

УДК 621.396.2; 621.315.21:611.7.068

Михайло Климаш¹, Дмитро Мельник², Роман Бурачок¹

¹ Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра телекомунікацій

² Львівська дирекція ВАТ “Укртелеком”

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ДОСТУПУ ДО МЕРЕЖІ INTERNET ЧЕРЕЗ ТЕЛЕФОННУ МЕРЕЖУ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЛІНІЙ ЗВ’ЯЗКУ

© Климаш Михайло, Мельник Дмитро, Бурачок Роман, 2001

У статті розглянуто основні способи доступу до мережі Internet через телефонну мережу загального користування і наведено відповідні схеми доступу; проведено порівняльний аналіз ефективності використання ліній зв’язку для різних способів доступу.

In this article a main methods of access to the Internet-network through telephone network for general use are considered, the conformable schemes of access are presented; comparative analysis use ways of communication for different mode’s access are given.

Український сегмент Internet розпочав свій розвиток у 1990 р., а офіційно домен UA був зареєстрований 1 грудня 1992 р. З цього часу починається повноцінне становлення та розвиток українського сегменту Internet. На сьогодні, в Україні за різними оцінками, задіяно від 25 до 30 тис. хостів, послугами яких користуються 300 – 400 тис. абонентів. Згадані абоненти, використовуючи ТМЗК для доступу до сервера Internet, займають телефонні лінії на тривалий час, який в середньому по Україні становить 30 хв (або створюють навантаження 0,5 Ерл.) [1]. Це значно перевищує час, необхідний для проведення телефонної розмови із середньою тривалістю 3 хв (0,05 Ерл.). Очевидно, що при таких навантаженнях, враховуючи щорічний приріст користувачів Internet, діюча ТМЗК не задовольнятиме вимоги щодо якості обслуговування абонентів, тому постає завдання модернізації первинної мережі, способів організації доступу та методів підключення абонентів до мережі Internet [2].

Способи доступу до мережі Internet. Архітектура побудови мережі Internet передбачає встановлення та взаємне підключення між собою у неієрархічному порядку вузлів Internet з підключенням до них серверів доступу, які концентрують навантаження від певної кількості Internet-користувачів. Архітектура побудови мережі Internet на ділянці від приміщення користувача до першого (найближчого) вузла Internet здебільшого використовує тим чи іншим чином ресурси місцевої ТМЗК [3].

На теперішній час існує декілька основних способів доступу до мережі Internet з використанням ТМЗК. Розглянемо ці способи відносно одного вузла Internet.

1) Структура з використанням комутованого з’єднання через місцеву ТМЗК (dial-up) для одного вузла Internet і одного серверу доступу. Вузол Internet та сервер доступу для такої структури знаходяться як правило в одному приміщенні та з’єднані за протоколом Ethernet із швидкістю передачі 10 або 100 Мбіт/с без застосування пристроїв передачі (модемів, або цифрових систем передачі). З’єднання між терміналом користувача та сервером доступу здійснюється:

– через комутоване з’єднання каналу ТЧ із смугою 3,1 КГц (теоретична швидкість до 56 Кбіт/с) у випадку аналогової абонентської лінії при використанні модема;

– через універсальну модемну стійку в разі цифрової абонентської лінії (ISDN BRI) через комп'ютерну карту PCI BRI, що забезпечує передачу сигналів у цифровому вигляді з швидкістю 64 Кбіт/с або 128 Кбіт/с.

2) Структура, що передбачає для одного вузла Internet кілька серверів доступу, розташованих на певній території (ідеально – на кожній АТС), доступ до яких користувачі здійснюють встановленням комутованих з'єднань місцевою ТМЗК, але лише через одну-дві АТС. Сервери доступу розміщені так, що територія обслуговування розподіляється на зони, забезпечуючи короткий та якісний комутований доступ через місцеву ТМЗК (dial-up). З'єднання аналогових абонентських ліній забезпечують швидкість до 56 Кбіт/с а для ISDN BRI ліній відповідно 64 або 128 Кбіт/с.

3) Підключення користувача до мережі Internet за допомогою виділених ліній, використовуючи некомутовані абонентські лінії, які організовані кросуванням абонентських ліній (на магістральних ділянках) між приміщенням користувача та сервером доступу. При цьому застосовують модеми для виділених ліній, які мають більші швидкості передачі, ніж модеми для комутованих ліній. Виділена лінія не з'єднана з ТМЗК, а лише використовує симетричні пари абонентської мережі.

4) Підключення через супутник. Користувач має телефонну лінію з підключеним до неї модемом або картою ISDN BRI для передачі у режимі комутованого доступу запитів. Інформація у зворотному напрямку надходить до абонента через супутник та приймається індивідуальною супутниковою приставкою, що дозволяє отримати значно більшу швидкість, порівняно із швидкістю запиту.

5) Підключення через мережу кабельного телебачення з використанням коаксіального кабеля та спеціального розподільчого пристрою, що розділяє сигнали кабельного телебачення і сигнали обміну з сервером доступу Internet.

Різні способи доступу мають свої переваги та недоліки. В перших трьох способах доступу до мережі Internet використовується місцева ТМЗК, тому розглянемо їх докладніше з погляду ефективності використання ресурсів ТМЗК та якісних параметрів.

Підключення абонента до мережі Internet з використанням схеми "один сервер доступу". Схема "один сервер доступу" (рис.1) передбачає підключення абонента до сервера доступу, що має вихід у світовий Internet, по існуючих абонентських лініях ТМЗК. Підключення здійснюється за допомогою модема для аналогових ліній, або за допомогою карти ISDN BRI через блок мережевого закінчення NT для цифрових ліній. Доступ здійснюється через місцеву телефонну мережу за допомогою комутації звичайного телефонного каналу ТЧ зі смугою 3,1 КГц через комутаційні поля проміжних аналогових та цифрових АТС (рис.1, а).

Цифрова АТС з'єднана безпосередньо із модемною стійкою за допомогою цифрових ліній. З модемної стійки, через пристрій захисту організується з'єднання з сервером доступу. Для доступу в мережу Internet на цифровій АТС виділяється певна кількість телефонних номерів або застосовується серійний номер. Набравши один з цих номерів абонент здійснює доступ в Internet.

Доступ з аналогових ліній здійснюється зі швидкістю 2,4÷56 Кбіт/с, а доступ по цифрових лініях з використанням асинхронних модемів, здійснюється з більшою швидкістю – 64 Кбіт/с, 128 Кбіт/с, іноді 256 Кбіт/с, використовуючи інтерфейси базового доступу ISDN BRI (B+D та 2B+D). Еквівалентна схема доступу абонента згідно з цією схемою показана на рис. 1, б.

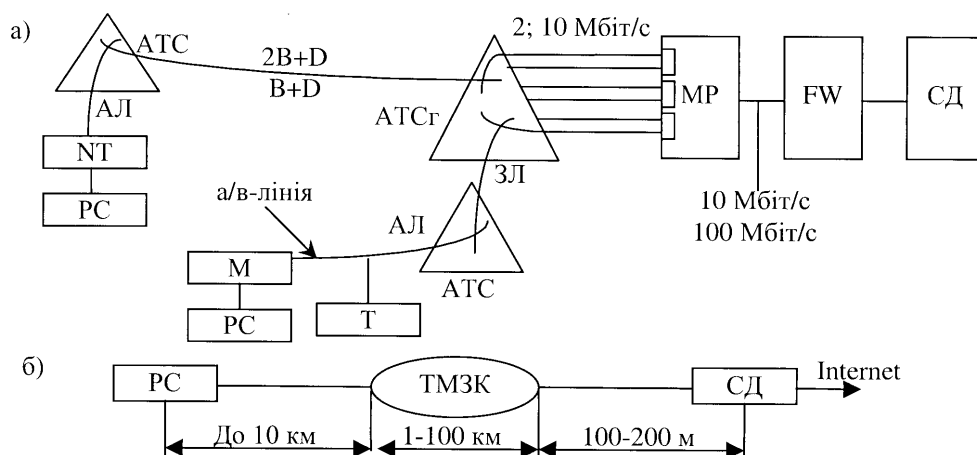


Рис. 1. Схема "один сервер доступу":

а – підключення абонента до мережі Internet за схемою "один сервер доступу";

б – еквівалентна схема. FW – firewall – пристрій захисту; CD – сервер доступу (головний); MP – modem pool – модемна стійка; ATC – звичайні місцеві ATC як аналогові, так і цифрові; ATC_г – цифрова ATC, до якої безпосередньо підключене обладнання доступу Internet; PC – персональний комп'ютер; NT – блок мережевого закінчення, для цифрових ліній ISDN; 2B+D, B+D – види доступу по цифрових лініях; а/в-лінія – звичайна аналогова лінія; AL – абонентські лінії; ЗЛ – з'єднувальні лінії між ATC; М – модем; Т – аналоговий телефон

Підключення абонента до мережі Internet з використанням схеми "один сервер доступу". Схема "один сервер доступу" (рис.1) передбачає підключення абонента до сервера доступу, що має вихід у світовий Internet, по існуючих абонентських лініях ТМЗК. Підключення здійснюється за допомогою модема для аналогових ліній, або за допомогою карти ISDN BRI через блок мережевого закінчення NT для цифрових ліній. Доступ здійснюється через місцеву телефонну мережу за допомогою комутації звичайного телефонного каналу ТЧ зі смугою 3,1 КГц через комутаційні поля проміжних аналогових та цифрових АТС (рис.1, а).

Цифрова АТС з'єднана безпосередньо із модемною стійкою за допомогою цифрових ліній. З модемної стійки, через пристрій захисту організується з'єднання з сервером доступу. Для доступу в мережу Internet на цифровій АТС виділяється певна кількість телефонних номерів або застосовується серійний номер. Набравши один з цих номерів абонент здійснює доступ в Internet.

Доступ з аналогових ліній здійснюється зі швидкістю 2,4÷56 Кбіт/с, а доступ по цифрових лініях з використанням асинхронних модемів, здійснюється з більшою швидкістю – 64 Кбіт/с, 128 Кбіт/с, іноді 256 Кбіт/с, використовуючи інтерфейси базового доступу ISDN BRI (B+D та 2B+D). Еквівалентна схема доступу абонента згідно з цією схемою показана на рис. 1, б.

Підключення абонента до мережі Internet з використанням схеми вузол Internet і кілька серверів доступу. Згідно з цією схемою (рис.2) абонент під'єднується до вузла Internet через сервер доступу, який територіально віддалений від вузла. На АТС встановлені сервери доступу з прямим виходом через модеми некомутованих ліній на вузол Internet. Еквівалентна схема доступу абонента до мережі Internet з використанням схеми вузол Internet і кілька серверів доступу показана на рис.2, б.

На кожній АТС виділяється кілька телефонних ліній з серійним номером для організації комутованого з'єднання користувачів з сервером доступу. Сервер доступу постійно з'єднаний з сервером Internet виділеними лініями через синхронні або асинхронні модеми. Ці лінії можуть забезпечувати швидкість від 64 Кбіт/с до 2048 Кбіт/с.

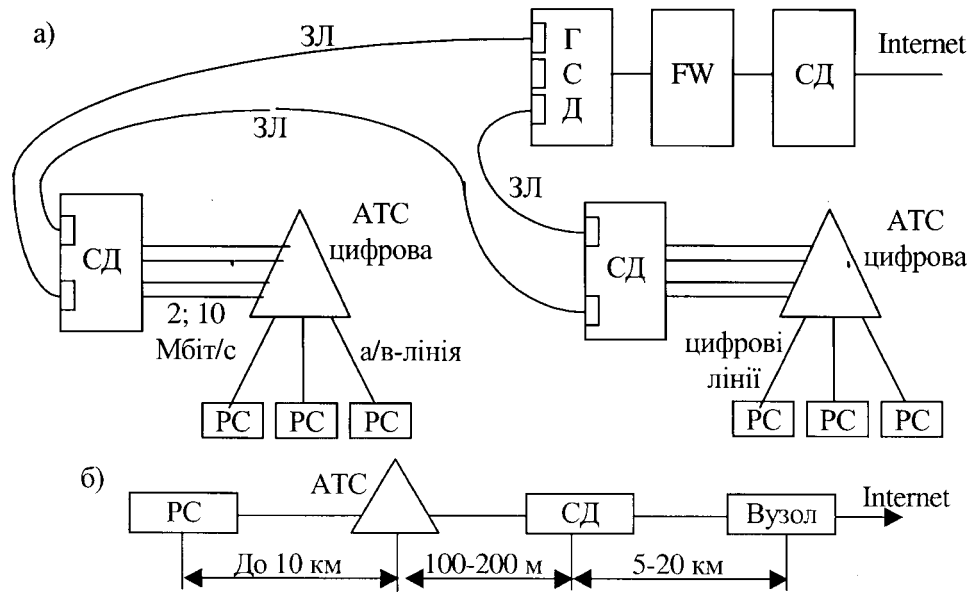


Рис. 2. Схема “кілька серверів доступу”:
а – підключення абонента до мережі Internet
за схемою кілька серверів доступу; б – еквівалентна схема

Відстань між сервером доступу та вузлом Internet може сягати 20 км і більше. Це пояснюється тим, що у великих містах відстань між АТС є значною, а вузол Internet як правило один. Сервери доступу розміщуються неподалік від АТС або в приміщенні АТС. Перевагою цього способу доступу є невелика кількість точок комутації, що дає можливість користувачу застосовувати максимально можливі швидкості роботи асинхронних модемів (до 56 Кбіт/с). Недоліком вважається необхідність встановлення великої кількості серверів доступу, особливо у зонах обслуговування координатних і декадно-крокових АТС, що економічно виправдано лише при великій кількості Internet-користувачів.

Підключення абонента до мережі Internet з використанням виділених ліній. Цей спосіб доступу передбачає надання кожному абоненту виділених ліній (рис. 3). Підключення до вузла Internet здійснюється за допомогою модемів, модемних карток та xDSL пристроїв. Всі ці види доступу здійснюються із застосуванням симетричних пар абонентської телефонної мережі та ЗЛ між АТС.

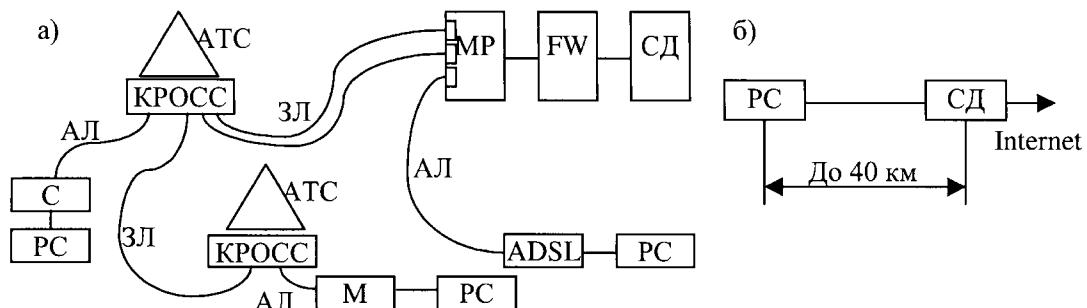


Рис. 3. Схема підключення по виділених лініях: а – схема підключення абонента до мережі Internet з використанням виділених ліній; б – еквівалентна схема

Використання xDSL пристроїв дає змогу передавати високошвидкісні потоки інформації при безпосередньому підключенні до АТС. Швидкість передачі інформації може сягати 2 Мбіт/с (E1) і вище.

На перший погляд схема з розподіленими серверами доступу розвантажує місцеву ТМЗК, відводячи графік Internet-абонентів більш ефективним способом на вузол Internet. Але телефонна лінія і надалі залишається зайнятою, точка поля АТС та проміжні лінії на час сесії недоступні, тому не змінюється навантаження місцевої АТС.

Порівняння ефективності використання ліній при різних схемах доступу. Як було викладено вище, користувачі Internet значно збільшують навантаження на місцеву ТМЗК при використанні комутованих з'єднань. Для порівняння ефективності використання ЗЛ при організації доступу до мережі Internet розглянемо випадки (див. таблицю):

1. Кінцевого користувача підключають до вузла Internet через комутоване з'єднання: аналогове (а) і цифрове (б).

2. Кінцевий користувач підключається до вузла Internet через сервер доступу, який виходить на вузол Internet, використовуючи комутоване з'єднання: аналогове (а) і цифрове (б).

3. Кінцевий користувач підключається до вузла Internet через сервер доступу, який виходить на вузол Internet, використовуючи виділену лінію.

Для аналізу необхідно зробити припущення, що один користувач займає смугу 12,8 Кбіт/с; із-за використання пакетної комутації протоколу IP, ущільнення буде 1:5; для організації виділеної лінії задіюється xDSL модем і швидкість у лінії становить 2 Мбіт/с. Ефективність використання ЗЛ визначимо за формулою

$$E_f = V_k / V_n * Q * 100\%$$

де E_f – ефективність використання лінії зв'язку; V_k – швидкість, що гарантується одному кінцевому користувачу; V_n – максимальна швидкість у лінії; Q – кількість кінцевих користувачів, що одночасно можуть працювати на одній лінії.

Висновки. 1. Інформаційний обмін при використанні Internet по комутованому з'єднанні для одного користувача має високу якість і швидкість, але лінія зв'язку використовується

Доступ до мережі Internet

	Способи організації доступу	Максимальна швидкість в лінії	Кількість корист. на лінію	Ефективність використання лінії	Суб'єктивна оцінка якості
1а	Кінцевий користувач підключається до вузла Internet через аналогове комутоване з'єднання	56 Кбіт/с	1	22,3%	Висока
1б	Кінцевий користувач підключається до вузла Internet через цифрове комутоване з'єднання	128 Кбіт/с	1	10%	Дуже висока
2а	Кінцевий користувач підключається до вузла Internet через СД. СД виходить на вузол Internet через аналогове комутоване з'єднання	56 Кбіт/с	2	45,7%	Добра
2б	Кінцевий користувач підключається до вузла Internet через СД. СД виходить на вузол Internet через цифрове комутоване з'єднання	128 Кбіт/с	10	100%	Задовільна
3	Кінцевий користувач підключається до вузла Internet через СД. СД виходить на вузол Internet по виділеній лінії	1984Кбіт/с	150	96,7%	Задовільна

неефективно. Це є критично для схеми доступу на рис. 2, б, коли одному користувачу доступна швидкість до 128 Кбіт/с і він постійно під час сеансу роботи в Internet займає одну лінію. Відповідно N користувачів займають N ліній.

2. Схема з використанням серверу доступу підвищує ефективність використання лінії зв'язку, особливо при організації цифрового комутованого з'єднання між сервером доступу та вузлом Internet. При цьому, якість роботи в мережі добра.

3. Схема доступу з використанням виділених ліній не вносить до ТМЗК додаткового навантаження, але такі лінії є достатньо дорогими, тому кінцевими користувачами майже не використовуються. Задовільну якість роботи в мережі Internet можна досягти, задавшись гарантованою швидкістю на одного кінцевого користувача та використовуючи сучасні системи ущільнення аналогових ліній.

4. З порівняння різних схем доступу слідує: місцева ТМЗК використовується найбільш ефективно коли по ЗЛ проходить трафік від групи Internet-користувачів, (схема з розподіленими по території серверами доступу). Система доступу з виділеними лініями є економічно не вигідною і масове використання її проблематичне.

1. Балюк В. Украинский сегмент сети INTERNET сегодня. // Сети и телекоммуникации, 1999, – №2(8), С. 10–20. 2. Балюк В. Необходимо ли регулирование INTERNET // Сети и теле-коммуникации, 1999, – №(9), С. 11–13. 3. Айзман М. И., Гольшико А. В. INTERNET и телеко-ммуникации // Вестник связи. 1998. – № 4. С. 75–79.

УДК 621.396.2; 621.315.21: 611.7.068

Михайло Климаш, Євген Чернихівський
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра телекомунікацій

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАФІКА ТА ПОТЕНЦІЙНОЇ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ОПТИЧНИХ ВОЛОКОН ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ

© Климаш Михайло, Чернихівський Євген, 2001

Обчислено навантаження та пропускну здатність одномодових оптичних волокон для транспортної мережі; дано порівняльний аналіз дисперсійних характеристик волокон зі зміщеною ненульовою дисперсією і визначено довжину регенераційної ділянки для DWDM мереж.

An one mode optical fibres loading and carrying capacity computation for transport network was carried out. A comparative analysis of dispersion fibres characteristics with displaced nonzero dispersion and length regenerate zone definition for DWDM networks are given.

Аналіз пропускну здатності оптичних волокон. Однією з найбільш складних задач, яку розв'язують при побудові мереж зв'язку, є прогнозування трафіка. Правильне прогнозування дозволяє із самого початку вибрати оптимальну пропускну здатність і структуру транспортної мережі, оскільки будь-яка перебудова принципово пов'язана з додатковими витратами. Відомі методи передбачення трафіка [1], що базуються на тих чи інших методах екстраполяції функцій, дають задовільну точність тільки за умови, що в майбутньому