

Кулик Наталія, ст. магістратури факультету кібернетики; науковий керівник – ст. викладач Суховецький І. О. (Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, м. Рівне)

ПРОЕКТУВАННЯ АБОНЕНТСЬКОЇ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ADSL (НА ПРИКЛАДІ ВАТ «УКРТЕЛЕКОМ»)

***Анотація.** У статті досліджено використання технологій ADSL на абонентській телефонній лінії, що дозволяє перетворити абонентську кабельну мережу на частину мережі високошвидкісної передачі даних. Зазначено, що окрім забезпечення високошвидкісної передачі даних, технології ADSL є ефективним засобом організації багатоканальних служб телефонного зв'язку. Обґрунтовано, що за допомогою технології VODSL (голос по ADSL) можна об'єднати велику кількість каналів телефонного (голосового) зв'язку.*

***Ключові слова:** технології ADSL, методи передавання інформації, модуляція.*

***Аннотация.** В статье исследовано использование технологий ADSL на абонентской телефонной линии, что позволяет превратить абонентскую кабельную сеть в часть сети высокоскоростной передачи данных. Отмечено, что кроме обеспечения высокоскоростной передачи данных, технологии ADSL является эффективным средством организации многоканальных служб телефонной связи. Обосновано, что за с помощью технологии VODSL (голос по ADSL) можно объединить большое количество каналов телефонной (голосовой) связи.*

***Ключевые слова:** технологии ADSL, методы передачи информации, модуляция.*

***Annotation.** The article analyzes the use of ADSL technology on the subscriber telephone line that allows turning subscriber cable network to the network of high-speed data transmission. It is noted that in addition to providing high-speed data transmission, ADSL technology is an effective means of organizing multi-service telecommunication. It is proved that technology VODSL (voice over ADSL), can combine a large number of telephone (voice) connection channels.*

***Keywords:** ADSL technology, data transmission methods, modulation.*

Використання технологій ADSL на абонентській телефонній лінії дозволило перетворити абонентську кабельну мережу на частину мережі високошвидкісної передачі даних. Телефонні компанії дістали можливість збільшити свої прибутки, використовуючи існуючу кабельну телефонну

мережу для надання своїм абонентам можливості високошвидкісної передачі даних за доступною ціною. Для кінцевих користувачів технології ADSL забезпечують високошвидкісне і надійне з'єднання між мережами або з мережею Інтернет, а телефонні компанії дістають можливість виключити потоки даних зі свого комутаційного устаткування, залишаючи його виключно для традиційного телефонного зв'язку.

Окрім високошвидкісної передачі даних, технології ADSL є ефективним засобом організації багатоканальних служб телефонного зв'язку. За допомогою технології VODSL (голос по ADSL) можна об'єднати велику кількість каналів телефонного (голосового) зв'язку і передати їх по одній абонентській лінії, на якій встановлено устаткування ADSL.

Актуальність теми полягає в тому, що при передачі інформації телефонними каналами виникає проблема як організації надійного доступу та зв'язку, так і захисту інформації від несанкціонованого доступу.

Метою нашої статті є проектування абонентської мережі з використанням технології ADSL на прикладі БАТ «Укртелеком», розрахунок її основних технічних характеристик – частотних характеристик підсилення та затухання і часових характеристик, а також моделювання в програмному середовищі NetCracker Professional 4.0 спроектованої мережі.

Концепція ADSL була запропонована на початку цього десятиліття компанією AT&T Bell Laboratories і Стенфордським університетом. З тих пір був пройдений шлях від комп'ютерних емуляцій і лабораторних прототипів до випуску стандартних систем, які переростають в інтегровані системи.

Принцип полягає в одночасній передачі по мідній парі високошвидкісного вхідного потоку до користувача і низькошвидкісного вихідного потоку від користувача в мережу без впливу на телефонію [1].

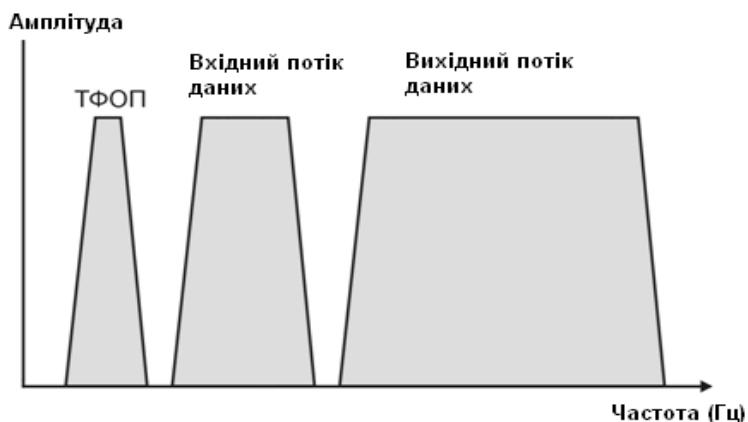


Рис. 1. Спектр частот, які використовуються

У високошвидкісному вхідному потоці і низькошвидкісному вихідному потоці передається цифрова інформація. Як додаток до цього, технологія ADSL має важливу можливість мультиплексування цифрової інформації на вищих частотах, у порівнянні з традиційним каналом ТЧ. Іншими словами, користувачі, що використовують аналогову телефонію, дають їй можливість користуватися одночасно з ADSL. Ця функція здійснюється за допомогою спеціального пристрою – сплітера (ФНЧ).

На рис. 2. зображені зовнішні характеристики ADSL. Пропускна здатність вихідного і вхідного потоків складає декілька Кбіт/с і декілька Мбіт/с відповідно. Природно, у міру збільшення відстані, максимально досяжна пропускна здатність падає.

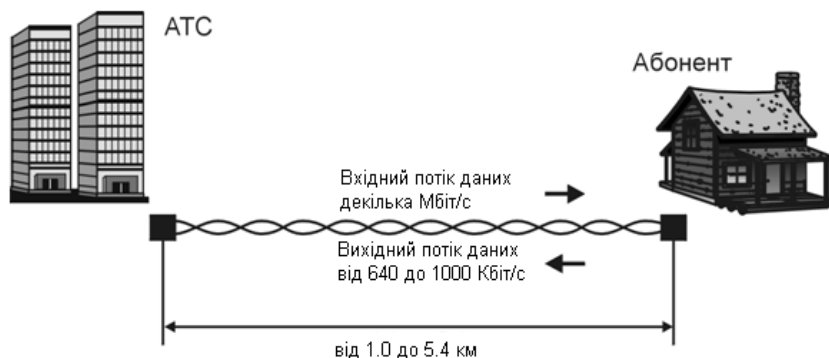


Рис. 2. Зовнішні характеристики ADSL

Оскільки вихідний потік передається на нижчій частоті у порівнянні з вхідним, перехідні перешкоди будуть значно нижчі, ніж при використанні симетричних систем. Відсутність таких перешкод дозволяє використовувати ADSL пристрій на великих відстанях.

Приймач ADSL функціонує на вищих частотах, ніж стандартні телефонні пристрої, тому за наявності фільтрації, що забезпечує захист від небажаного шуму (номера, що виникає при передачі декадним струмом, і при посиленні струму виклику), ADSL пристрої можуть використовувати одну телефонну пару разом з телефонними пристроями.

Таким чином, технологія ADSL передбачає наявність пари високошвидкісних модемів для забезпечення доступу до широкосмугових служб. Один модем встановлюється в ADSL – мультиплексорі і з'єднується через високошвидкісну мережу з провайдером служб, що надає доступ в Інтернет, а також відео за запитом. Інший модем встановлюється в приміщенні користувача і з'єднується з одним або декількома модулями

служб (Service Module -SM). SM – це пристрій кінцевого користувача, наприклад, персональний комп'ютер (ПК).

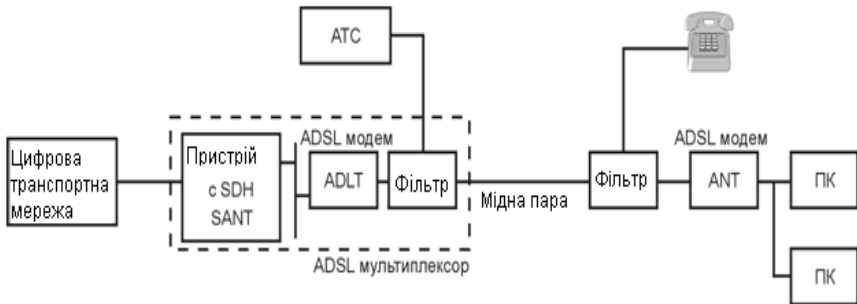


Рис. 3. Принцип організації ADSL

За 2014 рік ВАТ «Укртелеком» надано послуг зв'язку на 7 825 млн. грн., в т.ч. послуг фіксованого зв'язку – 7 790 млн. грн. Середньомісячна доходність одного основного телефонного апарату за рік становила 51,5 грн., в т.ч. у населення – 36,5 грн., у споживачів інших категорій – 149,3 грн.

Упродовж 2014 року введено в дію 850 тис. портів ADSL, з яких задіяно 535 тис., це у 2,5 рази більше, ніж на початок року. Середньомісячний прибуток 1-го порту ADSL – 108 грн., що в 2,1 рази перевищує середньомісячний прибуток одного основного телефонного апарату. В цілому, доходи від продажу комп'ютерних послуг склали 694 млн. грн. доходів, що в 1,6 рази більше ніж у минулому році, частка доходів у загальній сумі зросла з 5,3 % до 8,9 %.

Упродовж 2014 року введено в експлуатацію 865 об'єктів, на яких задіяно 1223 точки доступу мереж безпроводного доступу за технологією Wi-Fi. Загальна кількість об'єктів безпроводного доступу становить 1195, на яких задіяно понад 1750 точок доступу.

Продукт ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) призначений для того, щоб мати можливість пропонувати користувачам приватного сектора і сектора малого бізнесу, що знаходиться на обмеженій відстані від СО (Central Office – будівля (АТЦ)), послуги з передачі даних на підвищених швидкостях. Для надання таких послуг використовуються існуючі мідні виті пари (по одній на кожного користувача), при цьому жодні додаткові активні повторювачі не потрібні. Використання технології FDM (Frequency Division Multiplexing – частотне ущільнення каналів) дозволяє за тими самими витими парами одночасно надавати послуги POTS (Plain Old Telephone Service – послуги звичайної телефонії), тому можна говорити про такі переваги:

– оператор мережі використовує існуючу кабельну інфраструктуру;

– у абонента зберігаються існуючі послуги телефонії разом з існуючою апаратурою.

У ADSL-системі передбачені асиметричні швидкості передачі бітів: висока (аж до 8 Мбіт/с) в напрямі від СО до абонента (*швидкість в прямому каналі*) і низька (аж до 1 Мбіт/с) в протилежному напрямі (*швидкість в зворотному каналі*). Ця асиметрія дає можливість надавати абонентові послуги, для яких потрібна широка смуга частот, у тому числі послуги мультимедіа (цифрові відео- і аудіо-послуги) і з'єднання по протоколу Ethernet. Надалі, по мірі збільшення швидкості в зворотному каналі, стане можливим надання на менших швидкостях послуг мультимедіа двостороннього характеру [2].

Продукт ADSL повністю оснований на технології ATM (Asynchronous Transfer Mode – режим асинхронної передачі). Це означає, що як дані користувача (мультимедіа, з'єднання по протоколу Ethernet й інформація управління), так і дані системи ОАМ (Operation, Administration and Maintenance – експлуатація, адміністрування і техобслуговування), що управляють і транспортуються із застосуванням ATM-комірок. Основною причиною такого підходу є забезпечення гнучкості продукту на перспективу. Використання ATM як транспортного режиму в більшості випадків дозволяє операторам мереж і провайдерам послуг удосконалювати послуги, що надаються, без зміни мережевого устаткування.

Система ADSL складається з двох частин, перша з яких (на стороні СО) називається ASAM (рис. 4), (ATM Subscriber Access Multiplexer-ATM-мультиплексор абонентського доступу), а друга (на стороні абонента) – (CPE Customer Premises Equipment – устаткування в приміщенні замовника). CPE, у свою чергу, включає PS (POTS Splitter – розгалужувач) і ANT (ADSL Network Termination (unit) – (блок) мережевого ADSL – закінчення). По транспортній ATM – лінії мультиплексор ASAM сполучений з ATM комутатором. Вибраним транспортним механізмом є або SDH (Synchronous Digital Hierarchy – синхронна цифрова ієрархія) [STM1 або SONET (OC3c)] або PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy – плезіохронна цифрова ієрархія) [E1]. Блок ANT може бути підключений до TE (Terminal Equipment – термінальне устаткування) (STB (Set Top Box – телеприставка) або іншому мультимедійному терміналу) і до локальної мережі (LAN), що використовує протокол Ethernet.

При розрахунку мережі доступу на базі устаткування ADSL скористаємося контрактною пропозицією, що надійшла від компанії N на організацію високошвидкісного доступу в Інтернет для 164 абонентів.

Для реалізації даного проекту приймемо рішення використовувати апаратні і програмні засоби компанії Alcatel, що займає провідні позиції на ринку пристроїв ADSL.

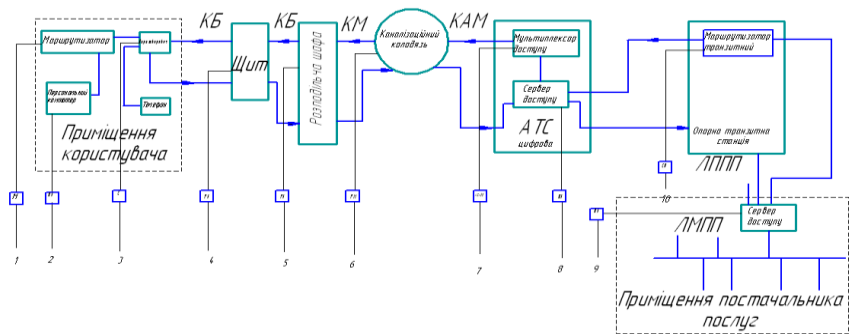


Рис. 4. Функціональна схема автоматизації мережі на базі технології ADSL

Розглянемо побудовану мережу з використанням технології ADSL. Мережа складалася з великої кількості користувачів, розділених на робочі групи. Мікрорайон, в якому проектується мережа, включає в себе 70 будинків, з яких близько 30 є багатоповерховими. Вихід в глобальну мережу Інтернет здійснюється через сервер доступу АТМ. Як магістраль мережі використовується кільце ADSL, що поєднує близько 300 робочих груп і близько 5000 комп'ютерів. При автоматизації мережі за допомогою Інтернет технології ADSL завантаження мереж робочих груп становить в середньому 30 %, що є нормою. Найбільше навантаження на мережу створював процес передачі файлів.

Система ADSL складається з двох частин, перша з яких (з боку постачальника послуг) називається ASAM – на рис. 5 апаратна частина (ATM Subscriber Access Multiplexer – АТМ-мультиплексор абонентського доступу), а друга (з боку абонента) – CPE (рис. 6), (Customer Premises Equipment – устаткування в приміщенні замовника). CPE в свою чергу включає PS (POTS Splitter – розгалужувач) і ANT (ADSL Network Termination (unit) – (блок) мережевого ADSL-закінчення).

Автоматизація мережі за допомогою технології ADSL вирішується за допомогою комбінованої інфраструктури, до складу якої входять щонайменше чотири функціональні групи:

- мала LAN в приміщенні абонента;
- інфраструктура зв'язку оператора мережі, яка містить мережу доступу, мультиплексори, ВВ (Broad Band – широкосмуговий комутатор) і високошвидкісну опорну мережу;
- LAN в ISP (Internet Service Provider – провайдер послуг мережі Інтернет) у разі, коли доступ до мережі Інтернет здійснюється саме у такий спосіб;
- LAN підприємства у разі, коли забезпечений доступ до корпоративної мережі.

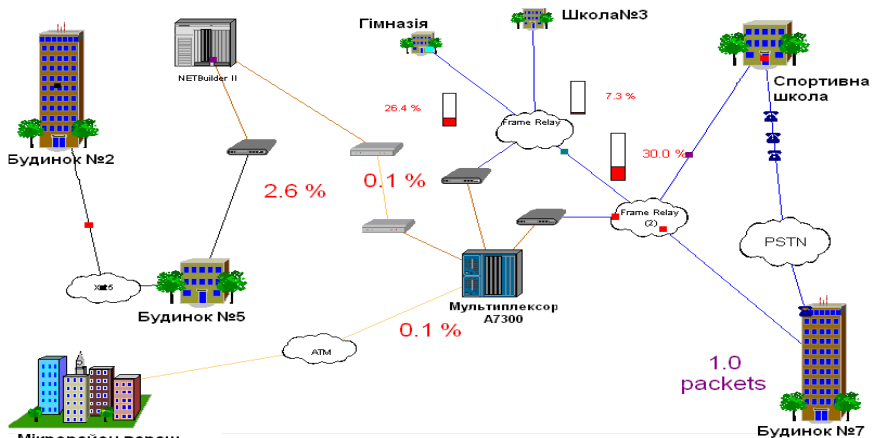


Рис. 5. Загальна схема організації мережі ADSL

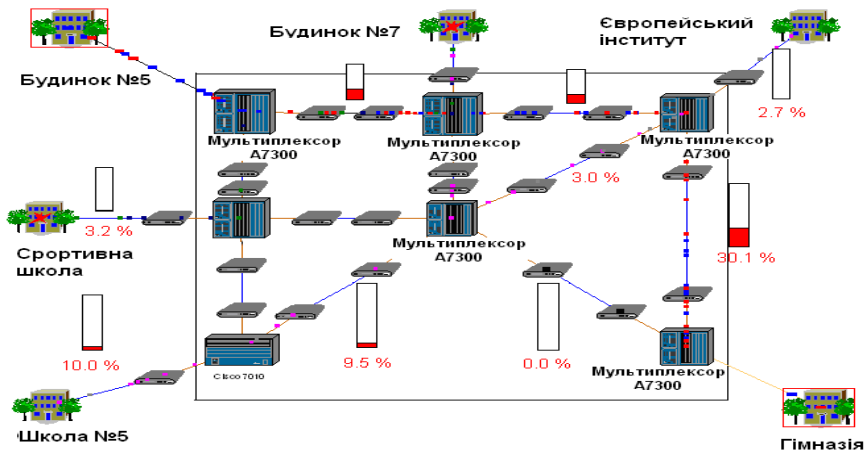


Рис. 6. Схема мережі на основі технології ADSL

Для автоматизації системи і кращої продуктивності використовуємо спеціальні модеми на технології ADSL таких типів: Callisto 821 +R3 (ADSL2+), дводіапазонний модем ADSL2+ Annex A/B з портами USB і Ethernet та Acopri Sprinter@ADSL W422G. Ці модеми дозволяють одночасно

користуватись Інтернетом та телефонним зв'язком.

Як вузлове устаткування оператора зв'язку на проєктованій мережі доступу використовуються 6 ADSL мультиплексорів A7300 ASAM, які встановлюються в кросах АТС.

Автоматизована система ADSL може працювати як з постійним, так і з виносними блоками. Виносне ASAM-обладнання може бути або безпосередньо підключено до опорної АТМ-мережі, або каскадується від того, що знаходиться на постійному місці мультиплексора ASAM, через інтерфейс Е1.

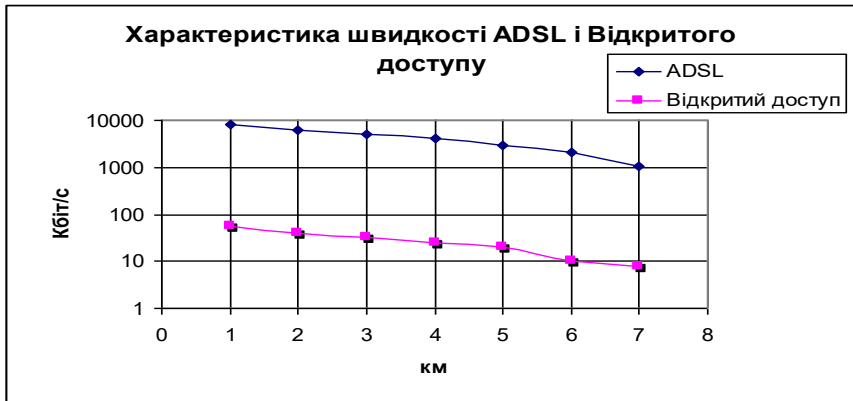


Рис. 7. Характеристики швидкості ADSL і Відкритого доступу

З характеристики, наведеної на рис. 7 можна зробити висновок, що при використанні технології ADSL можна отримати швидкість в декілька разів вищу, ніж при використанні технології Відкритого доступу.

1. Деарт В. Ю. Асимметричная цифровая абонентская линия. Теоретические основы. Учебное пособие / Под редакцией В. Ю. Деарт, Д. М. Броннер. – М. : Мир, 2001. – 41 с.
2. Деарт В. Ю. Асимметричная цифровая абонентская линия. Описание системы. Учебное пособие / Под редакцией В. Ю. Деарт, Д. М. Броннер. – М. : Мир, 2001. – 36 с.
3. Internet Access. Учебное пособие, 2000 – 25 с.
4. Крук Б. В. Телекоммуникационные системы и сети / Б. В. Крук, Н. П. Попантонопуло. – Сиб. предприятие «Наука» РАН, 1998. – 523 с.
5. Симонович С. К. Сетевые технологии. ДЕСС КОМ. Информ-Пресс / С. К. Симонович, Т. В. Евсеев. – М.: Олком, 2000. – 221 с.
6. Олифер В. А. Компьютерные сети. Принципы. Технологии и протоколы / В. А. Олифер, Н. В. Олифер. – С-П.: Интермир, 2000. – 267 с.
7. Сынзыныс Б. К. Биологическая опасность и нормирование электромагнитных излучений персональных компьютеров / Б. К. Сынзыныс, А. С. Ильин. – М. : Русполиграф, 1997. – 62 с.
8. Дурнев В. В. Электросвязь. Введение в специальность / [Дурнев В. В. и др.]. – М. : Радио и связь, 1988. – 215 с.
9. Рабинер Л. Теория и применение цифровой обработки

сигналов / Л. Рабинер, Б. Гоулд. – М. : Мир, 1978. – 301 с.