

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ ТА АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ

*В роботі виконані експериментальні дослідження комплексного впливу апаратних засобів, топології, програмного забезпечення та завантаженості на продуктивність мережі. Досліджувались мережі на базі репітера та комутатора зіркоподібної топології та топології типу послідовний ланцюг. Отримані графічні залежності пропускної здатності від кількості робочих станцій. Відмічено, що характер залежності для всіх розглянутих пристроїв практично не відрізняється. Не виявлено суттєвого впливу кількості комутаторів на пропускну здатність мережі типу послідовний ланцюг. Показано, що в мережі комп'ютерів з різними операційними системами швидкості передачі суттєво відрізняються. Наведено графіки впливу кількості комп'ютерів з різними операційними системами на пропускну здатність.*

*Ключові слова: пропускну здатність, ефективна швидкість, локальна мережа, репітер, комутатор, Wi-Fi-роутер.*

V.L. MARCHENKO

Khmelnitsky National University

## LAN PERFORMANCE AND HARDWARE

*Experimental researches of complex influence of vehicle facilities, topology, software and work-load on a network performance are in-process executed. Networks were investigated on the base of repeater and switchboard of star-shaped topology and topology of type successive chain. Graphic dependences of carrying capacity are got on the amount of the work stations. It is marked that character of dependence for all considered devices does not differ practically. It is not discovered substantial influence of amount of switchboards on the carrying capacity of network of type successive chain. It is shown that in the network of computers with the different operating systems of speed of transmission differ substantially. Resulted graphic arts of influence of amount of computers with the different operating systems on a carrying capacity.*

*Keywords: bandwidth, the effective speed LAN, repeater, switch, Wi-Fi-router.*

### Вступ

Продуктивність локальних обчислювальних мереж є напевно одним з найважливіших параметрів після забезпечення функціонального призначення мережі. Вона впливає на швидкодію мережевих баз даних, здійснення розподілених обчислень, роботу в глобальних мережах. Серед факторів, що впливають на продуктивність називають тип мережевого протоколу, довжину кадру, ступінь завантаження мережі, величину Tsr вікна та багато інших. При цьому далеко не завжди є приклади кількісної оцінки цих впливів. В реальних комп'ютерних мережах виникають такі комбінації програмних та апаратних факторів, вплив яких на продуктивність мережі передбачити важко. Тому доцільним є виконання експериментальних досліджень в реальних умовах, де можна виявити комплексний вплив різних факторів.

### Попередні дослідження

Природно, що вивчення продуктивності мереж та пропускної здатності пристроїв, що лежать в їх основі не позбавлено уваги [1–4]. В роботі [2] здійснений аналіз низки факторів, які певною мірою впливають на ефективну швидкість та пропускну здатність мережі. Наведені обчислення свідчать про суттєвий вплив величини кадру, наведено графіки впливу топології мережі, параметрів квітування та інше. Експериментальні дослідження продуктивності мережі на базі концентратора наведено в роботі [3]. Показано вплив на швидкість передачі величини файлу та кількості робочих станцій. Вплив формату файлу, порядку під'єднання комп'ютерів в мережі на базі комутаторів наведено в роботі [4].

### Постановка задачі

Виходячи з того, що на продуктивність локальної комп'ютерної мережі впливають особливості апаратних засобів, програмного забезпечення та архітектури мережі в даній роботі ставиться задача експериментальної перевірки інтегрованого впливу цих параметрів.

### Основна частина

Дослідження виконувались в мережах зіркоподібної топології на базі повторювача Repeater 10 – Base T, комутатора та Wi-Fi-роутера. Більш складні структури створювались за топологією «послідовний ланцюг». Продуктивність обчислювалась за ефективною швидкістю передачі інформації з локальних комп'ютерів.

На рисунку 1 наведено схему мережі з п'ятьма робочими станціями, які поєднані репітером. В ході досліджень визначався вплив кількості робочих станцій, які одночасно здійснюють передачу файла величиною 15 Мб. Передача здійснювалась на один комп'ютер одночасно різною кількістю робочих станцій від однієї до чотирьох.

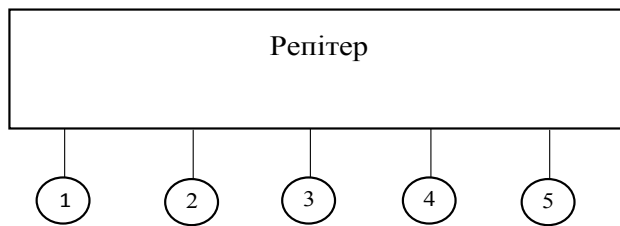


Рис. 1. Схема локальної мережі на базі репітера

Результати досліджень в графічному вигляді представлені на рис. 2. Отримані дані свідчать про те, що загальна швидкість передачі всіма робочими станціями через один порт в розглянутому діапазоні кількості робочих станцій є незмінною і дорівнює швидкості передачі однією станцією 8,2 Мбіт/с. Цікавим є те, що ця швидкість відрізняється від аналогічних результатів, наведених в роботі [3], де ефективна швидкість дорівнювала 6,2 Мбіт/с. Причиною цього може бути різна величина кадру, яка застосовувалась в даних і попередніх дослідженнях. Якщо швидкість 6,2 Мбіт/с відповідає мінімальній довжині кадру 500 байт, то для швидкості 8,2 Мбіт/с довжину кадру можна визначити з розрахунків, аналогічних наведеним в роботі [2]. Ця величина приблизно становить 1200 байт. Виходячи з того, що подібні величини швидкостей отримані для різних версій операційних систем Windows, починаючи з Windows XP, а налаштування параметрів протоколу TCP не здійснювалося, відмінністю попередніх досліджень від теперішніх є використання в попередніх дослідженнях Windows 98. Стек протоколів TCP/IP, який поставляється з операційною системою, в попередніх і в сучасних версіях операційних систем налаштований на різну величину кадру, як логічно припустити.

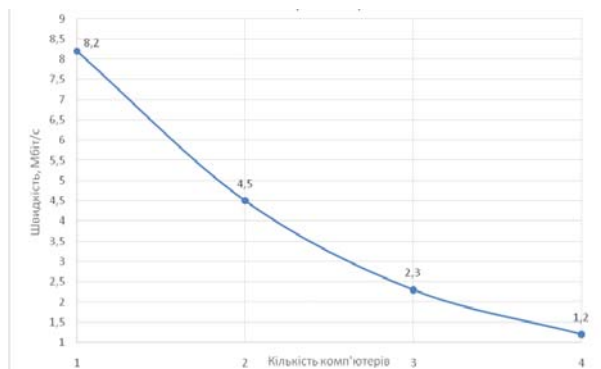


Рис. 2. Залежність ефективної швидкості передачі від кількості робочих станцій

Схожі результати отримано для мережі на базі комутатора Ethernet, з аналогічною схемою підключення робочих станцій. Був використаний комутатор типу D-Link DES-1016A, який має швидкість передачі даних 100 Мбіт/с, напівдуплекс. Результати цих досліджень наведено на рис. 3. В ході досліджень відмічалось відмінність між швидкостями передачі на окремих станціях. Відмінність становила 10 - 20%. Середня швидкість на вихідному порту комутатора дорівнювала 84 Мбіт/с і змінювалась в тих же межах.

В той же час швидкість одночасної передачі паралельними потоками різними парами комп'ютерів



Рис. 3. Залежність швидкості передачі від кількості робочих станцій

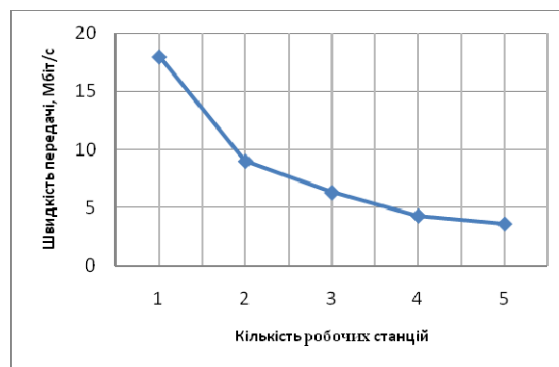


Рис. 4. Залежність швидкості передачі через Wi-Fi - роутер від кількості комп'ютерів, що одночасно здійснюють передачу

практично не залежить від кількості пар і становить 80 Мбіт/с. Отже, пропускна здатність комутатора пропорційна половині кількості портів.

Аналогічні результати отримано і для безпроводної мережі на базі Wi-Fi-роутера (рис. 4). Характер цієї залежності майже не відрізняється від розглянутих попередньо але величина ефективної швидкості суттєво нижча, ніж в комутатора та дещо вища, ніж в репітера.

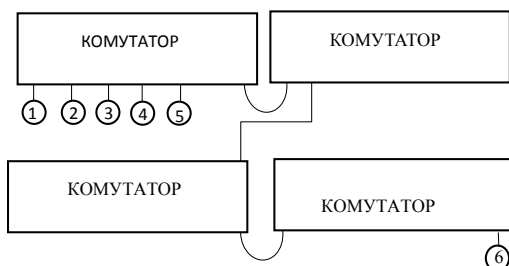


Рис. 5. Мережа типу послідовний ланцюг на базі комутаторів



Рис. 6. Результати визначення швидкостей

Виконано дослідження пропускної здатності мереж складної топології типу «послідовний ланцюг» на базі комутаторів. Кількість комутаторів в схемі мережі змінювалась від одного до чотирьох. Один з варіантів схеми з чотирма комутаторами наведено на рис.5. Робочі станції в кожному з експериментів приєднувались до першого комутатора а одна з них, на яку здійснювалась передача, до останнього. При одночасному передаванні різною кількістю комп'ютерів були отримані залежності, аналогічні наведеним раніше (рис. 6).

Результати практично не відрізняються у випадку використання двох та трьох комутаторів в схемі топології мережі, що свідчить про не суттєві витрати часу на обробку інформації в комутаторі.

Несподіваними виявилися результати дослідження продуктивності мережі, побудованої на комп'ютерах з різними операційними системами. Мережа, побудована на комутаторі поєднувала три стаціонарних комп'ютери з операційною системою Windows XP (рис. 7) та два ноутбуки з операційними системами Windows 8.

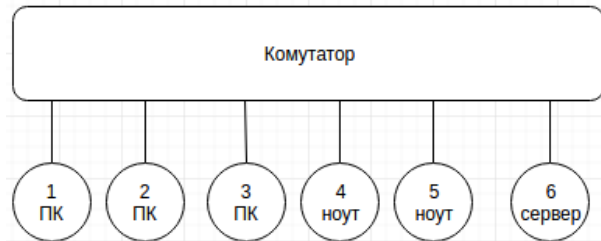


Рис. 7. Схема мережі з різними операційними системами

Напрями передачі, які розглядались в дослідженнях, та отримані результати визначення швидкостей, наведено в таблиці.

Таблиця 1

Напрям передачі			
№ експерименту	Стаціонарні ПК	Ноутбуки	Швидкість (Мбіт/с)
1	1 - 6	4 - 6	17 / 48
2	1, 2 - 6	4 - 6	13 , 15 / 47
3	1, 2, 3 - 6	4 - 6	11, 12, 10 / 45
4	1- 6	4, 5 - 6	15 / 39, 41
5	1, 2 - 6	4, 5 - 6	12, 9 / 37, 42
6	1, 2, 3 - 6	4, 5 - 6	10, 13, 9 / 35, 37

Наведені в таблиці дані свідчать про те, що взаємний вплив різних операційних систем робить швидкість передачі даних досить не прогнозованою. Наприклад, наявність в мережі двох комп'ютерів прогнозовано зменшує швидкість на ноутбуці з операційною системою Windows 8 та набагато більше, втричі, зменшує швидкість на стаціонарному комп'ютері. Вплив кількості стаціонарних робочих станцій, які одночасно здійснюють передачу, є менш суттєвим, ніж в мережі з однаковими операційними системами, що явно можна простежити на рис. 8. Змінився і характер залежності, залежність є практично лінійною. Суттєво відрізняється повна швидкість при передачі на один порт комутатора. Якщо при однакових операційних системах повна швидкість є практично не змінною, не залежною від кількості робочих станцій (рис. 3), і становить приблизно 84 Мбіт/с то при різних операційних системах повна швидкість залежить від загальної кількості робочих станцій та від кількості ноутбуків. В мережі з одним ноутбуком швидкість змінюється від 63 Мбіт/с і наближається до 84 Мбіт/с при збільшенні кількості робочих станцій (рис. 9). При наявності в схемі мережі двох ноутбуків загальна швидкість передачі на сервер досягає і навіть перевищує 100 Мбіт/с. Це більше, ніж при передачі одним комп'ютером чи ноутбуком з будь – якою операційною системою при прийнятій довжині кадру та досягає пропускної спроможності порту комутатора.

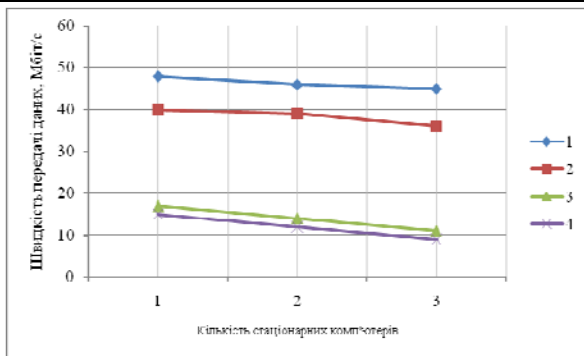


Рис. 8. Залежність швидкості передачі від кількості стаціонарних комп'ютерів в мережі з одним ноутбуком (графіки 1,3) та двома ноутбуками (графіки 2,4)

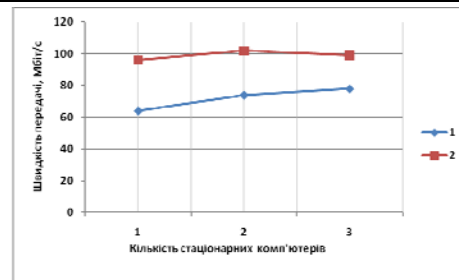


Рис. 9. Графіки повної швидкості передачі 1 – один ноутбук в мережі, 2 – два ноутбуки

### Висновки

Отримані результати експериментальних досліджень дають можливість зробити наступні висновки. Сучасні версії операційних систем Windows використовують стек протоколів TCP/IP, який налаштований на довжину кадру, значно більшу, ніж в попередніх версіях операційної системи. В мережах зіркоподібної топології залежність швидкості передачі від кількості комп'ютерів практично не залежить від базового пристрою. При цьому загальна швидкість передачі практично не змінюється. В складних топологіях типу «послідовний ланцюг» на базі комутаторів швидкість практично не залежить від кількості комутаторів. Наявність в мережі різних операційних систем суттєво змінює характер передачі.

### Література

- Олифер И.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов / И.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – 3-е изд. – СПб : Питер, 2006. – 958 с. : ил.
- [www.citforum.ru/nets/optimize/locnop\\_02.shtml](http://www.citforum.ru/nets/optimize/locnop_02.shtml)
- Марченко В.Л. Продуктивність мереж зіркоподібної топології / В.Л. Марченко, О. Войтюк // Обчислювальна та вимірювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький : ХНУ, 2011. – № 1. – С. 130–133.
- Марченко В.Л. Продуктивність локальних обчислювальних мереж / В.Л. Марченко // Обчислювальна та вимірювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький : ХНУ, 2012. – № 3. – С. 75–78.

Рецензія/Peer review : 8.8.2016 р. Надрукована/Printed : 25.8.2016 р.  
Стаття рецензована редакційною колегією