСК з наступними параметрами:

- 1)  $T = 4t_0$  – тривалість елементарних посилок, на якому здійснюється побудова сигнальної конструкції;
- 2)  $s = 2$  – кількість базових елементів  $\Delta$  на інтервалі  $t_0$ .

Позначимо через  $x_k(t)$  інформаційний сигнал  $k$ -го користувача. Після завадостійкого кодування сигнал  $x_k^{mk}(t)$  перетвориться формувачем ТСК в таймерний код  $x_k^{тск}(t)$ , який далі множиться на ПВП  $s_k(t)$   $k$ -го користувача. Отриманий сигнал

$$b_k(t) = x_k^{тск}(t) \cdot s_k(t) \quad (4)$$

надходить на бінарний фазовий модулятор, на виході якого кожен елемент ПВП перетворюється у фазоманіпульований сигнал

$$s_k(t; b_k) = x_k^{тск}(t) \cdot s_k(t) \cdot \cos(2\pi f_0 t) \quad (5)$$

На рис. 1 показано процес прямого розширення спектра сигнальної конструкції  $x_k^{тск}(t)$  сигнатурою  $s_k(t)$  для одного з індивідуальних каналів. При ФМ-2 одним символом кодується один елемент ПВП, тому питома швидкість модуляції  $\gamma_m = 1$ . Також можуть бути використані і інші ансамблі двомірних сигналів квадратурної амплітудної модуляції КАМ з більш високою щільною упаковкою сигналів, тоді  $\gamma_m > 1$ . Сигнальні конструкції вибираються з ансамблю, що містить  $M_{бл}$  можливих варіантів сигналів.

Маніпуляція розширеної ТСК з тривалістю елементарної послілки  $t_q$  полягає в наступному:

- 1) передавальна двійкова розширена послідовність ТСК розбивається на блоки довжиною  $n_{бл} = \log_2 M_{бл}$  символів  $t_q$ ;
- 2) кількість всіх можливих варіантів таких блоків довжини  $n_{бл}$  має дорівнювати обсягу ансамблю  $M_{бл} = 2^{n_{бл}}$ ;
- 3) кожному сигналу з ансамблю системи модуляції ставиться у відповідність блок двійкових елементів  $t_q$ .

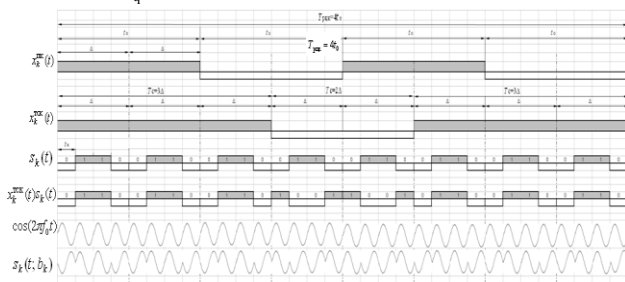


Рис. 1 – Процес прямого розширення спектра сигнальної конструкції  $x_k^{тск}(t)$  сигнатурою  $s_k(t)$

Слід зазначити, що вибір модуляційного коду залежить від конфігурації ансамблю сигналів і властивостей завад, що діють в каналі з багатопозиційними сигналами. При демодуляції багатопозиційних сигналів на виході каналу з гаусівськими завадами найбільш ймовірними є помилки «переходів» сигналів, що розташовані один від одного на мінімальній відстані Евкліда.

Таймерні сигнали мають можливість виявляти та виправляти помилки, які засновані на контролі величини зсуву фронтів в межах інтервалу  $l_{см} = \pm(1 \dots 2)\Delta$ , а часовий інтервал  $\Delta$  в свою чергу при розширенні спектра вузькосмугового сигналу замінюється ділянками ПВП, тобто

$$\Delta = l_{\Delta} t_q, \quad (6)$$

де  $l_{\Delta}$  – кількість елементарних посилок тривалістю  $t_q$ , які заповнюють інтервал часу  $\Delta$ . Тому очевидно, що коригувальна здатність ТСК буде залежати від частоти заповнення часового інтервалу  $\Delta$  елементами ПВП  $t_q$ .

#### Дослідження енергетичної прихованості шумоподібних таймерних сигналів

Під критерієм ефективності енергетичної прихованості вважатимемо мінімальне співвідношення сигнал/шум, при якому забезпечується задана достовірність передавання інформації. При порівняльному аналізі методів передавання будемо вважати, що найбільшою енергетичною прихованістю має той метод, який при заданій достовірності забезпечує мінімальне співвідношення сигнал/шум. Зрозуміло, що при співвідношенні сигнал/шум  $h^2 \leq 1$  може бути досягнутий максимальний ефект щодо забезпечення енергетичної прихованості, що можливо при використанні широкопосмугових шумоподібних сигналів.

Для завдання дослідження розглянуто шумоподібний сигнал, який синтезовано на основі розширення спектра ТСК за допомогою псевдовипадкових послідовностей Уолша. Для узгодження структури розширеного дискретного сигналу запропоновано використовувати різні варіанти модуляції ФМ-2, ФМ-4, ФМ-8 та ФМ-16. Моделювання процесу передавання здійснювалося для гаусівського каналу з визначенням ймовірності помилкового елемента розширеної послідовності в залежності від різних значень  $h^2$  і  $B$ :

$$p_0 = 0,5 - \Phi_0(\sqrt{2}h), \quad (7)$$

де  $\Phi_0(z)$  – інтеграл ймовірності. За допомогою кореляційного приймача здійснювалося звуження

спектра шумоподобного сигналу і відновлення тривалості імпульсів ТСК. Залежності ймовірності спотворення форми таймерних сигналів  $P_{\text{ПТСК}}(n=7)$

от  $h = \sqrt{E_6/N_0}$  і  $B$  представлено на рис. 2.

Результати досліджень показали, що на ймовірність  $P_{\text{ПТСК}}(n=7)$  впливає значення  $B$  та вид модуляції. Підвищення ефективності смуги пропускання за рахунок збільшення багатопозиційності системи модуляції (ФМ-8, ФМ-16) не дає бажаного результату навіть при великих значеннях бази. Більш завадостійкими є системи модуляції ФМ-2 та ФМ-4, які мають практично однакові результати значень  $P_{\text{ПТСК}}(n=7)$ . Проте частотна ефективність каналу при ФМ-4 у порівнянні з ФМ-2 більше в два рази.

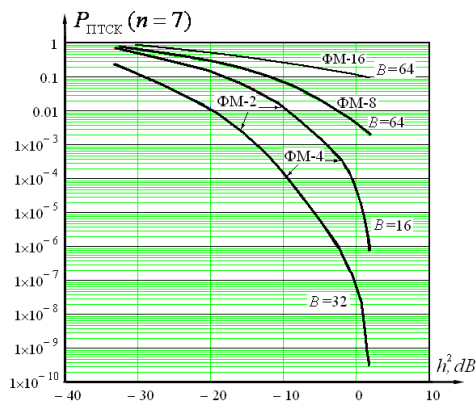


Рис. 2 – Залежності ймовірності спотворення ТСК, що побудовані на інтервалі  $n=7$ , від  $B$  та  $h^2$

## Висновки

Застосування шумоподібних ТСК у каналі з гаусівським шумом показали можливість відновлення форми сигналів при застосуванні систем модуляції ФМ-2 та ФМ-4. При  $B=16$  та ФМ-2 забезпечується при відношенні сигнал/шум 0 дБ ймовірність  $P_{\text{ПТСК}}(n=7)=10^{-4}$ . Збільшення бази сигналу ( $B=32$ ) дозволяє зменшити ймовірність  $P_{\text{ПТСК}}=10^{-7}$  на три порядки при відношенні сигнал шум -10 дБ. Таким чином доведено, що застосування шумоподібних таймерних сигналів забезпечує енергетичну прихованість.

## Список літератури

1. **Захарченко, М. В.** Системи передавання даних. Том 1. Завадостійке кодування / **Захарченко М. В.** – Одеса: Фенікс, 2009. – 447 с.
2. **Skopa, O. O.** Management of Relative Effective Transmission Rate in Packet Switching Networks / **O. O. Skopa, V. V. Korchinsky** // *Proceedings of the International Conference TCSET'2002*, Lviv-Slavsko. – 18-23 February 2002. – 2 p.

3. **Semenko, A.** Forming of wideband signal by means of its modulation with pseudo-random sequence created on the basis of a chaotic determined signal / **A. Semenko, N. Bokla, N. Kushnir, G. Kosovan** // *The Second International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics UkrMiCo'2017*. – 2017.
4. **Захарченко, Н. В.** Оценка информационной скрытности таймерных сигнальных конструкций в системах передачи конфиденциальной информации / **Н. В. Захарченко, В. В. Корчинский, Б. К. Радзимовский** // *Збірник наукових праць ОНАЗ ім.О.С.Попова*. – 2011. – № 1. – С. 3–8.
5. **Корчинский, В. В.** Повышение скрытности передачи на основе псевдослучайной перестройки рабочей частоты и таймерных сигналов / **В. В. Корчинский** // *Вестник НТУ «ХПИ»*. Харьков: ХПИ, 2012. – № 66 (972). – С.63-67.
6. **Zakharchenko, N. V.** Assessing the Impact of the Noise on the Throughput Communication Channel with Timing Signals / **N. V. Zakharchenko, V. V. Korchinskiy, B. K. Radzimovskiy, D. N. Bektursunov, Y. S. Gorokhov** // *Eastern European Scientific Journal: AURIS Kommunikations- und Verlagsgesellschaft mbH*. – Düsseldorf. – Germany. – 2015. – № 4. – P. 209-214. – doi: 10.12851/EESJ201508C05ART07.
7. **Zakharchenko, M.** Integrated methods of information security in telecommunication systems / **M. Zakharchenko, V. Korchynskii, V. Kildishev** // *2017 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo'2017)*, IEEE Xplore Digital Library. 11 – 15 September 2017. – V. 1. – P. 78–81. – doi: 10.1109/UkrMiCo.2017.8095428.
8. **Baranovsky, O.** Quantum Method of Secure Key Distribution in Optical Fiber Communication Lines / **O. Baranovsky, O. Gorbadey, A. Zenevich, Ye. Vasiliu** // *2017 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo'2017)*, IEEE Xplore Digital Library. – doi: 10.1109/UkrMiCo.2017.8095366.
9. **Dmitrieva, I.** Numerical implementation of electrodynamic process in the flat guided structure / **I. Dmitrieva, N. Balan** // *Odessa National Academy Of Telecommunications (Onat). Econophysics, New Economy & Complexity International Conference*, Enec 2017, Bucharest. – 25 – 27 May 2017.
10. **Baytalsky, V.** Triple-Protocol – A New Direction of Elliptic-Curve Cryptography / **V. Baytalsky** // *Journal of Advances in Mathematics and Computer Science*. – 2017. – Vol. 25, Issue 4. – P. 1-10. – doi: 10.9734/JAMCS/2017/37301.

## Bibliography (transliterated)

1. **Zaharchenko, M. V.** Sistemi peredavannya danih. Tom 1. Zavadostlyke koduvannya. – Odesa: FenIks, 2009. – 447 s.
2. **Skopa, O. O., Korchinsky, V. V.** Management of Relative Effective Transmission Rate in Packet Switching Networks. *Proceedings of the International Conference TCSET'2002*, Lviv-Slavsko, 18-23 February 2002, 2.
3. **Semenko, A., Bokla, N., Kushnir, N., Kosovan, G.** Forming of wideband signal by means of its modulation with pseudo-random sequence created on the basis of a chaotic determined signal. *The Second International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics UkrMiCo'2017*, 2017.

4. **Zaharchenko, N. V., Korchinskiy, V. V., Radzimovskiy, B. K.** Otsenka informatsionnoy skryitnosti taymernykh signalnykh konstruktsey v sistemakh peredachi konfidentsialnoy informatsii. *ZbIrnik naukovih prats ONAZ Im.O.S.Popova*, 2011, **1**, 3–8.
5. **Korchinskiy, V. V.** Povyshenie skryitnosti peredachi na osnove psevdosluchaynoy perestroyki rabochey chastoty i taymernykh signalov. *Vestnik NTU «HPI»*. Harkov: HPI, 2012, **66** (972), 63-67.
6. **Zakharchenko, N. V., Korchinskiy, V. V., Radzimovskiy, B. K., Bektursunov, D. N., Gorokhov, Y. S.** Assessing the Impact of the Noise on the Throughput Communication Channel with Timing Signals. *Eastern European Scientific Journal: AURIS Kommunikations- und Verlagsgesellschaft mbH*, Düsseldorf, Germany, 2015, **4**, 209-214, doi: 10.12851/EESJ201508C05ART07.
7. **Zakharchenko, M., Korchynskii, V., Kildishev, V.** Integrated methods of information security in telecommunication systems. *2017 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo'2017)*, IEEE Xplore Digital Library, 11 – 15 September 2017, **1**, 78–81, doi: 10.1109/UkrMiCo.2017.8095428.
8. **Baranovsky, O., Gorbadey, O., Zenevich, A., Vasiliu, Ye.** Quantum Method of Secure Key Distribution in Optical Fiber Communication Lines. *2017 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo'2017)*, IEEE Xplore Digital Library. – doi: 10.1109/UkrMiCo.2017.8095366.
9. **Dmitrieva, I., Balan, N.** Numerical implementation of electrodynamic process in the flat guided structure. *Odessa National Academy Of Telecommunications (Onat). Econophysics, New Economy & Complexity International Conference*, Enec 2017, Bucharest, 25 – 27 May 2017.
10. **Baytalskiy, V.** Triple-Protocol – A New Direction of Elliptic-Curve Cryptography. *Journal of Advances in Mathematics and Computer Science*, 2017, **25**, 4, 1-10, doi: 10.9734/JAMCS/2017/37301.

#### Сведения об авторах (About authors)

**Корчинський Володимир Вікторович** – доктор технічних наук, доцент, Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, доцент кафедри інформаційної безпеки та передачі даних, м. Одеса, Україна; vladkorchin@ukr.net.

**Volodymyr Korchynskiy** – Scientific Degree of Doctor of Technical Sciences Scientific, Docent, the Department of Information Security and Data Transmission, O.S. Popov Odessa national academy of telecommunications, 1 Kovalska St., Odessa 65029, Ukraine; e-mail: vladkorchin@ukr.net.

**Кільдишев Віталій Йосипович** – кандидат технічних наук, доцент, Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, доцент кафедри інформаційної безпеки та передачі даних, м. Одеса, Україна; kildishev@ukr.net.

**Vitaliy Kildishev** – Scientific Degree (Ph. D.), Docent, the Department of Information Security and Data Transmission, O.S. Popov Odessa national academy of telecommunications, 1 Kovalska St., Odessa 65029, Ukraine; e-mail: kildishev@ukr.net.

**Осадчук Катерина Олександрівна** – Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, старший викладач кафедри інформаційної безпеки та передачі даних, м. Одеса, Україна; osadchuk.katya25@gmail.com.

**Catherine Osadchuk** – Senior Lecturer, the Department of Information Security and Data Transmission, O.S. Popov Odessa national academy of telecommunications, 1 Kovalska St., Odessa 65029, Ukraine; e-mail: osadchuk.katya25@gmail.com.

**Бердніков Олександр Михайлович** – Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, аспірант кафедри інформаційної безпеки та передачі даних, м. Одеса, Україна; berdnikov2000@gmail.com.

**Olexander Berdnikov** – graduate student, the Department of Information Security and Data Transmission, O.S. Popov Odessa national academy of telecommunications, 1 Kovalska St., Odessa 65029, Ukraine; e-mail: berdnikov2000@gmail.com.

*Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Корчинський, В. В.** Дослідження енергетичної прихованості шумоподібних таймерних сигнальних конструкцій / **В. В. Корчинський, В. Й. Кільдишев, К. О. Осадчук, О. М. Бердніков** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 26 (1302). – Т. 2. – С. 126-130. – doi:10.20998/2413-4295.2018.26.43.

*Please cite this article as:*

**Korchynski, V., Kildishev, V., Osadchuk, K., Berdnikov, O.** Investigation of the energy hiddenness of noise-free timer signal structures. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, **26** (1302), 2, 126-130, doi:10.20998/2413-4295.2018.26.43.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Корчинский, В. В.** Исследование энергетической скрытности шумоподобных таймерных сигнальных конструкций / **В. В. Корчинский, В. Й. Кильдишев, Е. А. Осадчук, А. М. Бердников** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 26 (1302). – Т. 2. – С. 126-130. – doi:10.20998/2413-4295.2018.26.43.

**АННОТАЦІЯ** Рассмотрены особенности формирования шумоподобных таймерных сигнальных конструкций. Предложен алгоритм расширения спектра таймерных сигналов. Дана оценка энергетической скрытности функционирования радиотехнических систем на основе прямого расширения спектра. Для оценки энергетической скрытности передачи предложено использовать критерий эффективности, согласно которому достигается максимальный эффект по маскировке энергии сигнала на фоне шума в канале.

**Ключевые слова:** скрытность; таймерный сигнал; спектр; канал; спектр; эффективность.

Поступила (received) 28.06.2018