

УДК 623.765:681.513.6

М.А. Павленко, А.О. Стоянова, В.М. Руденко, Г.М. Сафарова

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РОЗГОРТАННІ ЛОКАЛЬНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ

В статті розглянуто процес розгортання локальних обчислювальних основі безпроводних технологій та сформульовано рекомендації щодо його оптимізації, проведено аналіз існуючих технологій передачі даних, визначено підстави впровадження мережних технологій. Крім того, приділено увагу обґрунтуванню необхідності використання лазерних ліній передачі даних та проведено оцінку продуктивності мережі передачі даних з використанням безпроводних технологій.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, локальна обчислювальна мережа, технології передачі даних.

Вступ

Бурхливий розвиток засобів обчислювальної техніки, програмних засобів та їх широке впровадження в усі сфери управління у суспільстві привели до необхідності створення комп'ютерних мереж. Сьогодні неможливо уявити життя без комп'ютерів і мереж на їхній основі. Людство стоїть на порозі нового миру, у якому буде створено єдиний інформаційний простір. У цьому світі здійсненню комунікацій більше не будуть перешкоджати ні фізичні границі, ні час, ні відстані. Зараз в усьому світі існує величезна кількість мереж, які виконують різні функції і вирішують безліч різноманітних завдань. При експлуатації мережі раніше або пізніше, але завжди настає момент, коли її пропускну здатність буває вичерпано і виникає необхідність прокласти нові лінії зв'язку. У середині приміщення це зробити відносно легко, але вже при з'єднанні двох сусідніх приміщень починаються складності. Потрібні спеціальні дозволи, узгодження, ліцензії на проведення робіт, а також виконання цілого ряду складних технічних вимог і задоволення чималих фінансових запитів організацій, що розпоряджаються землею або каналізацією. Як правило, відразу ж з'ясується, що самий короткий шлях між двома приміщеннями – не пряма. І зовсім необов'язково, що довжина цього шляху буде порівнянна з відстанню між цими приміщеннями. Звичайно, усім відомим є бездротовий зв'язок на основі різного радіоустаткування (радіомодемів, малоканалних радіорелейних ліній, мікрохвильових цифрових передавачів). Але їх експлуатація не зменшує кількості складностей. Ефір перенасичено і одержати дозвіл на використання радіоустаткування досить непросто, а іноді – навіть неможливо. Та й пропускну здатність цього устаткування суттєво залежить від його вартості. Альтернативою традиційним підходам щодо організації мережі на теперішній час може стати новий економічний вид бездротового зв'язку, який виник

зовсім недавно, – лазерний зв'язок. Найбільший розвиток ця технологія одержала в США, де й була розроблена. Лазерний зв'язок забезпечує економічне вирішення проблеми надійного і високошвидкісного зв'язку на близькій відстані (1-2 км), що може стати корисним при об'єднанні телекомунікаційних систем різних приміщень або локальних обчислювальних мереж для польових систем передачі даних або систем міжкабінного обміну. Використання систем лазерного зв'язку може дозволити здійснювати інтеграцію локальних мереж із глобальними, віддалених локальних мереж, або також забезпечувати потреби цифрової телефонії.

Аналіз літератури. У літературі [1 – 4] наведено основні поняття та визначення, приведено терміни, які застосовуються при використанні комп'ютерних мереж. Ці роботи розглядають технології, питання вибору та установки, експлуатації та адміністрування локальних обчислювальних мереж. Крім того, розглянуто апаратні засоби організації локальних мереж, наведено характеристику основних технологій передачі даних, але при цьому не розглядаються процеси створення та експлуатації безпроводних мереж передачі даних.

Метою статті є дослідження можливості використання локальних обчислювальних мереж передачі даних на основі лазерних ліній зв'язку та можливості їх застосування як заміників звичайних кабельних локальних обчислювальних мереж.

Основна частина

Базовим поняттям теорії побудови локальних мереж є поняття комп'ютерної мережі.

Комп'ютерна мережа – це система розподіленої обробки інформації, яка є комплексним об'єднанням комп'ютерів з засобами передачі даних по лініях зв'язку.

З системної точки зору, таке об'єднання надає такі нові можливості: в мережах може використовуватись весь наявний парк обчислювальної техніки

всіх поколінь; об'єднуються всі ресурси складових комп'ютерної мережі, забезпечуючи підвищення загальної ефективності її роботи; впроваджується принцип колективної роботи всіх користувачів мережі для вирішення проблем в реальному масштабі часу незалежно від територіального розміщення елементів мереж; забезпечується колективне використання єдиної бази даних; комп'ютерні мережі можна застосовувати як автоматизовані системи управління в ієрархічних структурах військового призначення будь-якого масштабу.

Першим етапом створення мережі є процес її планування. Він може здатися нудним і довгим, особливо якщо є гостра необхідність якнайшвидшого впровадження нової системи. Проте ретельне планування так само важливе для забезпечення ефективності і надійності системи, як і придбання апаратного і програмного забезпечення.

Процес планування мережі складається з послідовності кроків, основними з яких є наступні:

- аналіз причин впровадження мережної технології;
- аналіз місця її територіального розташування;
- аналіз сумісності використаного обладнання;
- складання плану конфігурації;
- планування структури каталогів сервера;
- одержання списків конфігурації;
- розробка розкладу установки мережі;
- складання системного журналу.

Слід відзначити, що ці кроки не є якоюсь жорстко упорядкованою інструкцією, а процес планування мережі є ітераційним. Деякі з цих кроків залежать від результатів виконання інших, так що немає нічого незвичайного в тому, що час від часу потрібно буде переглядати свої рішення.

Крім того, слід пам'ятати, що тут представлено загальний процес планування мережі, яким може скористатися будь-який користувач. Але кожен конкретний випадок може мати певні індивідуальні особливості. Тому наведений алгоритм відбиває загальний підхід до процесу планування мережі.

На сьогоднішній день більша частина комп'ютерних мереж використовує для з'єднання дрот або кабелі. Вони виступають в якості середовища передачі сигналів між комп'ютерами. Існують різні типи кабелів, які задовольняють потреби різного класу мереж.

Так, фірма Velden, яка є провідним виробником кабелів, публікує каталог, де пропонує більше 2200 їх типів. Але, у більшості мереж застосовуються тільки три основні групи кабелів:

1. Коаксіальний кабель (coaxial cable);
2. Кручена пара (twisted pair);
 - а) неекранована (unshielded);
 - б) екранована (shielded);
3. Оптиковолоконний кабель (fiber optic).

При виборі типу кабелю враховують наступні показники:

- вартість монтажу і обслуговування,
- швидкість передачі інформації,
- обмеження на величину відстані передачі інформації (без додаткових підсилювачів-повторювачів (репиторів)),
- безпека передачі даних.

При побудові мережі головною проблемою є одночасне забезпечення цих показників, наприклад, найвища швидкість передачі даних обмежена максимально можливою відстанню передачі даних, при якій ще забезпечується необхідний рівень захисту даних. Легке нарощування і простота розширення кабельної системи істотно впливають на її вартість.

Організація мережі на базі систем лазерного зв'язку дозволяє здійснювати з'єднання типу "точка – точка" зі швидкістю передачі інформації до 155 Мбіт/с. У комп'ютерних і телефонних мережах лазерний зв'язок забезпечує обмін інформацією в режимі повного дуплекса. Для систем, які не вимагають високої швидкості передачі (наприклад, для передачі відеосигналу і сигналів управління в системах технологічного та охоронного телебачення), існує спеціальне економічне рішення з напівдуплексним обміном. При об'єднанні не тільки комп'ютерних, але й телефонних мереж, можуть застосовуватися лазерні пристрої із вбудованим мультиплексором для одночасної передачі трафіка локальної обчислювальної мережі і цифрових групових потоків телефонії (Е1/ИКМ30).

Лазерні мережні пристрої можуть здійснювати передачу будь-якого мережного потоку, який доставляється їм за допомогою оптоволоконна або мідного кабелю в прямому та зворотному напрямках. Передавач перетворює електричні сигнали в модульоване випромінювання лазера в інфрачервоному діапазоні з довжиною хвилі 820 нм і потужністю до 40 мВт. У якості середовища поширення лазерний зв'язок використовує атмосферу. Потім лазерний промінь попадає в приймач, що має максимальну чутливість у діапазоні довжини хвилі випромінювання. Приймач здійснює перетворення випромінювання лазера в сигнали використовуваного електричного або оптичного інтерфейсу. Таким чином здійснюється зв'язок за допомогою лазерних систем.

Системи лазерного зв'язку характеризуються наступними показниками (у порівнянні з іншими технологічними системами організації зв'язку):

1. *Орієнтована вартість*: Мідний кабель від 3 до 7 тис. доларів за 1 км; Оптиковолоконно до 10 тис. доларів за 1 км; Радіоканал від 7 до 100 тис. доларів за комплект; Лазерний канал 12 – 22 тис. доларів за комплект.

2. *Час на підготовку й виконання монтажу*: Мідний кабель – підготовка робіт і прокладка до

1 місяця; установка HDSL-модемів – кілька годин; Оптичне волокно: підготовка робіт і прокладка 1 – 2 місяця; Радіоканал: підготовка робіт 2 – 3 місяця, установка – кілька годин; Лазерний канал – підготовка робіт 1-2 тижня, установка – кілька годин.

3. *Максимальна пропускна здатність*: Мідний кабель до 2 Мбіт/с при використанні HDSL; Оптичне волокно до 155 Мбіт/с; Радіоканал до 155 Мбіт/с; Лазерний канал до 155 Мбіт/с.

4. *Максимальна дальність зв'язку без повторювачів*: Мідний кабель до 20 км при використанні HDSL; Оптичне волокно не менш 50 – 70 км; Радіоканал до 80 км (залежить від потужності сигналу); Лазерний канал до 1,2 км.

5. *Частота появи помилкових бітів (BER)*: Мідний кабель $>1E-7$; Оптичне волокно $<1E-10$; Радіоканал $1E-10$; Лазерний канал $1E-10...1E-9$.

Поза увагою залишився варіант організації мережі на витій парі, характеристики якої дозволяють практично точно розрахувати параметри створюваного каналу зв'язку.

Для такого каналу неважливим є напрямок передачі даних, наявність прямої видимості між об'єктами та й інша «незручності» у вигляді опадів та іншого теж значення не мають. Проте якість і швидкість передачі, забезпечувані цим кабелем, змушують бажати кращого. BER становить величину порядку $1E-7$ і вище, що значно більше величини даного показника для оптичного або бездротового зв'язку.

Мідні кабелі відносяться до низькошвидкісних каналів зв'язку, тому перед прокладкою нових кабелів слід ретельно оцінити доцільність такого рішення. Якщо кабель вже прокладено, слід перш за все задатися питанням підвищення його пропускної здатності (на основі технології HDSL). Однак при цьому слід враховувати, що подібне рішення може не забезпечити необхідної якості зв'язку через незадовільний стан кабельних ліній.

Оптичне волокно має значні переваги перед мідними. Висока пропускна здатність і якість передачі ($BER < 1E-10$), заводське захищення, менші втрати енергії при передачі (як наслідок, зменшення кількості регенераторів) – далеко не повний список переваг оптичних систем зв'язку. Однак прокладка оптичного волокна може обійтися у пристойну суму (до 10 тис. дол. за 1 км).

До цього треба додати значну трудомісткість прокладки та високі ціни на зварювальне і вимірювальне устаткування. Зважаючи на це, широке розповсюдження у світі оптичних систем потрібно відкласти на деякий час, але без сумніву, що йому належить майбутнє.

Лазерні прийомопередатчики, через низьку потужність їх випромінювання, не представляють небезпеки для здоров'я. Якщо передана інформація до-

ставляється до лазерного прийомопередача і від нього по стандартному оптичному кабелю, то гарантується передача даних без радіохвильового й електромагнітного випромінювання.

Це не тільки забезпечує відсутність впливу на устаткування, яке працює поруч, але й робить неможливим несанкціонований доступ до інформації (здійснити його можливо тільки безпосередньо через прийомопередач).

При підготовці і опрацюванні рекомендацій по використанню безпроводних мереж передачі даних для аналізу показників якості їх функціонування використовувався програмний пакет імітаційного моделювання Net Cretchet Professional.

У ході моделювання було отримано графіки залежностей імовірності доставки пакету від значення трафіку, який циркулює в мережі, та середньої затримки на комутаторі від значення трафіку, який циркулює в мережі.

Залежності, наведені на рис. 1 свідчать про те, що при використанні технології лазерних мереж імовірність доставки пакету залишається рівною одиниці при значенні трафіку до 40 Мбіт/с, при цьому, при використанні технології Wi-Fi імовірність доставки пакету дорівнює одиниці при значенні трафіку до 20 Мбіт/с.

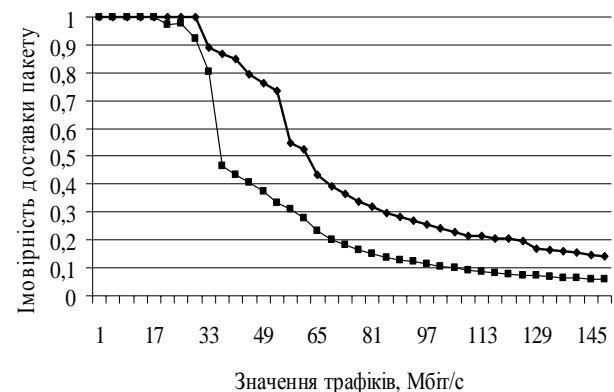


Рис. 1. Графік залежності імовірності доставки пакету від значення трафіку

На рис. 2. наведено залежності, які характеризують середню затримку пакету на комутаторі. При використанні лазерних мереж дана характеристика менша ніж при використанні технології Wi-Fi. Так, при швидкості передачі даних в 110 Мбіт/с, затримка при використанні технології лазерних мереж складає 22255 μ s, а при використанні Wi-Fi - 37545 μ s, що у 1,68 менше.

Таким чином, аналіз наведених залежностей свідчить про те, що у мережах, де є критичним втрата інформації (наприклад, військових телекомунікаційних мережах) та швидкість передачі даних, використання технології лазерних мереж є більш доцільним ніж використання технології Wi-Fi.

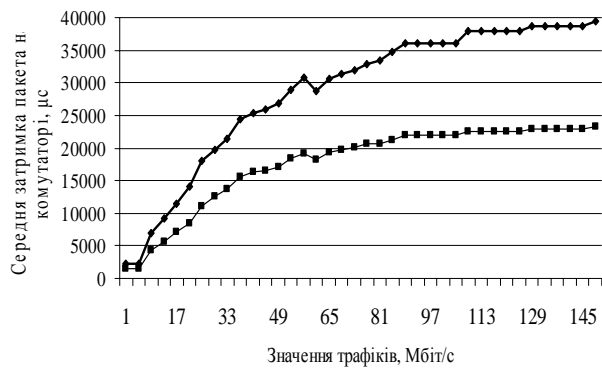


Рис. 2. Графік залежності середньої затримки на комутаторі від значення трафіку

ВИСНОВОК

При організації мереж передачі даних на теперішній час широке застосування в якості транспортної системи знаходить радіозв'язок, особливо радіорелейні лінії та радіомодеми. Такому варіанту організації мережі властивий певний перелік переваг і недоліків.

Лазерний зв'язок дозволяє швидко і якісно, надійно та ефективно вирішити проблему близького зв'язку між об'єктами, які перебувають на відстані до 1200 м і в межах прямої видимості.

Безсумнівними перевагами систем лазерного зв'язку є наступні:

- "прозорість" для більшості мережних протоколів (Ethernet, Token Ring, Sonet/OC, ATM, FDDI і ін.);
- висока швидкість передачі даних (до 155 Мбіт/с сьогодні, до 1 Гбіт/с з анонсу виробників устаткування);
- висока якість зв'язку з BER=1E-10...1E-9;
- підведення мережного трафіку до лазерного прийомопередавача за допомогою кабельних і/або оптоволоконних пристроїв зв'язку;

- відсутність необхідності одержання дозволів на використання;
- відносно низька вартість лазерного устаткування, у порівнянні з радіосистемами.

Як відзначалося вище, майбутнє за оптоволоконом і лініями зв'язку на його основі, у яких як носія інформації використовується когерентне випромінювання лазера. Лазерний зв'язок використовує той самий носій, але інформаційний сигнал не поширюється в атмосфері. Все відмічене дозволяє стверджувати, що лазерні системи зв'язку, які вирішують проблему передачі даних більш надійним і практичним способом, будуть знаходити все більше застосування.

Список літератури

1. Буров Є. *Комп'ютерні мережі* / Є. Буров. – Л.: БаК, 1999. – 254 с.
2. Кулаков Ю.А. *Компьютерные сети. Выбор, установка, использование и администрирование* / Ю.А. Кулаков, С.В. Омелянский – К.: Юниор, 1999. – 308 с.
3. Кульгин М. *Технологии корпоративных сетей* / М. Кульгин. – СПб.: Питер, 2000. – 132 с.
4. Новиков Ю.В. *Аппаратура локальных сетей: функции, выбор, разработка* / Ю.В. Новиков, Д.Г. Карпенко. – М.: ЭКОМ, 1998. – 159 с.
5. Олифер В.Г. *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы* / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 1999. – 536 с.
6. Антонов В.М. *Комп'ютерні мережі військового призначення* / В.М. Антонов, О.Ю. Пермьков. – К.: МК-Прес, 2005. – 448 с.

Надійшла до редколегії 23.06.2011

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Б.М. Судаков, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

М.А. Павленко, А.О. Стоянова, В.Н. Руденко, Г.М. Сафарова

В статье рассмотрен процесс развертывания локальных вычислительных сетей на основе беспроводных технологий и сформулированы рекомендации по его оптимизации, проведен анализ существующих технологий передачи данных, определены предпосылки внедрения сетевых технологий. Кроме того, уделено внимание обоснованию необходимости использования лазерных линий передачи данных и проведено оценку производительности сети передачи данных с использованием беспроводных технологий.

Ключевые слова: компьютерная сеть, локальная вычислительная сеть, технологии передачи данных.

USING OF WIRELESS TECHNOLOGIES TO DESIGN A LAN

M.A. Pavlenko, A.O. Stoianova, V.N. Rudenko, G.M. Safarova

In article questions of working out of recommendations about expansion of local computer networks on the basis of use of wireless technologies are considered. The analysis of existing technologies of data transmission is carried out; the reasons of introduction of network technologies are defined. The substantiation of necessity of use of laser lines of data transmission is besides, considered. The attention is paid to an estimation of productivity of a network of data transmission with use of wireless technologies.

Keywords: a computer network, the local computer network, technologies of data transmission.