

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ОБМІНУ ДАНИМИ В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ ПРИ РІЗНИХ ЗАСОБАХ УПРАВЛІННЯ ОБМІНОМ НА ОСНОВІ ПРОТОКОЛУ FRAME RELAY

Проводиться аналіз загального показника ефективності обміну даними в комп'ютерній мережі при різних методах управління на основі глобального каналного протоколу Frame Relay, у каналах без пам'яті та з пам'яттю і порівняння даного дослідження з результатами дослідження на основі протоколу X.25.

показник ефективності обміну даними, протокол Frame Relay, комп'ютерна мережа

### Постановка проблеми у загальному вигляді та аналіз літератури

У наш час сучасні мережеві технології стрімко розвиваються та обчислювальні можливості дозволяють збільшити обсяги даних, що надходять. Саме тому необхідно розробити інтегровані механізми, які забезпечують безпеку і достовірність переданої і оброблюваної інформації в протоколах обміну даними комп'ютерних мереж (КМ).

Серед протоколів комп'ютерних мереж широке поширення отримала технологія Frame Relay, яка дозволяє реалізувати переваги пакетної комутації на швидкісних лініях зв'язку. Frame Relay був створений в якості заміни протоколу X.25 і полягає в тому, що в ній виключена корекція помилок між вузлами мережі [1 - 3].

Оцінка ефективності обміну даними в комп'ютерній мережі характеризується приватними показниками комп'ютерних систем і систем зв'язку [4 - 5]. У роботі [6] запропоновано загальний показник ефективності обміну даними. В статті [7] досліджується ефективність обміну даними в комп'ютерній мережі при різних засобах управління обміном на основі протоколу X.25.

Метою даної статті є дослідження узагальненого показника на основі протоколу Frame Relay і його порівняння з результатами дослідження ефективності обміну даними на основі протоколу X.25.

### Оцінка показника функціональної ефективності комп'ютерної мережі при різних методах управління обміном даними в КС на основі протоколу Frame Relay, в каналах без пам'яті.

Існує чотири способи управління обміном даними для підвищення значення показника функціональної ефективності комп'ютерної мережі:

без зворотного зв'язку з виправленням  $t$ -кратних помилок;

без зворотного зв'язку з виявленням  $\gamma$ -кратних помилок;

з вирішальним зворотним зв'язком і безперервною передачею кадрів (ВЗЗБп) "Повернення-на-N";

з вирішальним зворотним зв'язком і позитивною квитанцією (ВЗЗПК).

Стратегія  $u_1$ . Значення показника ефективності комп'ютерних мереж, що використовують циклічні коди в режимі виявлення помилок визначається за формулою [1 - 5]:

$$W_{\text{К1}} \approx \frac{n^{(u_1)} - t^{(u_1)}}{n^{(u_1)}} \cdot \frac{B^{(u_1)} - \Psi^{(u_1)}}{B^{(u_1)}} \cdot P_{\text{прп}}^{(u_1)}, \quad (1)$$

Стратегія  $u_2$ . Значення показника ефективності комп'ютерних мереж без зворотного зв'язку при виправленні  $t$ -кратної помилки циклічним кодом визначається за формулою [1 - 5]:

$$W_{\text{К2}} \approx \frac{n^{(u_2)} - t^{(u_2)}}{n^{(u_2)}} \cdot \frac{B^{(u_2)} - \Psi^{(u_2)}}{B^{(u_2)}} \cdot P_{\text{прп}}^{(u_2)}, \quad (2)$$

Стратегія  $u_3$ . Значення показника ефективності комп'ютерних мереж з вирішальним зворотним зв'язком і безперервною передачею кадрів "Повернення-на-N" визначається за формулою [1 - 5]:

$$W_{\text{К3}} \approx \frac{n^{(u_3)} - t^{(u_3)}}{n^{(u_3)}} \cdot \frac{B^{(u_3)} - \Psi^{(u_3)}}{B^{(u_3)}} \cdot P_{\text{прп}}^{(u_3)}, \quad (3)$$

Стратегія  $u_4$ . Значення показника ефективності комп'ютерних мереж з вирішальним зворотним зв'язком і позитивною квитанцією визначається за формулою [1 - 5]:

$$W_{\text{К4}} \approx \frac{n^{(u_4)} - t^{(u_4)}}{n^{(u_4)}} \cdot \frac{B^{(u_4)} - \Psi^{(u_4)}}{B^{(u_4)}} \cdot P_{\text{прп}}^{(u_4)}, \quad (4)$$

де:  $n$  - довжина інформаційного кадру  $n$  (при розрахунках значення вибиралося виходячи зі стандартних довжин кадрів стека протоколів Frame Relay) [1 - 3];

$s$  - довжина квитанції  $s$  (для систем зі зворотним зв'язком, відповідає стандартним довжинам службових кадрів Frame Relay);

$C$  - пропускна здатність каналу передачі даних;

$L$  - довжина лінії зв'язку;  
 $V_p$  - швидкість поширення сигналу в середовищі;  
 $t_{ш}$  - час шифрування I-кадру;  
 $t_{рш}$  - час розшифрування I-кадру;  
 $g$  - число виявлених помилок;

$P_0$  - ймовірність помилки біта, є характеристикою достовірності передачі інформації, змінюється в межах від  $10^{-6}$  до  $10^{-8}$ .

У результаті дослідження комп'ютерних мереж, вихідними даними також виступали наступні параметри:

необхідна ймовірність доставки пакета  $P_{тр}$  (при розрахунках використовувалося  $P_{тр} = 0,95$ );

розмір вікна  $Z$  (використовується для систем з ВЗЗСбп "Повернення-на-N", в протоколі Frame Relay може змінюватися в діапазоні від 1 до 7) [4];

кратність виявляються помилок  $g$  (використовується для систем з виявленням помилок);

кратність виправляються помилок  $t$  (використовується для систем з виправленням помилок);

задана ймовірність доставки пакета  $P_3$  (використовується для систем з ВЗЗпк).

У результаті дослідження оцінки показника функціональної ефективності мережі при різних методах управління обміном даними на основі протоколу Frame Relay, в каналах без пам'яті, була виявлена залежність між отриманими значеннями показника ефективності комп'ютерної мережі  $W$  і змінами ймовірності бітових помилок  $P_0$ .

Для побудови даного графіка були використані наступні дані:  $L = 1000$  км;  $s = 32$ ;  $V_p = 3 \cdot 10^8$  м/с;  $C = 56000$  бит/с;  $r = 16$ ;  $n_1 = 4056$ ;  $n_2 = 51$ ;  $Z = 6$ ;  $P_3 = 0,95$ ;  $t = 8$ ;  $t_{ш_1} = 0,01$  с;  $t_{рш_1} = 0,01$  с;  $t_{ш_2} = 100$  с;  $t_{рш_2} = 100$  с;  $B_1 = 10^{24}$ ,  $B_2 = 10^{30}$ ;  $\Psi = 10^{15}$ ;  $P_0 = 0,0000001$ .

Результати дослідження наведені на рис. 1.

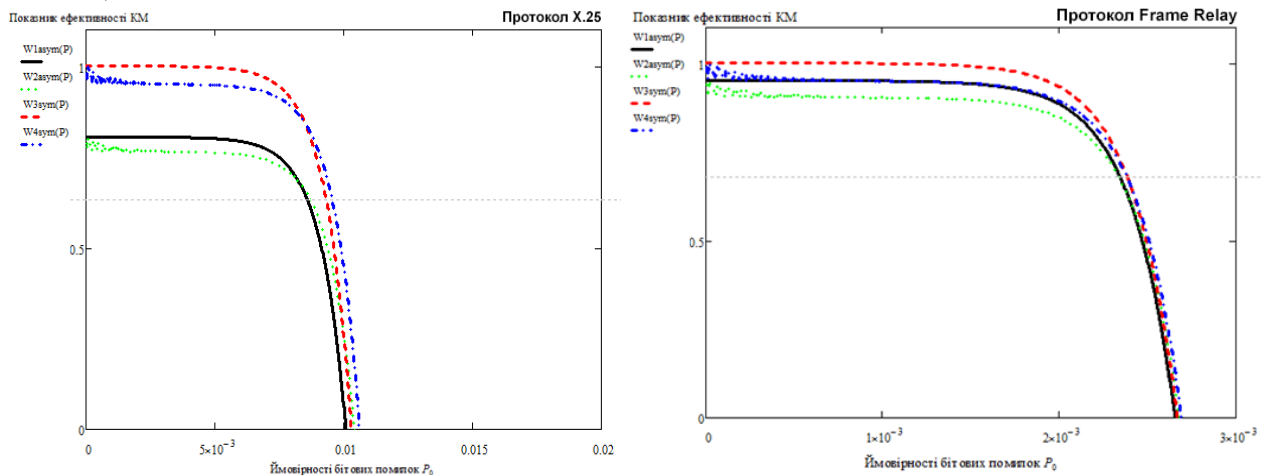


Рис. 1. Залежність між показником ефективності комп'ютерної мережі  $W$  і зміною ймовірності бітових помилок  $P_0$  (на основі протоколу X.25 та Frame Relay)

де:

$W1asym(P)$  - Повернення-на-N (асиметричне шифрування);

$W2asym(P)$  - Састре (з вирішальною зворотним зв'язком і позитивною квитанцією) (асиметричне шифрування);

$W3asym(P)$  - Повернення-на-N (симетричне шифрування);

$W4asym(P)$  - Састре (з вирішальним зворотним зв'язком і позитивною квитанцією) (симетричне шифрування).

Згідно з отриманими результатами можна зробити висновок, що найбільш ефективним протоколом управління обміну даними на основі Frame Relay є протокол з вирішальною зворотним зв'язком і безперервною передачею кадрів "Повернення-на-N". Найбільш низький показник ефективності спостерігається у протоколу з вирішальним зворотним зв'язком и позитивною

квитанцією. Протоколи, які використовують циклічні коди в режимі виявлення помилок і протоколи з вирішальним зворотним зв'язком і позитивною квитанцією є практично однаковими за показниками ефективності комп'ютерної мережі. Всі досліджувані протоколи забезпечують необхідну ефективність при використанні каналів з  $P_0$  від  $2 \cdot 10^{-3}$  до  $3 \cdot 10^{-3}$ .

#### Оцінка показника функціональної ефективності комп'ютерної мережі при різних методах управління обміном даними в КС на основі Frame Relay, в каналах з пам'яттю.

Для обліку статистичних властивостей послідовностей помилок в реальних каналах зв'язку розглянемо модель каналу з пам'яттю.

При розрахунках замість ймовірності помилки біта  $P_0$  задаємо наступні параметри:

- $P_n$  - ймовірність виникнення пакета помилок;
- $P_e$  - ймовірність помилки усередині пакета;

-  $m \ln$  - математичне очікування довжини пакета помилок;

-  $\sigma \ln$  - середньоквадратичне відхилення довжини пакета помилок.

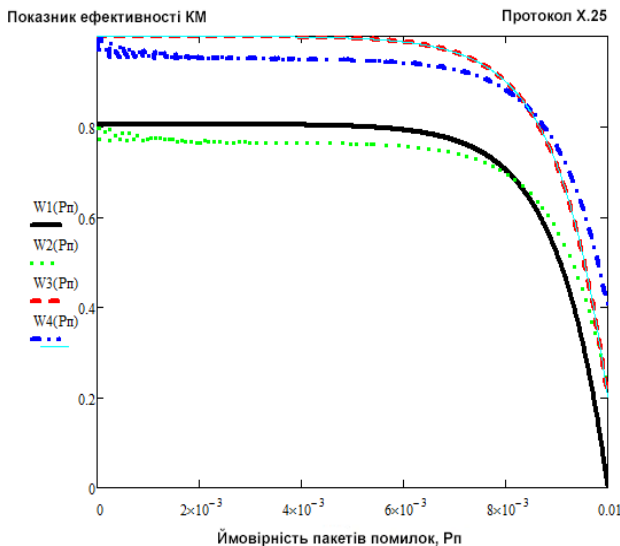
Стратегія ( $u_1$ ). Значення показника ефективності комп'ютерних мереж, які використовують циклічні коди в режимі виявлення помилок визначається за формулою [1 - 5]:

$$W_{\text{К1}} \approx \frac{n^{(u_1)} - t^{(u_1)}}{n^{(u_1)}} \cdot \frac{B^{(u_1)} - \Psi^{(u_1)}}{B^{(u_1)}} \cdot P_{\text{прп}}^{(u_1)}, \quad (5)$$

Стратегія ( $u_2$ ). Значення показника ефективності комп'ютерних мереж без зворотного зв'язку при виправленні  $t$ -кратної помилки циклічним кодом визначається за формулою [1 - 5]:

$$W_{\text{К2}} \approx \frac{n^{(u_2)} - t^{(u_2)}}{n^{(u_2)}} \cdot \frac{B^{(u_2)} - \Psi^{(u_2)}}{B^{(u_2)}} \cdot P_{\text{прп}}^{(u_2)}, \quad (6)$$

Стратегія ( $u_3$ ). Значення показника ефективності комп'ютерних мереж з вирішальним зворотним зв'язком і безперервною передачею кадрів "Повернення-на-N" визначається за формулою [1 - 5]:



$$W_{\text{К3}} \approx \frac{n^{(u_3)} - t^{(u_3)}}{n^{(u_3)}} \cdot \frac{B^{(u_3)} - \Psi^{(u_3)}}{B^{(u_3)}} \cdot P_{\text{прп}}^{(u_3)}, \quad (7)$$

Стратегія ( $u_4$ ). Значення показника ефективності комп'ютерних мереж з вирішальним зворотним зв'язком і позитивною квитанцією кадрів визначається за формулою [1 - 5]:

$$W_{\text{К4}} \approx \frac{n^{(u_4)} - t^{(u_4)}}{n^{(u_4)}} \cdot \frac{B^{(u_4)} - \Psi^{(u_4)}}{B^{(u_4)}} \cdot P_{\text{прп}}^{(u_4)}, \quad (8)$$

Для побудови даного графіка були використані наступні дані:  $m_n = 10$ ;  $\sigma_n = 2$ ;  $C = 56000$  бит/с;  $L = 1000$  км;  $V_p = 3 \cdot 10^8$  м/с;  $r = 16$ ;  $t = 8$ ;  $n_1 = 4056$ ;  $n_2 = 4056$ ;  $s = 32$ ;  $Z = 6$ ;  $P_3 = 0,95$ ;  $t_{u_1} = 0,01$  с;  $t_{pu_1} = 0,01$  с;  $t_{u_2} = 100$  с;  $t_{pu_2} = 100$  с;  $B_1 = 10^{24}$ ;  $B_2 = 10^{30}$ ;  $\Psi = 10^{15}$ ;  $P_p = 0,0000001$ .

Результати дослідження оцінки показника функціональної ефективності мережі при різних методах управління обміном даними на основі протоколу Frame Relay, в каналах з пам'яттю представлені на рис. 2.

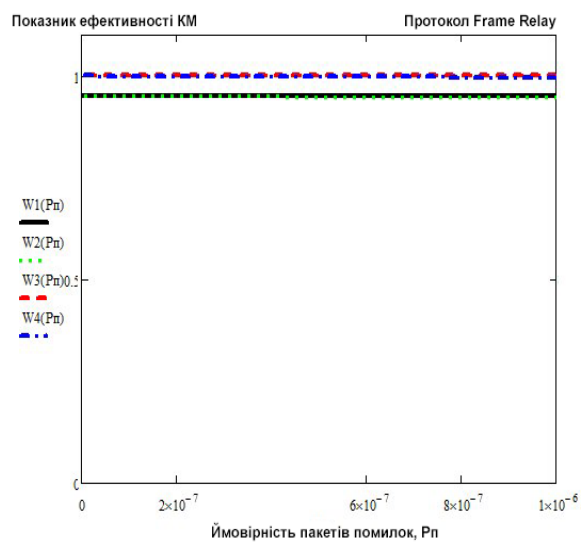


Рис. 2. Залежність між показником ефективності обміну даними  $W$  від ймовірності пакетів помилок  $P_n$

де:

$W1_{\text{asym}}(P_n)$  – Повернення-на-N (асиметричне шифрування);

$W2_{\text{asym}}(P_n)$  – Састре (з вирішальною зворотним зв'язком і позитивною квитанцією) (асиметричне шифрування);

$W3_{\text{asym}}(P_n)$  – Повернення-на-N (симетричне шифрування);

$W4_{\text{asym}}(P_n)$  – Састре (з вирішальним зворотним зв'язком і позитивною квитанцією) (симетричне шифрування).

Згідно з результатами дослідження можна зробити висновок, що найбільш ефективними протоколами комп'ютерних мереж є протоколи з вирішальним зворотним зв'язком і безперервною

передачею кадрів "Повернення-на-N", а також з вирішальним зворотним зв'язком і позитивною квитанцією кадрів, показник ефективності яких приблизно однаковий. Протоколи, які використовують циклічні коди в режимі виявлення помилок і протоколи без зворотного зв'язку при виправленні  $t$ -кратної помилки циклічним кодом мають більш низький показник ефективності. Всі досліджувані протоколи забезпечують необхідну ефективність при використанні каналів з  $P_0$  від  $2 \cdot 10^{-3}$  до  $4 \cdot 10^{-3}$ .

Порівняння ефективності обміну даними в комп'ютерній мережі при різних способах управління обміном на основі протоколів X.25 та Frame Relay представлено в табл. 1.

## Ефективність обміну даними в комп'ютерній мережі при різних засобах управління обміном на основі протоколів X.25 та Frame Relay

Протокол	Без пам'яті		З пам'яттю	
	X.25	Frame Relay	X.25	Frame Relay
Використовують циклічні коди в режимі виявлення помилок	0.80466369906	0.95067164742	0,003817297	0.9506716474
Без зворотного зв'язку при виправленні t-кратної помилки циклічним кодом	0.79703702127	0.95028517157	0,2193742852	0.9502842689
З вирішальним зворотним зв'язком і безперервною передачею кадрів "Повернення-на-N"	0.99995666762	0.99997638109	0,1990879579	0.9999763811
З вирішальним зворотним зв'язком і позитивною квитанцією кадрів	0.99995666762	0.9995699113	0,4049026639	0.9995689618

### Висновки

Згідно з проведеними дослідженнями було виявлено, що узагальнений показник ефективності комп'ютерної мережі на основі протоколу Frame Relay дозволяє всебічно оцінити протоколи обміну даними. Технологія Frame Relay в порівнянні з протоколом X.25 більш точно оцінює ефективність протоколів обміну даними в комп'ютерних мережах.

**Перспективним напрямом подальших досліджень** є оцінка ефективності протоколів обміну даних в реальних мережах при різних методах управління обміном інформацією і використовуваних процедурах забезпечення конфіденційності.

### Список літератури

1. *Технології і стандарти комп'ютерних мереж.* / Смірнов О.А., Евсєєв С.П., Жукарев В.Ю., Король О.Г., Сорокін В.Є., Мелешко Є.В. – Д.: ДонІЗТ, 2012. – 453 с.
2. *Захист інформації та економічна безпека підприємства: монографія* / О.О. Кузнецов, С.П. Евсєєв, С.В. Кавун. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. – 360 с.
3. *Захист інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу.* / За ред. С.Г. Липтєва. – К., 2009. – 321 с.
4. *Ирвин Дж., Харль Д. Передача данных в сетях и инженерный подход.* – СПб: Питер, 2002. – 405 с.
5. *Иванов М.А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях* // М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2001. - С.368.
6. *Сумцов Д.В., Томашевський Б.П. Загальний показник ефективності передачі даних у комп'ютерній мережі* // Системи обробки інформації. – 2009.
7. *Д.В. Сумцов, С.П. Евсєєв, Б.П. Томашевський, Король О.Г. Ефективність обміну даними в комп'ютерній мережі при різних способах управління обміном* // Збірник наукових праць. - Донецьк: ДонІЗД, 2009.

Надійшла до редколегії 11.03.2013

**Рецензент:** к.т.н., професор кафедри інформаційних систем Мінухін С.В., Харківський національний економічний університет, Харків.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБМЕНА ДАННЫМИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБМЕНА НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА FRAME RELAY**

Евсеев С.П., Огурцов В.В., Лупаина К.Н.

*В данной работе рассматривается общий показатель эффективности обмена данными в компьютерной сети. Проводится оценка показателя функциональной эффективности компьютерной сети при различных методах управления обменом данными в КС на основе протокола Frame Relay, в каналах без памяти и с памятью и сравнение данного исследования с результатами исследования на основе протокола X.25.*

**Ключевые слова:** *показатель эффективности обмена данными, протокол Frame Relay, компьютерная сеть*

## **THE EFFECTIVENESS OF COMMUNICATION IN COMPUTER NETWORKS WITH DIFFERENT METHODS OF EXCHANGE CONTROL PROTOCOL-BASED FRAME RELAY**

S.P. Evseev, V.V. Ogurtsov, K.N. Lupaina

In this work the overall performance of data exchange in the network. An evaluation index of functional effectiveness network with different methods of control data exchange protocol based on the CS Frame Relay, in channels without memory, and the memory and comparison with the results of this research study, based on the X.25 protocol.

**Keywords:** *performance indicator data, protocol, Frame Relay, computer network*