

УДК 681.327:537.53

**Володимир Михайлович ПЕРІГ,**  
*кандидат технічних наук, доцент кафедри міжнародних економічних відносин та міжнародної інформації Тернопільського національного економічного університету*

## **ОКРЕМІ ПИТАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЗАХИЩЕНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІД ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ**

*У статті автор проводить аналіз науково-методичного забезпечення, яке може застосовуватись для оцінки електромагнітної захищеності елементів телекомунікаційних систем від витoku інформації. Запропоновано теоретичний опис спектра потужності випроміненого сигналу в мережах 100Base-TX, які використовуються в програмно-технічних комплексах Державної прикордонної служби України. За результатами досліджень рекомендовано замінити в цих мережах кабель UTP на STP.*

**Ключові слова:** електромагнітна захищеність, витік інформації, телекомунікаційна система.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Сучасний етап розвитку Державної прикордонної служби України характеризується підвищеними темпами розвитку засобів і способів автоматизованої обробки інформації та використання їх при охороні державного кордону. З метою підвищення ефективності вирішення широкого спектра завдань з охорони державного кордону за-

© Періг В. М.

раз активно використовуються інформаційно-телекомунікаційні системи (ІТС), основою для функціонування яких є телекомунікаційні системи (ТКС). Однак широке використання в оперативнo-службовій діяльності Державної прикордонної служби України сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій гостро ставить питання захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах. Питання захисту інформації в ІТС є достатньо складним і включає в себе багато різних аспектів, одним з яких є технічний захист інформації від витоку за рахунок побічних електромагнітних випромінювань [1]. Існуючі нормативні підходи до оцінки такої захищеності компонент ІТС ґрунтуються на оцінці співвідношення сигналу до шуму [1]. Використання в сучасних програмно-технічних комплексах сучасних мережних технологій, зокрема Fast Ethernet, робить важливим оцінку рівня побічних електромагнітних випромінювань на основі визначеного в нормативних документах показника. Необхідність таких досліджень для мереж, які використовуються в програмно-технічних комплексах (ПТК) ДПСУ, робить актуальною дану роботу.

**Метою** даного дослідження є оцінка рівня побічних електромагнітних випромінювань мереж ПТК ДПСУ.

**Виклад основних результатів дослідження.** Аналіз будови ПТК “Гарт-1/П” та “Гарт-3/П” дозволяє зробити висновок про те, що найбільш поширеною мережною технологією, яка використовується при побудові телекомунікаційної складової цих ПТК на фізичному та каналному рівнях, є Fast Ethernet 100Base-TX. Відповідно до цього стандарту [2] сигнали, які розповсюджуються в кабелі, представлені симетричними трапецієподібними імпульсами, які мають визначені параметри відповідно до кодування MLT-3 (рис. 1).

Відповідно до рис. 1 імпульси випромінювання відповідати-муть змінам рівня сигналів в коді MLT-3. Ці імпульси є біполярними з однаковою амплітудою довжиною  $\Delta$  та періодом  $\tau$ . Стрибок рівня сигналу, який відповідає “одиниці”, спричинює випромінювання сигналу в навколишнє середовище. Пауза ж між випромінюваннями відповідає “нулю”. Позначимо число імпульсів за період

повторення у кодї MLT-3 як  $n$ , мінімальний час між імпульсами, які випромінюються,  $m$ . Отже, період послідовності випромінених імпульсів дорівнюватиме  $m \cdot \tau$ . Якщо позначити енергію одного випроміненого імпульсу  $E$ , то протягом одного періоду буде випромінена енергія  $n \cdot E$ . Відповідно до цього середня потужність сигналу складатиме

$$\overline{W} = \frac{nE}{m\tau} . \quad (1)$$

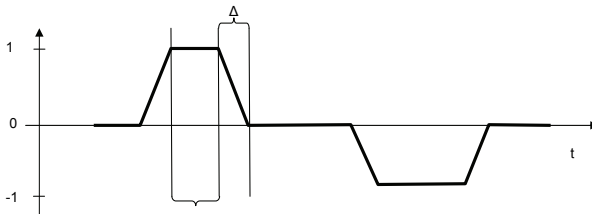


Рис 1. Кодування MLT-3

Енергія одного розряду відповідає енергії одного імпульсу. У випадку повторення попередніх бітів у формулі (1)  $n$  означатиме кількість ненульових імпульсів коду.

Проведемо оцінку спектра випроміненого кабелем сигналу. Відповідно до [3] спектр потужності сигналу  $S_w$  визначається з використанням автокореляційної функції

$$S_w = w \left( \frac{c_0^2}{4} \delta(\nu) + \frac{1}{4} \sum_{k=1}^{\infty} c_k^2 \delta(\nu - k\nu_0) \right) , \quad (2)$$

де  $w$  – коефіцієнт пропорційності між квадратом амплітуди і потужністю імпульсу;  $c_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$ ,  $a_k$  і  $b_k$  – коефіцієнти Фур'є розподілу періодичних сигналів;  $\delta$  – дельта функції Дірака.

Для мережного адаптера 100 Base-TX  $\tau = 8$  нс. Відповідно до цього коефіцієнти ряду Фур'є, які відповідають парним гармонікам спектра (для частот 125, 250, 375, 500 ... МГц), дорівнюють нулю. Дискретні гармоніки, які мають ненульову амплітуду, розташовані в частотному діапазоні достатньо щільно. Слід відмітити, що дослі-

дження показують незмінність загальної форми спектра випромінених сигналів при накладанні різних за фазою сигналів, додавання сигналів, випромінених різними частинами кабелю. На результуючий спектр впливає лише форма імпульсів за наявності частотної дисперсії. Якщо є можливість вимірювання і корегування функціональної залежності для частотної дисперсії, це можливо використати для корегування випромінюваного спектра.

Слід відмітити, що реальний спектр сигналів, на відміну від модельного (отриманого теоретично), є не дискретним, а неперервним. На рис. 2 видно, який відсоток енергії сигналу зосереджено до визначеної по осі абсцис частоти. З графіка на рис. 2 випливає, що спектр випромінювання містить значно більш високі частоти, у порівнянні зі спектром сигналів, які поширюються в кабелі. У той час, коли 99 % енергії сигналу в кабелі зосереджено в частотному діапазоні до 109 МГц, для випроміненого сигналу 99 % енергії міститься в області до 721 МГц.

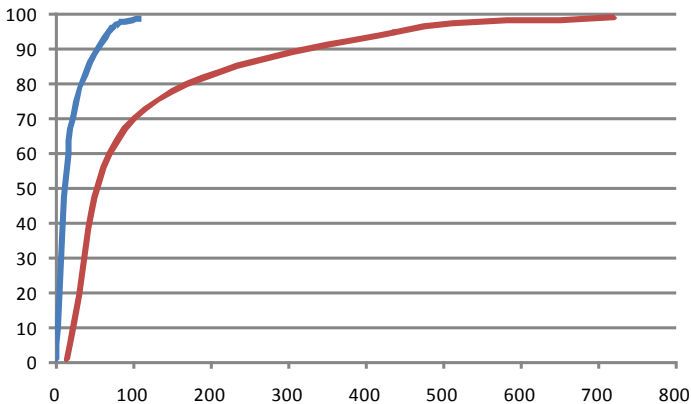


Рис 2. Частотний розподіл енергії сигналу

Тому для суттєвого зменшення рівня випромінювання сигналів доцільно використовувати замість неекранованого кабелю UTP екранований кабель “звита пара” STP [4] (рис. 3).

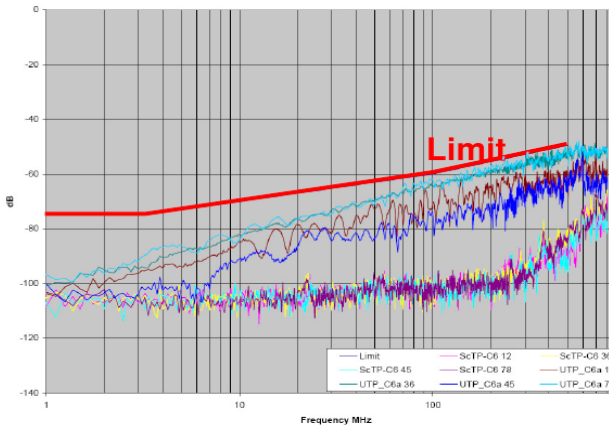


Рис 3. Рівень “наведеного” сигналу при використанні різних кабелів

**Висновки.** Запропонований підхід до визначення енергії одного двійкового розряду та відношення сигнал/шум мереж Fast Ethernet відповідно до стандарту 100Base-TX дозволяє проводити оцінку електромагнітної захищеності від витoku інформації програмно-технічних комплексів ДПСУ, в яких використовуються ці мережі. З метою підвищення рівня захисту інформаційно-телекомунікаційних систем від витoku інформації доцільно проводити заміну кабелю UTP на STP.

### Список використаної літератури

1. Грайворонський М. В. Безпека інформаційно-комунікаційних систем / М. В. Грайворонський, О. М. Новіков. – К. : Видавнична група ВНУ, 2009. – 608 с. : іл.
2. Особенности физического уровня стандарта Fast Ethernet 100Base-TX / М. А. Булаев, К. Ю. Бурлаков, К. В. Демин та ін. // Защита информации. Конфидент. – 2002. – № 4–5. – С. 40.
3. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей / под ред. В. Н. Гордиенко и А. Д. Крухмалева. – М. : Горячая линия. – Телеком, 2004. – 510 с.

4. Смирнов И. Г. УТР или STP? / И. Г. Смирнов // Сети и системы связи. – 1997. – № 6. – С. 28–32.

*Рецензент – доктор технічних наук, професор Катеринчук І. С.*

*Стаття надійшла до редакції 27.11.2014.*

**Перог В. М. Отдельные вопросы электромагнитной защищенности элементов телекоммуникационных систем от утечки информации**

В статье автор проводит анализ научно-методического обеспечения, которое может применяться для оценки электромагнитной защищенности элементов телекоммуникационных систем от утечки информации. Предложено теоретическое описание спектра мощности излученного сигнала в сетях 100Base-TX, которые используются в программно-технических комплексах Государственной пограничной службы Украины. По результатам исследований рекомендовано заменить в этих сетях кабель UTP на STP.

**Ключевые слова:** электромагнитная защищенность, утечка информации, телекоммуникационная система.

**Perig V. M. Some questions security electromagnetic leaks of elements telecommunication systems**

In order to improve the efficiency of solving a wide range of problems of state border protection information-telecommunication systems are widely used. Their basis is a telecommunication systems. The use in the operational activities of the State Border Guard Service of Ukraine of modern information and communication technologies puts the task the protection of information in information and telecommunication systems. One of the main tasks you want to solve is a technical protection of information because of adverse electromagnetic radiation. The use in modern software and hardware complex modern network technologies, including Fast Ethernet, makes an important assessment of adverse electromagnetic radiation on the basis of certain parameters in the regulations. The need for such research networks, which are used in software

and hardware complexes of State Border Guard Service of Ukraine increases the importance of this work.

The analysis of the structure of software and hardware complex of the State Border Guard Service of Ukraine was made. The most common network technology used in the construction of telecommunications component of software and hardware complex at the physical and data link layer is Fast Ethernet 100Base-TX. Signals in the cable networks are symmetric trapezoidal pulses. Pulse parameters are described in MLT-3 encoding.

This article describes the emission spectrum in using network technology. The spectrum of the signal strength was determined in using the autocorrelation function. Discrete harmonic having a non-zero amplitude in the frequency band are tightly connected. The form of signals in cable depends of the resulting emission spectrum.

It was determined that 99 percent of the energy in the signal cables are concentrated to 109 MHz. For a radiated signal 99 percent of the energy is concentrated in the 721 MHz. The use of the unshielded cable leads to the rise of the level of an electromagnetic radiation.

In order to reduce a harmful radiation signals they propose to use STP instead of UTP unshielded cable shielded cable.

**Keywords:** *electromagnetic protection, leak, telecommunication system.*