

та надвисоких частот /В.В. Мішан, Ю.М. Бойко // Вісник Хмельницького національного університету. – Технічні науки. – Хмельницький. – 2011. – № 1. – С.162-168.

3. Бойко Ю.М. Розрахунок затухання на радіотрасі передачі інформації супутник MeTop – Земля /Ю.М. Бойко, В.В. Мішан // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький. – 2010. № 2. – С. 94 – 99.

4. Камнев. В.Е. Спутниковые сети связи /В.Е. Камнев, В.В. Черкасов, Г.В. Чечин. – М.: Военный парад, 2010. – 604 с.

5. Зеленский А.А. Системы радиосвязи /А.А. Зеленский, В.Ф. Солодовник. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 2003. – 89с.

Надійшла до редакції  
3.2.2011 р.

УДК 681.3.07

**В.Л. МАРЧЕНКО, О. ВОЙТЮК**

Хмельницький національний університет

## ПРОДУКТИВНІСТЬ МЕРЕЖ ЗІРКОПОДІБНОЇ ТОПОЛОГІЇ

*В роботі досліджується вплив різноманітних факторів на робочу швидкість передавання інформації в зіркоподібних локальних комп'ютерних мережах. До цих факторів відносяться величина файлу, кількість робочих станцій, що одночасно здійснюють передачу, напрям передавання. Отримано якісні та кількісні показники їх впливу.*

*We study the impact of various factors on the operating speed of information transfer in stellar local computer networks. To these factors belongs the file number of work stations simultaneously transmitting direction of transmission. Qualitative and quantitative indicators of their impact.*

Ключові слова: зіркоподібна топологія, мережа.

Пропускна здатність комп'ютерних мереж є однією з найбільш важливих їх характеристик. Досить детально визначення номінальної та реальної швидкостей, вплив на них параметрів налаштування протоколів каналного рівня (величини кадру, міжкадрового інтервалу) показано в роботах [1, 2]. Ними показано, що основними характеристиками, які визначають продуктивність мережі є наступні:

- комунікаційні протоколи та їх параметри;
- топологія мережі, та комунікаційне устаткування, що використовується;
- інтенсивність виникнення і характер помилкових ситуацій;
- конфігурація програмного и апаратного забезпечення кінцевих вузлів.

Наведені обчислення і рекомендації стосуються головним чином передавання інформації однією станцією, де не витрачається час на очікування вивільнення каналу зв'язку і відсутні конфлікти. В роботі [2] наведено графічні залежності часу очікування від коефіцієнта завантаженості мережі. Але не досить конкретним є визначення величини самого критерію – коефіцієнта завантаженості. Ця величина визначається як відношення робочої швидкості до ефективної. Якщо ефективну швидкість можна обчислити, то робота визначається багатьма чинниками, які повністю не завжди можна врахувати.

В роботі [3] показано вплив на кількість конфліктів величини кадру в модельній мережі з трьома станціями. Але застосувати ці результати до реальної мережі можна в більшому якісно.

Саме тому питання впливу різноманітних факторів на продуктивність комп'ютерних мереж потребує подальшого вивчення. В даній роботі наведено деякі результати рішення цієї задачі. Дослідження, виконано в локальній комп'ютерній мережі 10 BASE – T на базі повторювача TP1016C 16 – PORT ETHERNET 10 BASE – T REPEATER.

Технічні характеристики процесорів наступні: сервер – Intel Core 2 Duo E8400 3,00 GHz, робочі станції – Intel R CeleronR CPU E1200 @ 1,6 GHz. 1,6 GHz.

Відомо, що при однакових технічних умовах швидкість передачі інформації не повинна залежати від величини файлу, що передається. Однак в проведених експериментах, що полягали в копіюванні файлів з робочих станцій на сервер, показали, що вказана залежність проявляється досить явно.

На рис. 2 показано залежність швидкості проходження інформації, що передається з однієї робочої станції на сервер.

Аналізуючи наведену залежність слід відмітити наявність ступеневого характеру і наближення до найбільшого значення – 5,48 Мбіт/с, що є значенням ефективної пропускної можливості в мережах ETHERNET з величиною кадру 576 біт. Не логічний на перший погляд вплив величини файлу досить просто



Рис. 1. Схема з'єднання елементів в мережі

пояснюється затримкою на створення з'єднання.

Позначимо час створення з'єднання через  $t_3$ . Тоді час на передачу файлу  $f$  буде дорівнювати  $v = \frac{f}{(t_f + t_3)} = \frac{f}{(\frac{f}{v_e} + t_3)}$ , де  $t_f$  –

час на передачу файла при ефективній швидкості  $v_e$ . Поділивши чисельник та знаменник на  $f$  та виконав певні перетворення отримаємо:

$$v = \frac{f}{(t_f + t_3)} = \frac{1}{(\frac{1}{v_e} + \frac{t_3}{f})} \quad (1)$$

З наведених співвідношень виходить, що збільшення величини файлу призводить до зменшення другого елементу знаменника і, як наслідок, до збільшення швидкості. При певному значенні величини файлу, швидкість набуває найбільшого значення і залежність стає не значною. Справедливість вказаного припущення можна перевірити скорегувавши графік рис. 2, на час створення з'єднання. Тобто ефективний час передачі файлу буде визначатися наступним чином:

$$t_{ei} = t_{ni} - t_3 \quad (2)$$

де  $t_{ei}$  – час, витрачений на передачу файлу в  $i$ -му експерименті,  $t_{ni}$  – час, витрачений на передачу цього файлу та встановлення з'єднання. В наведеному співвідношенні величина  $t_{ni}$  встановлюється експериментально. Час встановлення з'єднання визначається з співвідношення (2) для найменшого значення величини файлу, коли з'єднання впливає найбільш суттєво.

$$t_3 = t_{n1} - t_{e1} \quad (3)$$

Обчислимо  $t_{e1}$ .

$$t_{e1} = f_1 / v_e = 3,52 / 5,48 = 0,64 \text{ с.} \quad (4)$$

Враховуючи, що експериментально визначений повний час передачі файлу 3,52 Мбіт становить 1,2 с.

$$t_3 = 1,2 \text{ с.} - 0,64 \text{ с.} = 0,56 \text{ с.}$$

Графічна залежність, що наведена на рис. 2, для нових значень часу показана на рис. 3.

Як можна бачити з рисунку, ефективна швидкість практично є незмінною. Це підтверджує припущення про вплив часу встановлення з'єднання і дозволяє рекомендувати файли, що мають розмір, менший за 17,6 Мбіт/с, передавати в пакеті, що дозволить економити більш, ніж половину часу на передачу.

Наявність в мережі декількох робочих станцій, що одночасно здійснюють передачу, призводить до збільшення ефективної пропускної здатності, що обумовлено зменшенням часового інтервалу між передачею пакетів. Але при цьому зростає кількість конфліктів, що збільшує часу очікування. В роботах [4], [6] показано, що час очікування залежить від коефіцієнту завнтаження мережі і при значеннях коефіцієнту 0,6 експоненційно зростає. Але наведені залежності є досить схематичними і іноді не дають жодної кількісної оцінки. В роботі [1] вказано, що наявність в мережі тридцяти станцій не суттєво впливає на продуктивність. Хоча не пояснено в якому режимі станції працюють – в режимі роботи з мережним програмним забезпеченням чи в режимі передачі файлів.

В даній роботі виконані дослідження впливу кількості станцій на величину реальної швидкості передачі файлів. Файли величиною 23 Мбіт та 3,52 Мбіт передавались одночасно різною кількістю робочих станцій на сервер за протоколом FTP. Швидкості обчислювались з врахуванням затримки на з'єднання. Графічні залежності наведено на рис. 4.

Як виходить з отриманих результатів швидкість зменшується практично в п'ять разів при наявності п'яти станцій, що одночасно здійснюють передачу.

При цьому коефіцієнт використання мережі змінюється не суттєво а час очікування збільшується

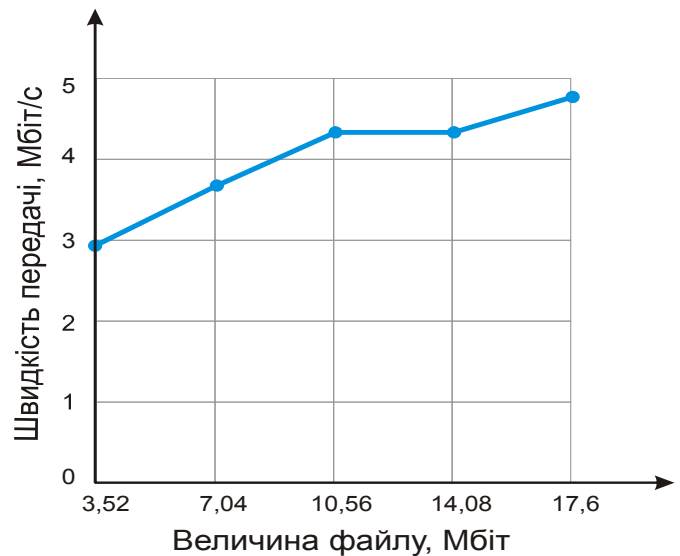


Рис. 2. Залежність швидкості передачі від величини файлу

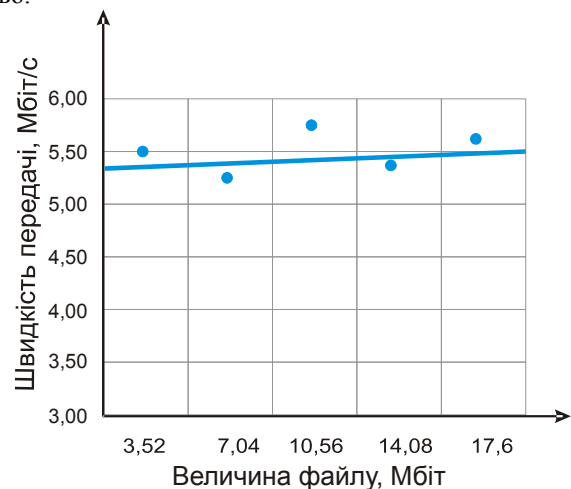


Рис. 3. Експериментальне визначення ефективної швидкості від величини файлу

практично лінійно. Відповідна залежність показана на рис. 5.

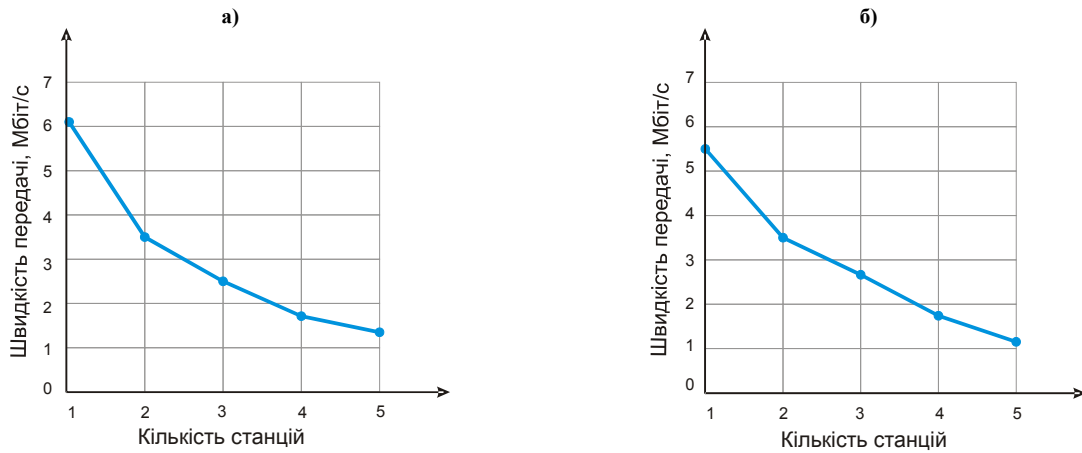


Рис. 4. Залежність швидкості передачі від кількості робочих станцій.  
а) – Файл 23 Мбіт; б) – файл 3,52 Мбіт.

На рис. 5 по горизонтальній осі показані значення, в порядку зростання кількості робочих станцій від однієї до п'яти. Величина коефіцієнта використання мережі визначалась за співвідношенням

$$K = v_i * n / v_{max}, \tag{5}$$

де  $v_i$  - експериментально визначена швидкість передачі даних однією станцією,  $n$  - кількість станцій,  $v_{max}$  - максимальна швидкість, значення якої в даному випадку дорівнює 10 Мбіт/с. Час затримки  $T_z$  обчислювався наступним чином

$$T_z = t_i - f_i / v_e \tag{6}$$

В співвідношенні (6)  $t_i$  - експериментально визначений час передавання файлу  $f_i$ ,  $v_e$  - ефективна швидкість передачі, що дорівнює 5,48 Мбіт/с.

Отримані результати досить суттєво відрізняються від наведених в роботі [2], де експоненціальне зростання часу очікування експоненційно зростає при коефіцієнті завантаження мережі, що перевищує значення 0,5. Але вони більш відповідають даним роботи [1], де експоненційне зростання відбувається при значеннях коефіцієнта завантаження 0,6. В цій же роботі відзначається, що проблеми в мережі можуть виникати при одночасній роботі тридцяти комп'ютерів, хоча, як виходить з наведених даних, вже при роботі п'яти комп'ютерів в режимі передачі файлів швидкість зменшується в п'ять разів.

Аналогічні дослідження виконано з використанням утиліти Ping.

Величина пакету встановлена 0,528 Мбіт. В ході передачі відмічено суттєву нестабільність часу проходження пакету. Нариклад, при передачі пакетів з однієї робочої станції на сервер час проходження пакету змінювався від 0,11 мкс до 0,152 мкс. При збільшенні кількості робочих станцій, що здійснюють передачу одночасно, до чотирьох ці відхилення становили: 0,12 - 0,148; 0,123 - 0,18; 0,13 - 0,216 мкс, відповідно.

На рис. 6 наведено залежності швидкості проходження пакету від кількості робочих станцій. Результати показано для тривалості проходження сигналу, яка найбільш часто відмічалась (верхній графік), та при найбільшій тривалості (нижній графік).

Як видно з рисунку збільшення кількості робочих станцій призводить до практично лінійного зменшення швидкості проходження пакету.

В наведених попередньо дослідженнях, інформація передавалась з робочих станцій на сервер через один порт, що повинно впливати на швидкість. На скільки відрізняється швидкість при передачі на різні порти повторювача при паралельному передаванні пакетів між різними робочими станціями є змістом досліджень наведених далі.

Передача пакетів попередньої величини здійснювалось з використанням утиліти Ping. Швидкість

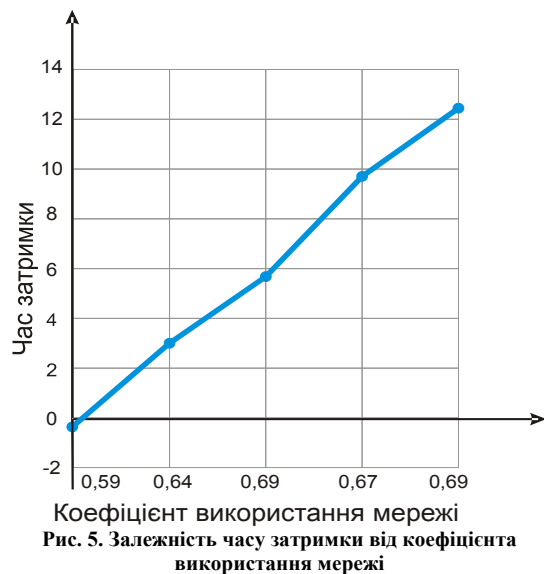


Рис. 5. Залежність часу затримки від коефіцієнта використання мережі

визначалась для однієї пари робочих станцій, хоча кількість пар станцій, що одночасно здійснюють передачу змінювалась. Результати, що показано на рис. 4 свідчать про те, що значення швидкості знаходяться в межах між двома графіками рис. 3. Враховуючи те, що швидкості визначались за середніми величинами часу проходження пакетів, можливо стверджувати про те, що напрям передачі даних (з робочих станцій на сервер, чи з робочої станції на іншу) суттєво не впливає на величину швидкості.

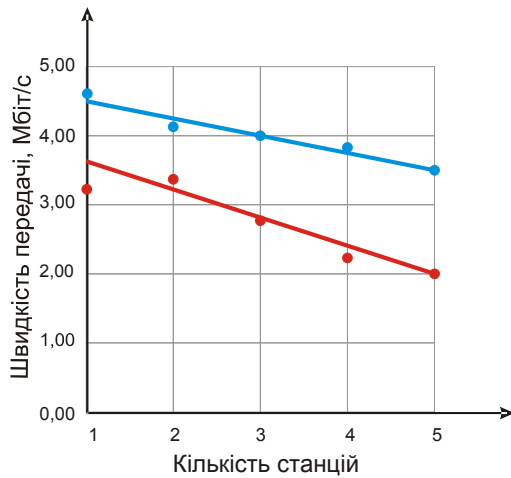


Рис. 6. Залежність швидкості передачі пакета від кількості робочих станцій

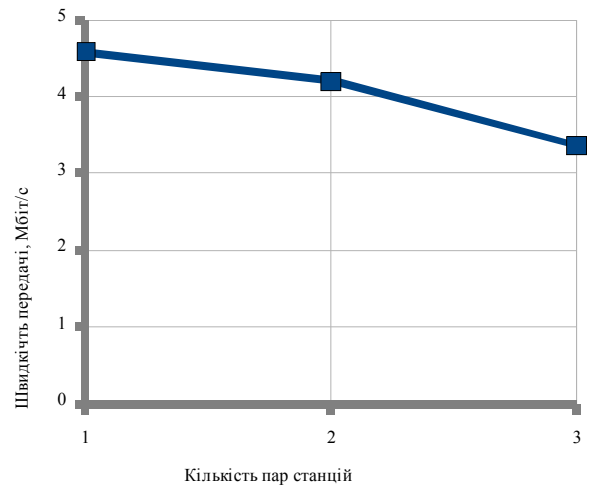


Рис. 7. Залежність швидкості передачі пакета від кількості пар робочих станцій

**Висновки.** Наведені результати експериментальних досліджень показали очевидну залежність швидкості передачі даних від величини файлу.

Збільшення кількості робочих станцій, що одночасно здійснюють передачу, призводить до суттєвого зменшення швидкості при не значному збільшенні коефіцієнта завантаження мережі.

Напрямок передачі (з декількох робочих станцій на сервер чи з робочих станцій на відповідні інші станції) принципово не впливає на характер впливу на швидкість передачі.

### Література

1. Олифер И.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер. 2006. – 958 с.: ил.
2. [www.citforum.ru/nets/optimize/locnop\\_02.shtml](http://www.citforum.ru/nets/optimize/locnop_02.shtml)
3. [http://model.exponenta.ru/cl\\_gva\\_01.html](http://model.exponenta.ru/cl_gva_01.html)
4. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Локальные сети: архитектура, алгоритмы, проектирование. М.: Издательство ЭКОМ, 2000. – 312 с.: ил.
5. Гулиус В. А., Янковский А. А. Модель оценки производительности сети Fast Ethernet. Материали X Міжнародної науково-технічної конференції “Системний аналіз та інформаційні технології”. Київ, 2008.
6. [http://docstore.mik.ua/lsok/glava\\_2.htm](http://docstore.mik.ua/lsok/glava_2.htm)

Надійшла до редакції  
16.3.2011 р.

УДК 658.012

**С.Д. ШТОВБА, В.В. МАЗУРЕНКО**

Вінницький національний технічний університет

### ДОСЛІДЖЕННЯ НАВЧАННЯ КОМПАКТНИХ НЕЧІТКИХ СИНГЛТОННИХ БАЗ ЗНАНЬ

В роботі представлені результати експериментів із визначення залежності помилки навчання компактних нечітких сингтонних баз знань від їх повноти. Експерименти проведено для залежностей «2 входи – 1 вихід». Запропонована експоненційна модель оцінки помилки навчання від повноти бази знань.

This paper presents the results of experiments on determining the dependence of tuning error of singleton compact fuzzy knowledge bases on their completeness. Experiments conducted for dependencies "2 inputs – 1 output". The exponential model of estimation between training error, and of the completeness of knowledge base is proposed.

Ключові слова: компактність, нечітка база знань, навчання.

### Вступ

Пройшло більше 30 років після першого застосування нечітких баз знань для автоматизованого