

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Навчально-науковий центр заочної форми навчання

(повна назва)

Кафедра

Інформаційно-мережної інженерії

(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Аналіз принципів впровадження технології IP-телефонії

у корпоративній мережі

(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи ІМІзм-19-2

Герасименко Є.В.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 172 «Телекомунікації

та радіотехніка»

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма _____

«Інформаційно-мережна інженерія»

(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Харченко Н.А.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

(підпис)

Безрук В.М.

(прізвище, ініціали)

2021 р.

Не містить відомостей заборонених до відкритого публікування.

Студент */ Герасименко Є.В. /*

Керівник */ Харченко Н.А. /*

Харківський національний університет радіоелектроніки

Навчально-науковий центр заочної форми навчання
 Кафедра Інформаційно-мережної інженерії
 (повна назва)
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)
 Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
 (код і повна назва)
 Тип програми освітньо-наукова
 (освітньо-професійна або освітньо-наукова)
 Освітня програма «Інформаційно-мережна інженерія»
 (повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

 Зав. кафедри _____
 (підпис)

«_____» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентів Герасименко Євгенію Віталійовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Аналіз принципів впровадження технології IP-телефонії у
корпоративній мережі

затверджена наказом університету від 25 березня 2021 р. № 33 Стз

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 22 травня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Провести аналіз інформаційних технологій, що можуть бути
використані при побудові корпоративних мереж. Розглянути принцип роботи, можливі
послуги та особливості IP-телефонії. Провести аналіз переваг впровадження IP-телефонії
у корпоративних мережах. Обрати необхідну систему IP-телефонії, що задовольняє
вимогам підприємства за допомогою ієрархічного методу. Розглянути варіанти
підключення віддалених офісів або окремих абонентів до мережі IP-телефонії. Дослідити
варіант бездротового підключення віддаленого офісу та провести розрахунки дальності дії
бездротових каналів та пропускної здатності каналу IP-телефонії у глобальній мережі

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі Вступ та висновки

1 Аналіз інформаційних технологій, що використовуються в корпоративних мережах

2 Особливості IP-телефонії

3 Багатофункціональна система бізнес-телефонії для компанії та віддалених філіалів

4 Використання бездротового підключення віддаленого офісу у системі NBX 100

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п. 5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) назва та мета роботи; особливості IP-телефонії; принцип роботи IP-телефонії; вибір моделі системи IP-телефонії методом аналізу ієрархій; багатофункціональна система бізнес-телефонії 3Com NBX 100 Communications System; обладнання 3COM NBX100; організація бездротового зв'язку між головним та малими офісами; розрахунок дальності бездротових каналів; розрахунок пропускної здатності каналу глобальної мережі; висновки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення із завданням. Уточнення ТЗ.	25.03.21	виконано
2	Підбір літератури за темою роботи.	26.03.21	виконано
3	Вступ	10.04.21	виконано
4	Аналіз інформаційних технологій, що використовуються в корпоративних мережах	11.04-20.04.21	виконано
5	Особливості IP-телефонії	21.04-30.04.21	виконано
6	Багатофункціональна система бізнес-телефонії для компаній та віддалених філіалів	01.05-6.05.21	виконано
7	Використання бездротового підключення віддаленого офісу у системі NBX 100	7.05-20.05.21	виконано
8	Висновки	21.05.21	виконано
9	Оформлення презентаційного матеріалу, підготовка до захисту у ЕК	22.05-24.05.21	виконано

Дата видачі завдання 25 березня 2021 р.

Студент _____

(підпис)

Керівник роботи _____ доц. Харченко Н.А.

(підпис)

(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 97 с., 23 рис., 32 табл., 13 джерел, 2 додатки.

КОРПОРАТИВНА МЕРЕЖА, WAN, IP-ТЕЛЕФОНІЯ, СИСТЕМА ЗСОМ NBX100, WATSON 4, ВІДДАЛЕНИЙ ОФІС.

Об'єкт дослідження - корпоративна мережа підприємства.

Мета роботи – аналіз основних принципів роботи технології IP-телефонії при її застосуванні у корпоративній мережі.

Проведено аналіз інформаційних технологій, що можуть бути використані при побудові корпоративної мережі. Розглянуто основні принципи роботи технології IP-телефонії, її переваги та недоліки, а також проблемні питання, що виникають при впровадженні можливих надаваних послуг та якості зв'язку. Проведено вибір кращої системи IP-телефонії методом аналізу ієрархій. Розглянута багатофункціональна система бізнес-телефонії ЗСОМ NBX100, її складові частини та можливі функції. Досліджено питання підключення віддалених офісів або абонентів через xDSL модем Watson4.

У практичній частині розглянуто варіант підключення віддаленого офісу до корпоративної мережі IP-телефонії по бездротовим каналам, та проведено розрахунок їх дальності дії з урахуванням обраного обладнання.

THE ABSTRACT

Explanatory note: 97 p., 23 fig., 32 tabl., 13 sources, 2 app.

CORPORATE NETWORK, WAN, IP TELEPHONE, 3COM NBX100 SYSTEM, WATSON 4, DELIVERED OFFICE

The object of research - the corporate network of the enterprise.

The purpose of work - analysis of the basic principles IP-telephony technology in its application in the corporate network.

An analysis of information technology that can be used to build a corporate network. The basic principles of IP telephony technology, its advantages and disadvantages, as well as problematic issues that arise in the implementation of possible services and communication quality are discussed. The best IP telephony system was selected by the method of hierarchy analysis. The multifunctional business telephony system 3COM NBX100, its components and possible functions are considered. The issue of connecting remote offices or subscribers via WDSon4 xDSL modem has been studied.

In the practical part the variant of connecting the remote office to the corporate network of IP-telephony over wireless channels is considered, and the calculation of their range of action taking into account the selected equipment is considered.

ЗМІСТ

	С.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	11
1 АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖАХ.....	13
1.1 Розподілені мережі (WAN).....	13
1.2 Локальні мережі (LAN).....	13
1.3 Технології, що застосовуються в локальних мережах (LAN).....	14
1.3.1 Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet.....	14
1.3.2 Комутація кадрів.....	15
1.4 Технології, що застосовуються в територіально-розподілених мережах.....	16
1.5 Універсальні технології.....	17
1.5.1 ISDN - Цифрова мережа з інтеграцією послуг.....	17
1.5.2 ADSL - Асиметрична цифрова абонентська лінія.....	18
1.5.3 IP-телефонія.....	19
2 ОСОБЛИВОСТІ IP-ТЕЛЕФОНІЇ.....	21
2.1 Принцип роботи IP-телефонії.....	21
2.1.1 Перелік можливих надаваних послуг.....	23
2.1.2 Переваги IP-телефонії.....	24
2.1.3 Якість зв'язку.....	25
2.2 Корпоративна IP-телефонія.....	26
2.3 Програмний продукт Internet-телефонії.....	27
2.4 Необхідність стандартизації.....	30
2.5 Вибір моделі системи IP-телефонії методом аналізу ієрархій.....	31
2.5.1 Зміст методу аналізу ієрархій.....	33
2.5.2 Принципи ідентичності та композиції.....	33
2.5.3 Принципи порівняльних суджень.....	34
2.5.4 Вибір системи методом ієрархій.....	40
3 БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНА СИСТЕМА БІЗНЕС-ТЕЛЕФОНІЇ ДЛЯ КОМПАНІЙ ТА ВІДДАЛЕНИХ ФІЛІАЛІВ.....	46
3.1 Переваги й особливості системи NBX 100.....	46
3.2 Віддалений зв'язок для малого офісу, філії або співробітників, що працюють вдома.....	50
3.3 Обладнання ЗСОМ NBX100.....	52

3.4 Програмне забезпечення 3COM NBX100.....	55
3.5 Система NBX 100.....	57
3.6 Використання WATSON 4 MultiSpeed для підключення віддалених офісів.....	60
4 ВИКОРИСТАННЯ БЕЗДРОТОВОГО ПІДКЛЮЧЕННЯ ВІДДАЛЕНОГО ОФІСУ У СИСТЕМІ NBX 100.....	67
4.1 Параболічна антена Wire Grid для віддалених офісів.....	67
4.2 Всеспрямовані антени Mobile Mark для вузлів доступу.....	68
4.3 Розрахунок дальності бездротових каналів діапазону 2,4 ГГц.....	69
4.4 Розрахунок пропускної здатності каналу глобальної мережі.....	77
ВИСНОВКИ.....	84
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	85
ДОДАТОК А СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ.....	86
ДОДАТОК Б ПУБЛІКАЦІЇ.....	94

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ADSL – (Asymmetric Digital Subscriber Line) асиметрична цифрова абонентська лінія;

APX – (Advanced PowerMail eXchange Messaging) система обробки повідомлень;

ARS – (Automatic Route Selection) автоматичний вибір маршруту з'єднання;

CAP – (Carrierless Amplitude and Phase Modulation) амплітудно-фазова модуляція із придушенням несучої;

CTI – (Computer Telephone Integration) комп'ютерна телефонія;

IP – (Internet Protocol) між мережний протокол;

ISDN – (Integrated Services Digital Network) цифрова мережа з інтеграцією послуг;

ITU – (International Telecommunications Union) міжнародне об'єднання по передачі даних;

LAN – (Local Area Network) локальна комп'ютерна мережа;

MAC – (Media Access Control) метод доступу до середовища;

MSDSL – (Multi Speed Digital Subscriber Line) технологія високошвидкісних послуг передачі даних і телефонії по одній мідній парі;

QoS – (Quality of service) або ToS (Type of Service) якість послуг, які надає комунікаційна мережа;

RSVP – (Resource Reservation Protocol) протокол резервування ресурсів;

RTP – (Real-time Transport Protocol) протокол реального часу;

STP – (Spanning Tree Protocol) протокол зв'язуючого дерева;

TCP – (Transmission Control Protocol) протокол керування передачею даних;

UDP – (User Datagram Protocol) протокол дата грам користувача;

VLAN – (Virtual Local Area Network) віртуальна локальна комп'ютерна мережа;

VoIP – (Voice over IP) технологія передачі мовної інформації з мереж з маршрутизацією пакетів;

VPN – (Virtual Private Network) віртуальні приватні мережі;

WAN – (Wide Area Network) глобальна комп'ютерна мережа;

xDSL – (Digital Subscriber Line) високошвидкісним широкопasmовим доступом по мідній парі;

ЛОМ – локальна обчислювальна мережа;

МТМ – міська телефонна мережа;

ТМЗК – телефонна мережа загального користування;

УАТС – управлінська автоматична телефонна станція.

ВСТУП

Ефективність і надійність роботи мережного комплексу, будь то корпоративна мережа підприємства або робоча група, територіально-розподілена телекомунікаційна інфраструктура або надання доступу віддалених користувачів, багато в чому визначається правильністю вибору й застосування тої або іншої технології передачі даних, конкретного обладнання і його конфігурації.

Технологія передачі мовної інформації у мережах з маршрутизацією пакетів IP - Voice over IP (VoIP) або IP-телефонія являє собою компресію голосового сигналу з наступною передачею по цифрових каналах передачі даних з використанням протоколу IP. Окремим випадком IP-телефонії є Інтернет-телефонія, коли як передавальна мережа використовується мережа Інтернет [1].

IP-телефонія вже встигла зарекомендувати себе цілком перспективною й життєздатною технологією. Згідно з прогнозами аналітиків, у світі очікується значне (у найближчі роки в десятки разів) зростання мовного трафіку, що передається по мережах з комутацією пакетів. Незважаючи на діапазон оцінок величини ринку, більшість аналітиків сходяться на тому, що IP-телефонія є магістральним шляхом розвитку телекомунікаційної індустрії. Додатково IP-телефонія вносить нові послуги в сферу телекомунікацій: мовні та відеоконференції, одночасний доступ до додатків, швидкий пошук абонента й інші.

Переваги IP-телефонії, насамперед для бізнесу, незаперечні. У першу чергу - це низька вартість передачі інформації, а також універсальність обробки інформації незалежно від її вихідного виду, отже, використання одних і тих самих каналів для передачі інформації різного типу. Це доступність мережі Інтернет, відносно низька вартість (міжнародні дзвінки, наприклад, при використанні каналу IP-телефонії будуть дешевшими в кілька разів), сумісність стандартів більшості виробників обладнання для IP-телефонії.

Без сумніву, популярність технологій пакетної передачі мови росте, причому як серед операторів, так і серед корпоративних користувачів. В останні роки чимало компаній успішно впровадили ці технології для організації каналів далекого телефонного зв'язку.

Незважаючи на ріст популярності технології VoIP, необхідно відзначити, що трафік реального часу більше страждає від перевантажень через свою чутливість до часових затримок, чим традиційний трафік даних. Сьогодні Інтернет у цілому не гарантує якість з'єднань, тобто необхідність якимось чином зберегти в періоди перевантаження трафіка реального часу або, принаймні, гарантувати йому більш високий пріоритет. Зокрема, для переносу трафіка реального часу в мережі Інтернет використовується не протокол гарантованої доставки TCP, що застосовувався для передачі даних, а протокол UDP, поверх якого працює протокол доставки інформації в реальному часі RTP. Однак і це не вирішує в достатньому ступені проблему якості обслуговування (QoS).

Таким чином питання впровадження систем IP-телефонії у корпоративні телекомунікаційні мережі є актуальною для кваліфікаційної роботи.

1 АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖАХ

1.1 Розподілені мережі (WAN)

Керування сучасною великою організацією, що має свої відділення або філії в різних кінцях міста, країни або в інших містах світу, неможливо без застосування сучасних інформаційних технологій, насамперед - побудови відповідної мережі, що дозволить ефективно працювати будь-якій кількості користувачів одночасно.

WAN - це технологія побудови мереж, що забезпечує передачу різноманітної інформації на значні відстані, з використанням комутуючих і виділених ліній, спеціальних каналів зв'язку та каналів Internet [9].

Ці мережі проектуються й будуються для вирішення великої кількості завдань щодо передачі інформації між віддаленими офісами, філіями й окремими периферійними пристроями. Переваги протоколів, які застосовуються в WAN мережах, полягають у тому, що в одній мережі можна передавати одночасно всі види інформації: дані, голос, факс, відео.

Області використання:

- обмін інформацією між віддаленими локальними мережами;
- побудова віртуальних телефонних мереж;
- організація відео-конференцій;
- віддалений доступ до Internet.

1.2 Локальні мережі (LAN)

У сучасних умовах розвитку бізнесу для будь-якого підприємства або організації, які успішно працюють на ринку або перебувають у стадії розширення або реорганізації, стає необхідним пошук рішень, здатних оптимізувати роботу співробітників, зробити її більш продуктивною, словом, можна говорити про виникнення потреби в побудові локальної мережі передачі даних (LAN).

LAN - це мережі, які проектуються й будуються для високошвидкісного

обміну даними між користувачами й доступу до загальних ресурсів компанії в границях одного або групи будинків [9].

Внаслідок того, що перед організаціями або підприємствами виникають різні функціональні завдання, а також вони мають різні фінансові можливості й початкові умови, для розробки таких рішень необхідно застосовувати зважений інтегральний підхід з урахуванням всіх тонкостей проблеми. Така технологія дозволяє краще керувати процесом виконання робіт, що, в остаточному підсумку, гарантує одержання належного результату.

1.3 Технології, що застосовуються в локальних мережах (LAN)

1.3.1 Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

Призначення:

Ethernet є найпоширенішою технологією передачі даних, що використовується в локальних обчислювальних мережах.

Основні особливості:

Технології Fast Ethernet, Gigabit Ethernet використовують ті ж самі концепції, що й Ethernet. У всіх випадках доступ до середовища визначається протоколами CSMA/CD (множинний доступ з виявленням колізій) і методом доступу до середовища MAC (Media Access Control). Технології використовують однотипні кадри Ethernet і однакові механізми виявлення помилок. Основним розходженням є смуга каналу (швидкість передачі) [9].

Існуючі стандарти:

- 802.3 - протокол передачі даних зі швидкістю 10 Мбіт/с;
- 802.3u - протокол передачі даних зі швидкістю 100 Мбіт/с;
- 802.3z - протокол передачі даних зі швидкістю 1000 Мбіт/с.

Переваги:

- надійна, перевірена часом технологія;
- технологію підтримують практично всі існуючі мережні пристрої;
- технологія забезпечує високошвидкісний доступ до середовища передачі даних.

1.3.2 Комутація кадрів

Призначення:

Побудова високошвидкісної локальної мережі з використанням комутації кадрів даних. Основою технології є сегментація мережі з метою виділення кінцевій станції всієї смуги пропускання використовуваного протоколу.

Основні особливості:

Технологія заснована на відмові від розподілу ліній зв'язку між всіма вузлами сегмента. Замість цього використовується комутатор, що дозволяє передавати кадри між всіма парами портів комутатора одночасно. Основними процесами, що виконуються комутатором, є ретрансляція (forwarding), буферизація (buffering) і фільтрація (filtering) даних. Комутатор, працюючи на каналному рівні, аналізує заголовки кадрів, будує адресну таблицю й на підставі її ретранслює або фільтрує кадри. Головною причиною підвищення продуктивності є паралельна обробка декількох кадрів.

Комутатори другого рівня по суті є швидкодіючими багатопортовими мостами на основі стандарту 802.1d. Комутація третього рівня дозволяє значно прискорити передачу даних між мережами. Розрахунок маршруту виконується стандартним для третього рівня способом, потім пакети доповнюється тегами, які містять інформацію про пересилання пакетів. У підсумку для проходження пакетів через мережу потрібен менший обсяг обробки даних на третьому рівні [3].

Одна з ключових властивостей комутаторів ЛОМ - їхня здатність підтримувати віртуальні локальні мережі (VLAN). Віртуальною мережею називається група портів мережі, трафік якої, у тому числі й ширококомовний, на каналному рівні повністю ізольований від інших портів мережі. Це означає, що передача кадрів інформації між різними віртуальними сегментами на підставі адреси каналного рівня неможлива. Сучасна реалізація віртуальних мереж здійснюється на базі портів, тобто кожний порт активного пристрою (комутатора) може бути настроєний на будь-яку віртуальну мережу [9].

Віртуальні мережі створюються при потребі розділити сегменти різних відділів підприємства або, якщо буде потреба, їхньому підключенні до єдиної ЛОМ. У віртуальну локальну мережу виділяється група користувачів, серверів і інших ресурсів, які логічно асоціюються один з одним, а фізично можуть розміщатися в будинку довільно. Застосування віртуальних мереж дозволяє

організувати мережі навколо сформованих робочих груп, а не слідувати фізичній топології кабельної системи, причому керування й моніторинг можуть здійснюватися централізовано зі станції керування. Одна з переваг VLAN - можливість змінювати конфігурацію мережі без перестиккування кабелів або зміни адрес підмереж у настільних пристроях; у результаті - спрощення процедури керування мережею. За допомогою станції керування адміністратор мережі може оперативно перемикає користувачів між віртуальними мережами й здійснювати контроль за їхньою роботою.

Існуючі стандарти:

- 802.3d - специфікація, що визначає метод передачі інформації про пріоритет мережного трафіка;
- 802.1q – специфікація, що визначає приналежність кадру до віртуальної мережі й пріоритет переданих даних;
- 802.3d – специфікація, що визначає функціонування мостів і побудову мережного дерева за допомогою протоколу STP.

Переваги:

- технології комутації забезпечують високу продуктивність, дозволяють будувати досить складні мережі, не схильні до колізій і ширококомовних штормів;
- забезпечується глибока масштабованість мережі.

При використанні технології віртуальних мереж досягається:

- підвищення продуктивності в кожній з віртуальних мереж: комутатор передає кадри в такій мережі тільки порту (портам) призначення;
- ізоляція мереж одна від одної для керування правами доступу користувачів і створення захисних бар'єрів на шляху ширококомовних штормів.

1.4 Технології, що застосовуються в територіально-розподілених мережах

Призначення:

Забезпечення доступу клієнтів до інформаційних ресурсів глобальних і територіально-розподілених мереж, до різних послуг, що надаються мультисервісними мережами зв'язку.

Основні особливості:

Найбільш традиційним доступом клієнта до мережі оператора є

телефонне з'єднання, що комутується (Dial-up) за допомогою модему. У цей час такий підхід може задовольнити лише скромні запити домашніх користувачів. Для доступу користувача до корпоративної мережі найбільш раціональним є підключення по оптоволоконному кабелю, однак висока вартість повністю оптичних мереж робить цей метод неприйнятним для багатьох клієнтів. На практиці найчастіше використовують комбінацію технологій на базі мідного кабелю й оптоволокна. Поряд з високошвидкісним широкосмуговим доступом по мідній парі (xDSL) зараз застосовуються й інші технічні рішення. Серед них гібридне оптоволоконно-коаксіальне рішення (HFC) на базі існуючих мереж кабельного телебачення, радіодоступ і супутниковий доступ [3].

Існуючі стандарти:

- xDSL - Широкосмуговий цифровий доступ по мідній парі
- IEEE 802.11 - Стандарт бездротової передачі даних (RadioEthernet)

1.5 Універсальні технології

1.5.1 ISDN - Цифрова мережа з інтеграцією послуг

Призначення:

Технологія ISDN розроблялася для використання в мережах міжнародного телефонного зв'язку. ISDN поєднує голосові й цифрові мережі в єдиному середовищі, даючи користувачеві можливість одночасної передачі по мережі голосу й даних.

Основні особливості:

Канал ISDN являє собою дводротову лінію на мідному кабелі, що з'єднує офіс або домашню телефонну розетку користувача з телефонною станцією; довжина каналу не повинна перевищувати 18 тис. футів (близько 5,5 км). Відповідно до стандарту ITU-T, до складу ліній ISDN можуть входити канали D, B і H. Ємність каналу D звичайно становить 16 Кбіт/с (хоча бувають і канали пропускну здатністю 64 Кбіт/с). Як правило, він служить для передачі керуючих сигналів і пакетів даних. Канали B (bearer) мають пропускну здатність 64 Кбіт/с і застосовуються звичайно для надання зв'язку, що комутується. Канали H (high-bit-rate channels) поєднують у собі кілька каналів B; пропускну здатність при цьому становить від 384 Кбіт/с до 1920 Кбіт/с. Крім

цього, в ISDN є два типи послуг: Basic Rate Interface (BRI) і Primary Rate Interface (PRI). Звичайно пропускна здатність BRI становить 144 Кбіт/с, але зустрічається й 192 Кбіт/с. При роботі з PRI повністю використовується вся магістраль цифрового зв'язку (DS1), що дає пропускну здатність 1,544 Мбіт/с (у Північній Америці і Японії). Пропускна здатність каналу D в PRI звичайно становить 64 Кбіт/с [3].

Існуючі стандарти:

- ITU-T Q.931 - стандарт ISDN для забезпечення віртуальних з'єднань;
- ITU-T Q.2100 – специфікація, що описує сигналізацію В-ISDN AAL.

Переваги:

- повністю цифрова мережа, що забезпечує високу надійність передачі інформації;
- висока швидкість передачі інтегрованої інформації різної природи;
- широкий набір функцій для телефонії, висока якість звуку;
- швидкий набір номера (менш 1 с);
- широка доступність і поширеність у світі.

1.5.2 ADSL - Асиметрична цифрова абонентська лінія

Призначення:

Організації доступу до мереж різного рівня по мідній парі. Найбільш ефективно підходить для організації доступу до всесвітньої мережі Інтернет.

Основні особливості:

Технологія ADSL забезпечує швидкості передачі даних до 8 Мбіт/с у напрямку до користувача й до 1 Мбіт/с у зворотному напрямку. Асиметрія цілком відповідає характеру трафіка при роботі з Internet - як правило, користувач одержує більші обсяги даних, чим передає. Конкретні значення швидкостей передачі даних при використанні ADSL сильно залежать від відстані між користувачем і телефонною станцією. Для передачі даних за технологією ADSL використовується діапазон частот, що перебуває вище смуги частот, відведеної для передачі голосу, тому дані й звичайний телефонний трафік можна передавати по одній і тій же лінії. Для цього, щоправда, з кожної сторони доводиться встановлювати так званий частотний роздільник (POTS splitter). Він забезпечує передачу низькочастотного голосового сигналу на встаткування телефонної мережі загального

користування (з боку клієнта - на телефонний апарат, з боку телефонної станції - на комутатор, а високочастотного сигналу передачі даних - на встаткування ADSL) [3].

Для модуляції сигналу в пристроях ADSL найчастіше застосовується одна із двох технологій: CAP (Carrierless Amplitude/Phase modulation) або DMT.

Існуючі стандарти:

- T1.413 - Стандарт на ADSL був затверджений ANSI в 1995 р.

Переваги:

- можливість використовувати існуючу мідну інфраструктуру для організації високошвидкісного доступу до мереж передачі даних;
- можливість одночасної передачі даних і телефонного трафіка по одній мідній парі;
- можливість передачі по лінії трафіка відео додатків.

1.5.3 IP-телефонія

Призначення:

Передача голосового трафіка через IP мережі.

Основні особливості:

IP-телефонія ґрунтується на двох базових операціях: перетворенні двонаправленої аналогової мови в цифрову форму усередині пристрою (кодека), що кодує/декодує і пакуванню даних у пакети для передачі по IP мережі. Ці базові функції IP-телефонії можуть бути реалізовані в широкому спектрі встаткування - від настільних телефонів до високоемних шлюзів операторів зв'язку. Шлюзи IP-телефонії обробляють трафік, що надходить від інших телефонних пристроїв і шлюзів. Вони здатні обслуговувати як один, так і більше 500 телефонних пристроїв і можуть бути встановлені як у кінцевого користувача, так і в сервіс-провайдера [2].

Інший тип автономних пристроїв представляють прикордонні пристрої, у яких шлюз об'єднаний з віддаленим доступом і пулом модемів. Крім того, функції шлюзу сьогодні доступні на рівні Ethernet-устаткування, встановленого у кінцевих користувачів і підтримуючих H.323 - стандарт ІТУ на передачу мультимедійного трафіка по IP. Таким чином, однорангові безшлюзові системи IP-телефонії теоретично можливо створити за допомогою об'єднання приватних локальних і глобальних мереж. Проблема на справжній момент полягає в тому,

що лише деякі виробники поставляють телефони Ethernet H.323, тому зацікавленим у такому підході замовникам доводиться шукати нестандартні рішення.

Існуючі стандарти:

- H.323 - основний стандарт, де описується, яким чином чутливий до затримки трафік, зокрема голос і відео, одержує пріоритет у локальних і глобальних мережах. Він складається з ряду рекомендацій із суміжних технічних питань, таким, як якість мови, контроль викликів і специфікації привратників (Привратники - це додаток, чия функція складається в перетворенні IP-адрес у телефонний номер, контролі доступу й керуванні пропускнуою здатністю для інших компонентів H.323, включаючи шлюзи й кінцеві точки) [1].

Переваги:

- можливість істотного зниження витрат на міжміські й міжнародні телефонні переговори;
- можливість передачі голосового трафіка від головних офісів у філії в єдиній інформаційній IP магістралі.

2 ОСОБЛИВОСТІ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ

2.1 Принцип роботи ІР-телефонії

ІР-телефонія являє собою до певної міри феномен. Усі погоджуються з тим, що згодом всі види трафіка будуть передаватися по ІР, і голосовий трафік у тому числі. Але при цьому поки що в сфері телекомунікацій у традиційної телефонії позиції набагато міцніші, чим це здається на перший погляд. Проте, незважаючи на таке двоїсте до себе відношення (великий, але в значній мірі абстрактний інтерес із боку більшості), ІР-телефонія продовжує розвиватися, причому досить швидкими темпами. Своє місце ця тенденція знаходить і на вітчизняному ринку телекомунікаційних технологій.

Отже, що ж таке ІР-телефонія? ІР-телефонія - це технологія, що зв'язує два абсолютно різних світи - світ телефонії й світ інтернет. Донедавна мережі з комутацією каналів (телефонні мережі) і мережі з комутацією пакетів (ІР-мережі) існували практично незалежно одна від одної й використовувалися для різних цілей. Телефонні мережі використовувалися тільки для передачі голосової інформації, а ІР-мережі - для передачі даних. Технологія ІР-телефонії поєднує ці мережі за допомогою пристрою, що називається шлюз або gateway. Шлюз являє собою пристрій, у якого з однієї сторони підключаються телефонні лінії, а з іншого боку - ІР-мережа (наприклад, Інтернет). Кожен шлюз повинен бути з'єднаний з телефонним апаратом або абонентською лінією АТС, користувачі яких будуть абонентами ІР-шлюзу. Два абонента різних ІР-шлюзів, розділені відстанню в тисячі кілометрів, можуть спілкуватися в режимі реального часу, оплачуючи тільки час підключення до ІР-мережі. З таким самим успіхом ІР-шлюз може використовуватися і в корпоративній ЛОМ [2].

Загальний принцип дії телефонних шлюзів ІР-телефонії такий (рис. 2.1): шлюз приймає телефонний сигнал, оцифровує його, значно стискає, розбиває на пакети і відправляє через ІР-мережу. Визначення та з'єднання з потрібним шлюзом відбувається по таблиці маршрутизації, що заповнюється через Web-інтерфейс або telnet. Зміна/додавання/видалення ІР-адреси можливо в будь-який час.



Рисунок 2.1 – Принцип дії IP-телефонії

Найбільш економічний спосіб організації вносу ємності УАТС в філії (наприклад, зв'язок центрального офісу з магазинами) - використання IP-шлюзів. Таке рішення дозволяє відмовитися від оплати абонентських ліній МТМ і обмежитися лише підключенням філії до мережі передачі даних. У разі якщо філії розташовані в різних містах, істотно знижуються і витрати на міжміський зв'язок.

Розглянемо, яким чином здійснюється IP-телефонний дзвінок. Допустимо, абонент із міста А дзвонить абонентові в місто Б.

Дзвінок, що приходить із телефонної мережі міста А на шлюз у місті А, оцифровується, стискується за допомогою певного алгоритму, і у вигляді IP пакетів передається в IP-мережу. У заголовках пакетів розміщується інформація про те, на який шлюз в IP-мережі повинні приходити ці пакети. IP-пакети, що прийшли на шлюз у місті Б перетворюються назад у телефонний сигнал і абонент у місті Б піднімає слухавку й розмовляє з абонентом А. Кінцеві споживачі послуги можуть навіть не здогадуватися про те, як здійснюється цей дзвінок.

Оскільки при IP-телефонному дзвінку ніяк не задіяний міжнародний (міжміський) телефонний оператор, вартість цього дзвінка на порядок менше вартості традиційного телефонного з'єднання.

Однак дзвінок Телефон-Телефон є самим очевидним, але далеко не єдиним сервісом, що може надавати оператор IP-телефонії.

Рішення IP-телефонії комбінують голос і дані в одній мережі й пропонують не тільки дешеві міжнародні й міжміські дзвінки, але й цілий набір зовсім нових комунікаційних послуг будь-якому користувачеві.

2.1.1 Перелік можливих надаваних послуг

IP-телефонія пропонує наступні комунікаційні послуги:

- Комп'ютер-Телефон;
- WEB – Телефон;
- Телефон-Комп'ютер;
- Віртуальні приватні мережі (VPN);
- Глобальний роумінг.

Комп'ютер-Телефон.

Перебуваючи в будь-якій країні світу, абонент провайдера IP-телефонії може здійснити дзвінок з будь-якого комп'ютера, що має вихід в Інтернет. Для цього йому необхідно встановити на свій комп'ютер спеціальну програму Internet Phone і один раз ввести в неї реєстраційні дані. Комп'ютер повинен бути мультимедійним, тобто, потрібна звукова плата, навушники (колонки) і мікрофон. Дзвінок з комп'ютера, як правило, ще дешевше, ніж дзвінок Телефон-Телефон.

WEB - Телефон.

Ще одна послуга, яку надають провайдери IP-телефонії - це дзвінок з Веб-сайту або Surf&Call - рішення компанії VocalTec в області веб-телефонії, що дозволяє здійснювати виклик, вибравши зі сторінки Інтернет посилання на ім'я викликуваного абонента. Це рішення спрямоване, насамперед, на розширення можливостей електронної комерції. Surf&Call дозволяє користувачам Інтернет прямо поговорити, наприклад, з торговельним представником або з фахівцем технічної підтримки його фірми, що цікавить [2].

Установлення телефонного з'єднання відбувається при натисканні курсором на посилання, що представляє собою, наприклад, назву компанії, ім'я викликуваного абонента й т.д. на WEB-сторінці. При цьому користувачеві не потрібна виділена телефонна лінія або переривання роботи в Інтернет, необхідно лише завантажити невелике клієнтське програмне забезпечення, що звичайно можна знайти на тій же WEB-сторінці ("ПК-Клієнт"), і яке встановлюється автоматично. З іншої сторони Surf&Call дозволяє представникам компаній відповідати на питання, демонструвати WEB-сторінки, передавати необхідну інформацію, поліпшуючи тим самим якість надаваних послуг.

Телефон-Комп'ютер.

Уже давно користувачі всесвітньої мережі зіштовхуються із проблемою зайнятості телефонних ліній під час сеансу Dial-up. IP-телефонія дозволяє дуже елегантно вирішити цю проблему. Єдине, що повинен зробити абонент - це замовити на своїй АТС переадресацію по сигналу "зайнято" на телефонний номер сервера IP-телефонії. При вхідному дзвінку на номер абонента під час Інтернет-сесії виклик переадресується на сервер IP-телефонії, що перетворює його в IP-пакети й відправляє на комп'ютер абонента. На комп'ютері абонента з'являється іконка "Вхідний дзвінок", кликнувши на яку він може поговорити із абонентом, що дзвонить.

Віртуальні приватні мережі (VPN).

IP-телефонія є ідеальною технологією для побудови віртуальних приватних мереж підприємства. Головна риса технології VPN - використання IP-мережі як магістралі для передачі корпоративного IP-трафіка. Мережі VPN вирішують завдання підключення корпоративного користувача до віддаленої мережі й з'єднання декількох віддалених ЛОМ і АТС у єдину корпоративну мережу передачі голосу й даних. IP-телефонія в цьому випадку служить для обміну голосовим трафіком між віддаленими філіями, так якби вони перебували в одному будинку [2].

Глобальний роумінг.

IP-телефонія дозволяє операторам зв'язку дуже просто й з мінімальними витратами організувати роумінг послуг зв'язку. Це особливо актуально для операторів мобільного зв'язку - рішення, побудоване на технологіях IP-телефонії, на порядок дешевше традиційного, і має набагато більшу гнучкість.

2.1.2 Переваги IP-телефонії

Провайдерам Інтернет і операторам телефонного зв'язку введення IP-телефонії в спектр послуг відкриває зовсім нові ринки збуту, нових клієнтів і можливості розвитку.

Корпоративним клієнтам - багаторазове зниження витрат на міжміські (міжнародні) переговори, організація віртуальних приватних мереж між віддаленими філіями, дзвінок з Інтернету на корпоративному Web-сайті.

Інтернет-магазинам і каталогам - Web-телефон.

Приватним користувачам - багаторазове зниження витрат на міжміські

(міжнародні) переговори, всі послуги зв'язку від одного оператора, роумінг по містах України і світу, дзвінок з комп'ютера, дзвінок з Web-сайту.

2.1.3 Якість зв'язку

Якість зв'язку можна оцінити, використовуючи наступні основні характеристики:

- рівень перекручування голосу;
- частота "зникнення" голосових пакетів;
- час затримки (між проговоренням фрази першого абонента й моментом, коли вона буде почута другим абонентом).

Якість зв'язку по всіх перерахованих характеристиках значно збільшилася в порівнянні з першими версіями рішень IP-телефонії, які допускали перекручування й переривання мови. З часом поліпшення кодування голосу й відновлення загублених пакетів дозволило досягти рівня, коли мова розуміється абонентами настільки добре, що співрозмовники не здогадуються, що з'єднання відбувається за технологією IP-телефонії. Зрозуміло, що затримки і досі впливають на темп бесіди.

Відомо, що для людини затримка до 250 мілісекунд практично непомітна. Існуючі на сьогоднішній день рішення IP-телефонії не перевищують цю межу, так що розмова фактично не відрізняється від зв'язку по звичайній телефонній мережі [2].

Крім цього, затримки зменшуються завдяки наступним трьом факторам:

- по-перше, вдосконалюються телефонні сервери. (їхні розробники борються із затримками, поліпшуючи алгоритми роботи);
- по-друге, розвиваються приватні (корпоративні) мережі (їхні власники можуть контролювати ширину смуги пропускання й, отже, величини затримки);
- по-третє, розвивається сама мережа Інтернет – з початку Інтернет не був розрахований на комунікації в режимі реального часу. The Internet Engineering Task Force (IETF) разом з операторами мереж Інтернет пропонують нові технології, такі, як Reservation Protocol (RSVP), які дозволяють резервувати смугу пропускання. Хоча на відновлення роутерів по усьому світі й на організаційні заходи (наприклад, вирішити питання, як у грошовому вираженні оцінити сервіс більш високої якості) буде потрібно деякий час, світ

Інтернету, поза залежністю від вищесказаного, рухається дуже швидко й у правильному напрямку.

2.2 Корпоративна IP-телефонія

У корпоративному секторі IP-телефонія поки що не так широко поширена, як на ринку операторських рішень. Власне, стосовно до корпоративного ринку IP-телефонію можна умовно розділити на магістральну й локальну. Кожне із цих напрямків має свої недоліки. У так званої LAN-телефонії головним стримуючим фактором були насамперед кінцеві пристрої. Зрозуміло, що на тому етапі розвитку IP-телефонії, коли єдиним варіантом клієнтського пристрою був мультимедійний ПК, всерйоз сприймати це рішення як корпоративне ніхто не міг. Перші ж IP-телефони (вони ж Ethernet-телефони) відлякували своєю ціною, а також необхідністю організації живлення по окремій лінії. По суті справи користувачеві пропонувалося поставити на стіл поруч із одним комп'ютером другий, причому вартий ненабагато дешевше. Необхідність зовнішнього живлення також порушувала один з основних принципів, який говорив, що навіть якщо у всьому будинку внаслідок надзвичайної ситуації пропаде електроживлення, телефонія повинна функціонувати, хоча б якийсь час (поки блок живлення підтримує УАТС). Головним досягненням попереднього року можна вважати те, що темпи зближення IP-телефонів з "нормальними" по всіх параметрах помітно прискорилися [3].

Зниження цін забезпечило, як і слід було сподіватися, більш масове виробництво, причому, напевно, не стільки власне обсяги виробництва, скільки масовість пропозиції. Великі постачальники рішень для корпоративної (і не тільки, звичайно) телефонії стали більш активно просувати свої IP-телефони, що не могло не привести до зниження цін. Симптоматично також, що за виробництво IP-телефонів стали братися азіатські виробники: явна ознака того, що незабаром IP-телефон стане товаром якщо не такого ж масового попиту, як і телефон звичайний, то, принаймні, порівнянного. Якщо взяти до уваги, що одним з головних маркетингових двигунів "локальної" IP-телефонії є підтримка безлічі всіляких сервісів (включаючи комп'ютерну телефонію), у перерахуванні не на "голий" порт, а на сервіс, сьогоднішній рівень цін на обладнання IP-телефонії представляється досить адекватним.

На корпоративному ринку інтерес до IP-телефонії зростає також завдяки тому, що мережне встаткування придбало деякі риси УАТС - у першу чергу це стосується проблеми живлення IP-телефонів, що працюють у повністю мережному (тобто без звичних УАТС, навіть підтримуючих IP) оточенні. Піонером у цьому напрямку виступає, природно, компанія Cisco Systems. Вона досить оперативно модернізувала своє мережне встаткування, щоб воно могло забезпечувати живлення абонентських пристроїв. Для цього компанією випускаються, по-перше, спеціальні інтерфейсні модулі, здатні подавати живлення по крученій парі, а по-друге, встановлювані в слот розширення, а також зовнішні блоки живлення постійного струму. Варто відзначити, що "електричні" інтерфейсні модулі можуть працювати й зі звичайним мережним устаткуванням, оскільки в них є функція автоматичного визначення типу підключеного до порту пристрою - живлення подається тільки після того, як кінцевий пристрій його "попросив".

Правда, незважаючи на те, що основні дві перешкоди на шляху впровадження IP-телефонії "від і до" у корпоративному оточенні успішно переборюються, все-таки один стримуючий фактор як і раніше залишається - замовник (а це, мабуть, великий замовник) повинен або мати нові "незасвоєні території", або бути готовий радикально модернізувати свою існуючу телекомунікаційну інфраструктуру. Вплинути на цю обставину виробники не в змозі, оскільки об'єктивні достоїнства їхніх рішень у цьому випадку не настільки важливі. Проте, у нашій країні рішення на базі IP-телефонії починають проникати й у корпоративні мережі. У цілому ж є підстави припускати, що у вже наявних корпоративних мережах закінчені рішення IP-телефонії будуть впроваджуватися спочатку на периферії, а потім уже поступово проникати все ближче до ядра мережі.

2.3 Програмний продукт Internet-телефонії

Internet приносить у комп'ютерну телефонію (Computer Telephone Integration, СТІ) щонайменше дві можливості:

– Використання Internet як альтернативного каналу для передачі голосового трафіка. Зараз з'явилася можливість інтеграції голосових повідомлень і потоку даних в одній мережі - що може бути більш економічним, чим використання традиційних каналів звичайної телефонії.

– Можливість використання Internet для контролю й моніторингу телефонних викликів. Телефони є всюди - вони легко доступні й прості у використанні. Internet може додати міць комп'ютера до телефону, щоб зробити його більш надійним і функціональним.

Internet-телефонія використовує Internet, щоб послати звукове повідомлення між двома або більше комп'ютерними користувачами в реальному часі. Найперший програмний продукт Internet-телефонії, що дозволяє пересилати голосові повідомлення по мережі, - VocalTec Internet Phone - був представлений ізраїльською фірмою VocalTec (www.vocaltec.com) на початку 1995 року. Уперше користувач персонального комп'ютера, оснащеного звуковою платою, мікрофоном і підключенням до Internet, зміг вести голосові переговори з іншим таким же користувачем, незалежно від того як далеко один від одного вони перебували. Більшість програмних продуктів із цієї ж серії, що з'явилися пізніше, дозволяють користувачам говорити в мікрофон і чути відповідь співрозмовника через колонки [3].

Не встигнувши народитися, нова можливість привернула всесвітню увагу. Технологія неухильно поліпшувалася й дуже швидко підійшла до оцінки, коли спілкування голосом стало легко можливим, і продовжує розвиватися далі. Безліч компаній представили аналогічні програми. При цьому, у багатьох системах поряд з можливістю обмінюватися голосовими повідомленнями вже додана можливість вести ще й переписку, набираючи повідомлення на клавіатурі комп'ютера, пересилати файли прямо під час розмови, обмінюватися графічними образами, а іноді й відеозображення. Вимоги ж до якості Internet-з'єднання досить невеликі, так, майже завжди буває досить звичайного модему, що працює на швидкості 14,400 kbps, щоб досить чітко чути голос людини, що цілком може перебувати в цей час на іншій стороні планети.

Розглянемо деякі програми Internet-телефонії більш докладно.

VocalTec Internet Phone 4.0

Розроблений фірмою VocalTec Ltd. Працює під операційними системами Windows 95, Windows NT, MAC OS, Power Macintosh, є версія, що працює під Windows 3.1. Обсяг інсталяційного файлу становить порядку 4Mb. Дозволяє дзвонити як через сервер доступу, так і безпосередньо по IP-адресі. У процесі розмови користувачі можуть обмінюватися файлами, а також вести переписку, причому якщо в кожного з користувачів є встановлені російські шрифти, то повідомлення можна писати по-російському. У програму вбудована можливість

при відсутності викликуваного абонента, відправити йому голосове повідомлення по електронній пошті. Для того, щоб прослухати таке послання, користувач повинен буде встановити Internet Voice Mail. Якість звуку - дуже гарна, що не дивно, тому що фірма VocalTec досить давно займається передачею голосових повідомлень через Internet, а версія iPhone далеко не перша. Комерційна версія коштує \$49.95 доларів США, але є можливість завантажити демонстраційну версію програми з обмеженим терміном дії. Не дуже давно в продажі з'явилася наступна версія програми, що підтримує передачу ще й відеозображення [2].

FreeTel 1.0

Дуже невелика по розміру (усього 265 Kb), але дуже цікава програма Internet-телефонії, розроблена фірмою FreeTel. Розмова відбувається за допомогою підключення до сервера FreeTel і вибору зі списку підключених у цей момент до сервера користувачів людини, що цікавить. Також, як і iPhone, дозволяє вести текстові бесіди, але при цьому національні розкладки клавіатури не підтримуються, тому доводиться спілкуватися по-англійському. Програму можна безкоштовно переписати з WEB-сервера компанії FreeTel (www.freetel.com), а якщо заплатити \$29.95, то можна одержати версію FreeTel+ з більшими можливостями. Наприклад, версія FreeTel+ дозволяє вибирати співрозмовника не із загального списку, а із груп, створюваних зареєстрованими користувачами. При цьому з'являється можливість за бажанням сховати свою присутність у загальній групі або в групах користувачів щоб уникнути незапланованих дзвінків [2].

CoolTalk

Ця програма Internet-телефонії входить до складу браузера Netscape Navigator 3.0 розповсюджуваний фірмою Netscape, або її можна завантажити окремо (розмір близько 2Mb). Програма безкоштовна. Функціонально CoolTalk - це Plug-In до браузера. За допомогою програми можна дзвонити безпосередньо по IP-адресі викликуваного абонента. Після встановлення з'єднання є можливість, крім обміну голосовими повідомленнями, передавати один одному текстові повідомлення або малювати одночасно в одному вікні. Якість звуку вища за середню. Є підтримка повнодуплексного з'єднання, за умови досить гарної звукової плати. Є можливість вставити в групу запуску операційної системи невелику програму, що активізує CoolTalk у випадку, якщо прийшов виклик [2].

Недавно в пресі з'явилося повідомлення, що до складу браузера Netscape Navigator 4.0 увійде оновлена версія CoolTalk, що буде називатися LiveTalk. На відміну від CoolTalk, програма LiveTalk буде сумісна зі стандартом ITU H.323

NetMeeting

Так само, як і програма CoolTalk входить до складу повної версії Internet-браузера від фірми Microsoft - MS Internet Explorer. Програма безкоштовна. NetMeeting має практично ті ж можливості, що й програма CoolTalk. При цьому є ще одна цікава можливість: за допомогою NetMeeting можна організувати невелику конференцію, де кожний з учасників буде чути все, що говорять співрозмовники. Крім того, є можливість вибрати абонента зі списку підключених до сервера Microsoft [2].

Безумовно, крім цих програм існує ще безліч подібних. Крім того, необхідно відзначити, що в цей час фактично кожна велика компанія, що займається передачею даних, почала дослідження можливостей Internet-телефонії, щоб краще зрозуміти цю погрозу їхнім ринкам.

2.4 Необхідність стандартизації

Ускладнює розвиток Internet-телефонії й відсутність стандартів на передачу голосу. Для використання якої-небудь програми, що дозволяє вести розмову за допомогою Internet, кожний з учасників такої розмови повинен мати однакову програму (або, у крайньому випадку, різні версії однієї й тої ж програми від одного виробника). Так, наприклад, користувач програми VocalTec Internet Phone не може подзвонити користувачеві програми FreeTel і навпаки. Ця проблема виникла тому, що найперші програми для Internet-телефонії використовували приватні протоколи, щоб зв'язатися один з одним.

Зараз ситуація змінюється. Першими, хто заговорив про необхідність розробки стандартів були фірми Intel і Microsoft. У цей час для використання технології передачі голосу усе більше схиляються до стандартів, заснованих на рекомендації H.323 Міжнародного об'єднання по передачі даних (International Telecommunications Union, ITU) [7].

Цей стандарт охоплює технічні вимоги для вузькосмугової передачі голосового виклику або передачі аудіо й відеоданих, включаючи:

- відео кодер-декодери;

- звукові кодер-декодери;
- загальнодоступні додатки (Т.120);
- керування викликами;
- управління системи.

Стандарти на відео кодери-декодери й загальнодоступні додатки не потрібні для звукових телефонних дзвінків, але існують усередині тої ж самої рамки стандартів.

H.323 був спочатку розроблений для локальних обчислювальних мереж, так що змінна ширина смуги частот і час затримки Internet зменшують корисність деяких елементів H.323. За замовчуванням звуковим кодер-декодером H.323, наприклад, є G.711. Однак, ширина смуги частот в 64 kbps, необхідна в G.711, неприйнятна при використанні в Internet, тому що більшість користувачів Internet мають канал свідомо меншої ширини. Але, навіть у цьому випадку, багато чого зі стандарту корисно. Тим більше, що сам стандарт розуміється більш широко [5].

Крім G.711 H.323 визначає звукові кодер-декодери G.722, G.723, G.723.1, MPEG1, G.728, і G.729. Кодери з низькою шириною смуги частот - G.729 в 8 kbps і G.723 в 5.3/6.3 kbps - цілком підходять для використання в глобальній мережі. Зокрема, G.723 є одним з декількох «стандартних» кодерів для IP-телефонії, особливо після того, як Intel, Microsoft і Netscape оголосили про підтримку цього кодера. Основний недолік G.723 полягає в тому, що він досить складний. Intel визначає 100 MHz Pentium-процесор як мінімальний для використання в Internet-телефонії.

2.5 Вибір моделі системи IP-телефонії методом аналізу ієрархій

Історія показує, що навіть розробки, які більшість вважають далекими від ідеалу, можуть не тільки пробити собі дорогу на ринок, але і домінувати на ньому, за тієї умови, що про них не забувають. Напевно, в силу саме цього принципу досить перспективним, незважаючи на ряд невирішених до кінця проблем, є напрямок IP-телефонії. Навіть якщо етап впровадження IP-телефонії виявиться досить довгим (на тлі сьгоднішніх темпів розвитку телекомунікацій), фатальною обставиною це не стане. Більш того, з часом деякі проблеми вирішуються самі собою - по експоненціальним законами ростуть як

обчислювальні потужності, так і пропускні спроможності каналів (і, відповідно, знижується їх питома вартість). А це означає, що виробники і розробники можуть зосередитися на інтелектуальній складовій своїх рішень, оскільки саме вона повинна стати основною рушійною силою IP-телефонії. Для вибору певної моделі IP-телефонії при її впровадженні у корпоративній мережі розглянемо варіанти, представлені на ринку (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Моделі систем бізнес телефонії

Модель системи	Ємність портів,	Виробник	Вартість, \$/порт	Конфігурація	Спосіб комутації
GDK-162	до 186	LG ELECTRONICS	от 40	розшир.	гібридний
DCS	до 208	Samsung (П. Корея)	от 41	розшир.	гібридний
NBX100	до 150	3COM	от 50	розшир.	гібридний
KX-TD816-4	до 16	Panasonic (Японія)	от 50	розшир.	гібридний
Hicom300E	до 20	Siemens (Германія)	от 50	розшир.	гібридний
KX-TD1232-4	до 32	Panasonic (Японія)	от 60	розшир.	гібридний
ADKS-924KSU	до 24	Cortelco Kellogg	от 60	розшир.	гібридний
KX-T336	до 336	Panasonic (Японія)	от 60	розшир.	гібридний
TX-2464	до 64	Nitsuko (Японія)	от 80	розшир.	гібридний
Tele Vantage	до 264	Artisoft	от 100	розшир.	гібридний
Neax2400	до 23000	Nec America	от 130	розшир.	гібридний
OmniPCX4400	до 50000	Alcatel	от 150	розшир.	гібридний
MERLIN MAGIX	до 200	Avaya	от 193	розшир.	гібридний
Coral ISBX	до 6144	Eci Telecom Business Networks	от 250	розшир.	гібридний
20-20 IXP	до 10000	Teltronics	от 300	розшир.	гібридний
Enterprise Interaction Center	до 96	Interactive Intelligence	от 400	розшир.	гібридний
Strata CS	до 264	Toshiba	от 450	розшир.	гібридний

Завдання прийняття технічних рішень прийнято ділити на наступні етапи:

1. Формування цілей вибору; покупка виробу і вибір напрямку проектування, організація виробництва;
2. Формування альтернатив, тобто складання списку об'єктів, які передбачається порівнювати між собою, щоб зробити вибір;
3. Формування системи критеріїв;
4. Формування вирішальних правил, за допомогою яких виробляються парні порівняння;
5. Розстановка і синтез пріоритетів;
6. Визначення зважених показників якості з урахуванням напрямку

вибору.

2.5.1 Зміст методу аналізу ієрархій

Метод аналізу ієрархій - математична процедура системного (ієрархічного) уявлення критеріїв, що визначають суть проблеми. Метод полягає в розподілі проблеми попри всі простіші складові частини і подальшого відпрацювання послідовності суджень по парним порівнянні об'єктів вибору. В результаті знаходження відносної міри взаємодії елементів в системі. Сформульовані судження отримують кількісні оцінки. Метод аналізу ієрархій включає [2]:

1. Процедури синтезу безлічі суджень;
2. Отримання пріоритетності критеріїв;
3. Знаходження альтернативних рішень.

Завдання вирішується на основі поетапного встановлення пріоритетів. На першому етапі виявляються найбільш важливі елементи проблеми. На другому етапі знаходиться найкращий спосіб оцінки параметрів. Далі розробляється спосіб застосування рішення.

Цей процес багаторазово повторюють, уточнюють, переглядають до тих пір, поки не з'явиться впевненість у тому, що охоплені всі важливі характеристики, що визначають вирішення проблеми вибору.

Передбачається, що інтуїція і суб'єктивні судження є основним вихідним матеріалом, на підставі якого виходить уявлення про перевагу одного елемента над іншим.

2.5.2 Принципи ідентичності та композиції

Цей принцип передбачає структурування проблеми (системне уявлення) у вигляді ієрархії. У найбільш простому вигляді ієрархія будується з вершини через проміжні рівні до найнижчого рівня, яким зазвичай є перелік альтернатив (можливих варіантів виробу або його частин) [2].

Ієрархія вважається повною, якщо кожен елемент заданого рівня діє як критерій для всіх елементів нижчого рівня. В іншому випадку, ієрархія - неповна.

Закони ієрархічної безперервності вимагають, щоб елементи нижнього рівня ієрархії можна було попарно порівняти стосовно елементів наступного рівня.

2.5.3 Принципи порівняльних суджень

Після формування системи критеріїв у вигляді ієрархії виникають природні запитання установки пріоритетів критеріїв і оцінки альтернатив за цим критерієм з метою виявлення найважливішого з них.

Найбільш доцільно організувати парні порівняння по відношенню до їх впливу, а результати порівнянь уявити в матричній формі у вигляді квадратної матриці.

	A1	A1	A1	A1		A	B	C	D	
A1	W1/W1	W1/W2	W1/W3	W1/W4	=	A	a11	a12	a13	a14
A2	W2/W1	W2/W2	W2/W3	W2/W4		B	a21	a22	a23	a24
A3	W3/W1	W3/W2	W3/W3	W3/W4		C	a31	a32	a33	a34
A4	W4/W1	W4/W2	W4/W3	W4/W4		D	a41	a42	a43	a44

Ця матриця буде мати властивості зворотної симетричної матриці, тобто:

$$a_{ij} = 1 / a_{ji},$$

де індекси i та j відносяться до рядка та стовпця відповідно.

Рядки і стовпці утворюють «вектор» матриці. Квадратна матриця характеризується власним вектором і власними значеннями, спосіб обчислення цих характеристик визначає спосіб кількісного визначення порівняльної важливості критеріїв.

Так як a_{11} , a_{12} , ..., a_{ij} невідомі заздалегідь, то попарні порівняння елементів робляться з використанням суб'єктивних суджень і чисельного оцінювання за шкалою важливості.

Результати порівняння заносяться в матрицю, рядки і стовпці якої утворюють альтернативи порівнюваних між собою елементів. На основі даних заповненої таблиці формується набір локальних пріоритетів, які виражають відносний вплив критеріїв якості на вибір кращого об'єкта порівняння, для цього організується обчислення власних векторів матриці, а потім результати нормалізуються до одиниці, одержуючи тим самим шуканий вектор пріоритетів, який і розставляє порівнювані об'єкти по значущості.

Для обчислення власних векторів існує безліч прийомів. Одним з найкращих є знаходження геометричного середнього. Воно виходить при перемноженні елементів в кожному рядку і витягом з добутку кореня N -го

ступеня, де N - кількість елементів.

Отриманий таким способом стовпець нормалізується розподілом кожного числа у сумі всіх чисел (табл. 2.2)

Таблиця 2.2 - Знаходження геометричного середнього

	Матриця				Обчислення оцінок компонент власного вектора по рядкам		Нормалізація для отримання оцінок вектора пріоритетів
N	A1	A2	A3	A4			
A1	W1 W1	W1 W2	W1 W3	W1 W4	$\sqrt[4]{\frac{W1}{W1} * \frac{W1}{W2} * \frac{W1}{W3} * \frac{W1}{W4}} = a$	Тепер складіть елементи стовпця і нормалізуйте	$\frac{a}{\text{Сума}} = x1$
A2	W2 W1	W2 W2	W2 W3	W2 W4	$\sqrt[4]{\frac{W2}{W1} * \frac{W2}{W2} * \frac{W2}{W3} * \frac{W2}{W4}} = b$		$\frac{b}{\text{Сума}} = x2$
A3	W3 W1	W3 W2	W3 W3	W3 W4	$\sqrt[4]{\frac{W3}{W1} * \frac{W3}{W2} * \frac{W3}{W3} * \frac{W3}{W4}} = c$		$\frac{c}{\text{Сума}} = x3$
A4	W4 W1	W4 W2	W4 W3	W4 W4	$\sqrt[4]{\frac{W4}{W1} * \frac{W4}{W2} * \frac{W4}{W3} * \frac{W4}{W4}} = d$		$\frac{d}{\text{Сума}} = x4$
					Сума (a:d)		

Процес вибору кращого виробу залежить від способу формування системи критеріїв, і обмежень, що накладаються на їх вибір. Критерії можуть бути за значимістю рівнозначні, нерівнозначні, утворювати багаторівневу розгалужену структуру – ієрархію [2].

У найпростішому випадку критерії можна вважати рівними за своєю значимістю і тоді вибір кращого (кращого варіанту) знаходиться згідно з алгоритмом, представленим на рис. 2.2.

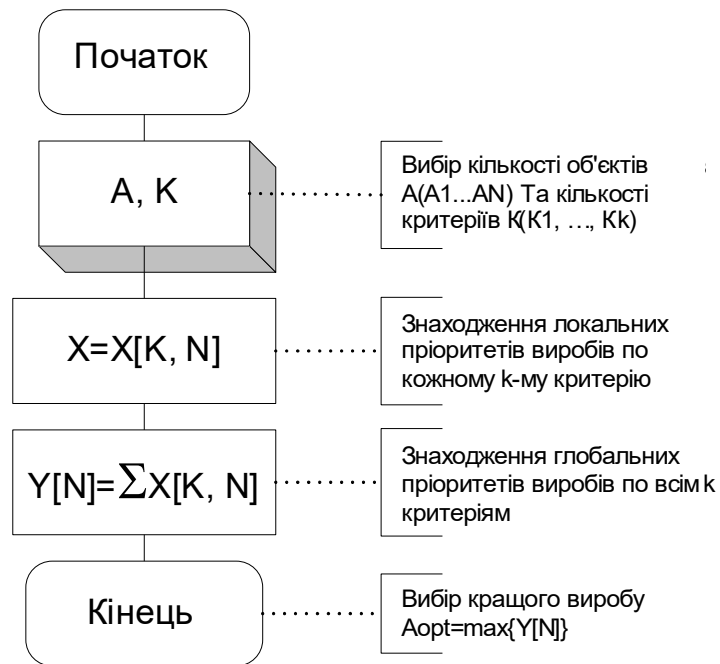


Рисунок 2.2 - Алгоритм вибору кращого виробу по рівнозначним критеріям

$$\text{Тут: } X = [K, N] = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & \dots & X_{1K} \\ X_{21} & \dots & \dots & X_{2K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{N1} & \dots & \dots & X_{NK} \end{bmatrix};$$

$$Y[N] = \sum_{i=1}^K X[N, i] \Rightarrow \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1K} \\ X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2K} \\ \dots \\ X_{N1} + X_{N2} + \dots + X_{NK} \end{bmatrix}$$

Якщо критерії нерівнозначні, то попередньо визначають пріоритети критеріїв $R[K]$. Потім обчислюються глобальні пріоритети $X[K, N]$, а глобальні пріоритети порівнюваних об'єктів визначаються шляхом перемноження матриць $|Y[N]| = |X[K, N]| * |R[K]|$, - або в розгорнутій формі:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_N \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1K} \\ X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2K} \\ \dots \\ X_{N1} + X_{N2} + \dots + X_{NK} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 * X_{11} + R_2 * X_{12} + \dots + R_N * X_{1K} \\ R_1 * X_{21} + R_2 * X_{22} + \dots + R_N * X_{2K} \\ \dots \\ R_1 * X_{N1} + R_2 * X_{N2} + \dots + R_N * X_{NK} \end{bmatrix}$$

Блок-схема, алгоритму приведена на рис. 2.3.

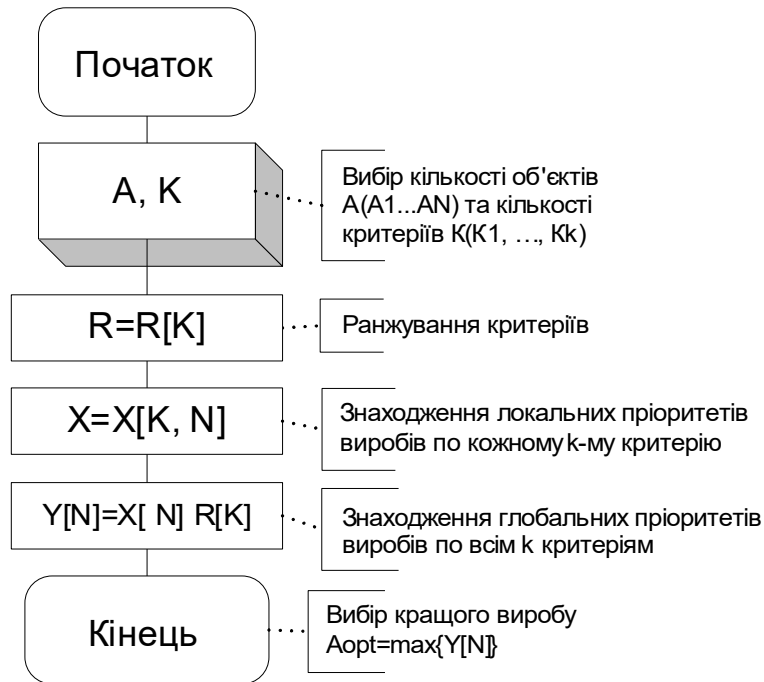


Рисунок 1.3 - Алгоритм вибору кращого виробу по нерівнозначним критеріям

Якщо критерії представляють багаторівневу ієрархічну структуру, то в цьому випадку на кожному рівні організується процес ранжирування критеріїв даного рівня і знаходження відповідних локальних пріоритетів об'єктів порівняння.

Для проведення парних порівнянь об'єктів аналізу використовується шкала відносної важливості, показана в таблиці 2.3.

Оцінки починають з лівого верхнього елемента матриці і ставлять запитання такого вигляду.

- Який з об'єктів важливіше (краще)?
- Який з них краще?
- Яке рішення більш очевидно?

При порівнянні елемента із собою відношення дорівнює одиниці. Якщо перший об'єкт важливіше, ніж другий, то використовується ціле число з шкали табл.2.3. У будь-якому випадку зворотні один до одного відносини заносяться в симетричні позиції матриці. Тому в результаті проведення розглянутих порівнянь утворюється позитивна назад симетрична матриця і потрібно зробити $(N-1)*N/2$ суджень, де N - загальне число порівнюваних об'єктів.

Таблиця 2.3 - Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення	Пояснення
1	Рівна важливість	Рівний вклад двох видів діяльності
3	Помірна перевага одного над іншим	Досвід і судження дають легку перевагу одному виду діяльності над іншим
5	Істотна чи сильна перевага	
7	Істотна перевага	Одному виду діяльності дається настільки сильна перевага, що воно стає практично значним
9	Дуже сильна перевага	Очевидна перевага одного виду діяльності над іншими підтверджується найбільш сильно
2;4;6;8;	Проміжні рішення між двома сусідніми судженнями	Використовується в компромісних випадках
Зворотні величини приведених вище чисел	Якщо при порівнянні одного виду діяльності з іншим отримано одне з вище зазначених чисел (наприклад, 5), то при порівнянні другого виду діяльності з першим отримаємо зворотну величину (тобто 0,2)	

Оскільки оцінки зроблені в результаті суб'єктивних суджень, тобто бали призначаються самим проектувальником відповідно до його побажань і внутрішніх переконань, існує необхідність зробити перевірку узгодженості оцінок. Для того обчислюється індекс узгодженості (ІУ), який характеризує порушення цієї узгодженості.

В основі такої операції лежить аргумент про те, що всі виміри, в яких використовуються прилади, містять похибки вимірювань. Вони пов'язані насамперед з неточністю вимірювальних приладів та неточностями самих вимірів. Ці похибки і призводять до неузгодженості результатів. На приклад, при зважуванні виявилось, що предмет - А важче, ніж предмет Б, Б важче В, а У важче А. Це можливо, коли ваги А, Б, В близькі, а точність приладу порівнянна з різницею їх ваг.

Спосіб оцінки узгодженості при вирішенні даних завдань полягає в наступному:

1. Підсумовуємо кожен стовпець суджень S_i ;

$$S_i = \sum_{j=1}^N a_{ij}; j = const$$

2. Сума першого стовпця помножується на величину першої компоненти нормалізованого вектора пріоритетів X_i

$$Z_i = S_i \cdot X_i;$$

3. Сумуються отримані числа:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^N Z_i$$

4. Знаходиться індекс узгодження по формулі

$$\alpha = \frac{\lambda_{\max} - N}{N - 1}.$$

Для зворотньосиметричної матриці завжди $\lambda_{\max} \geq N$.

Тепер необхідно порівняти α , з тою, що могла бути отримана при випадковому виборі суджень із списку $1/9, 1/8, 1/7 \dots 1, 2, 3, \dots, 9$ при формуванні зворотньосиметричної матриці. Середні дані узгодження для випадкової матриці різного порядку наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Середні дані узгодження для випадкової матриці різного порядку

Розмір матриці N	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Випадкова узгодженість γ	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41
Розмір матриці N	9	10	11	12	13	14	15	16
Випадкова узгодженість γ	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59	1,60

Якщо розділити індекс узгодження α на число γ , що відповідає випадковій узгодженості матриці того ж порядку у то отримаємо відношення узгодженостей

$$\beta = \alpha / \gamma.$$

На β накладаються умови:

$$\beta = \begin{cases} \leq 0,1 - \text{гарне узгодження} \\ \leq 0,2 - \text{задовільне узгодження} \\ > 0,2 - \text{погане узгодження} \end{cases}$$

Якщо $\gamma > 0,2$ то необхідно дослідити задачу знову та перевірити судження.

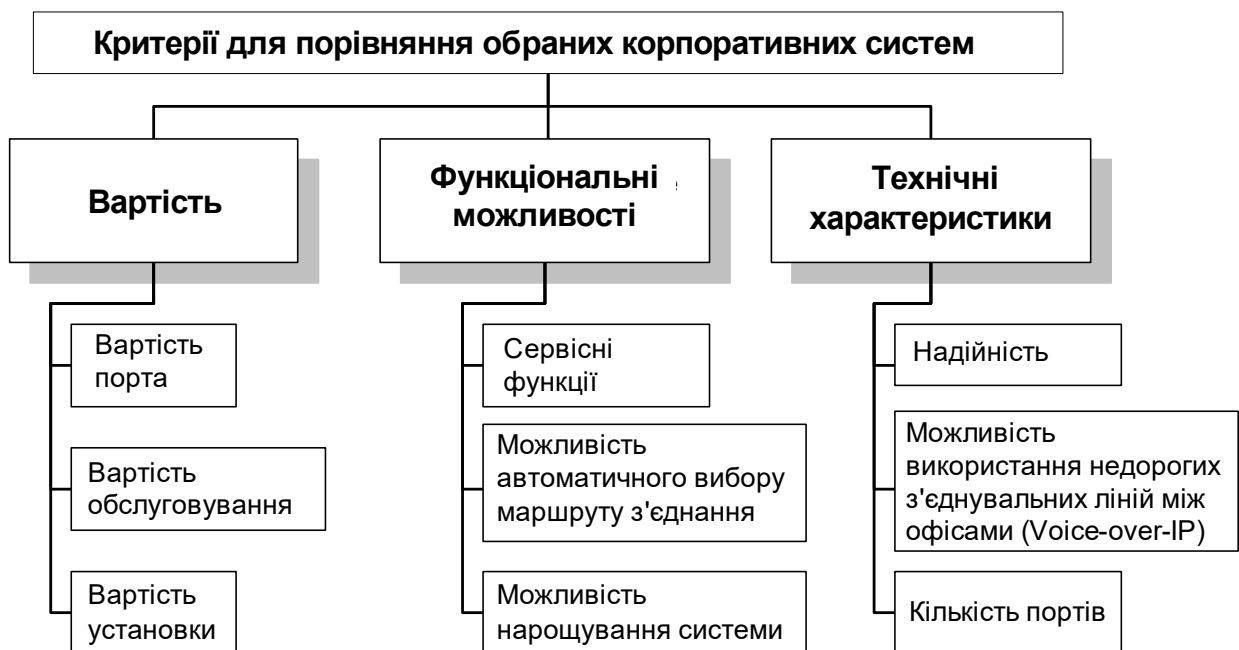


Рисунок 2.4 - Критерії для порівняння обраних систем

2.5.4 Вибір системи методом ієрархій

З усієї множини систем таблиці 2.1 обираємо 4 тих, які мають оптимальне співвідношення між функціональними можливостями і вартістю. Нехай, в результаті відбору ми виявили наступні системи телефонії:

✓ NBX100	✓ Tele Vantage
✓ GDK-162	✓ OmniPCX4400

Проведемо вибір системи із групи.

I. Порівняння варіантів по функціональним можливостям

Таблиця 2.5 - Порівняння варіантів по сервісним функціям, що надаються

	GDK-162 (S1)	NBX100 (S2)	Tele Vantage (S3)	OmniPCX44 00 (S4)	SU= (Π_{aij}) ^(1/4)	X(i)=	$\lambda_{\max} =$ S(i)*x(i)
GDK-162	1.0000	0.3333	0.5	0.3333	0.485	0.11	0.99
NBX100	3	1.0000	2	1	1.565	0.351	0.994
Tele Vantage	2	0.5	1.0000	0.5	0.841	0.188	1.034
OmniPCX44 00	3	1	2	1.0000	1.565	0.351	0.994
	9	2.8333	5.5	2.8333	4.456	1	4.012
	$\gamma = 0.9$	$\alpha = 0.004$	$\beta = 0.0044$				

Таблиця 2.6 - Порівняння варіантів по можливості автоматичного вибору маршруту з'єднання

	GDK-162 (S1)	NBX100 (S2)	Tele Vantage (S3)	OmniPCX44 00 (S4)	SU= (Π_{aij}) ^(1/4)	X(i)=	$\lambda_{\max} =$ S(i)*x(i)
GDK-162	1.0000	0.3333	0.5	0.3333	0.485	0.11	0.99
NBX100	3	1.0000	2	1	1.565	0.351	0.994
Tele Vantage	2	0.5	1.0000	0.5	0.841	0.188	1.034
OmniPCX440	3	1	2	1.0000	1.565	0.351	0.994
	9	2.8333	5.5	2.8333	4.456	1	4.012
	$\gamma = 0.9$	$\alpha = 0.004$	$\beta = 0.0044$				

Таблиця 2.7 - Порівняння варіантів по можливості нарощування системи

	GDK-162 (S1)	NBX100 (S2)	Tele Vantage (S3)	OmniPCX4400 (S4)	SU= (Π_{aij}) ^(1/4)	X(i)=	$\lambda_{\max} =$ S(i)*x(i)
GDK-162	1.0000	0.3333	1	0.25	0.537	0.112	1.008
NBX100	3	1.0000	3	1	1.732	0.36	0.96
Tele Vantage	1	0.3333	1.0000	0.25	0.537	0.112	1.008
OmniPCX44 00	4	1	4	1.0000	2	0.416	1.04
	9	2.6666	9	2.5	4.806	1	4.016
	$\gamma = 0.9$	$\alpha = 0.0053$	$\beta = 0.0059$				

Таблиця 2.8- Пріоритет локальних критеріїв

	Сервісні функції	Можливість автоматичного вибору маршруту	Можливість нарощування системи	$(\Pi a_{ij})^{(1/4)}$	$X(i)=$	$S(i)*x(i)$
Сервісні функції	1.0000	0.5	0.333	0.55	0.168	1.006
Можливість автоматичного вибору маршруту з'єднання	2	1.0000	2	1.587	0.484	0.967
Можливість нарощування системи	3	0.5	1.0000	1.145	0.349	1.612
	6	2	3.333	3.282	1	3.136
	$\gamma = 0.58$		$\alpha = 0.067$	$\beta = 0.11$		

II. Порівняння варіантів по технічним характеристикам

Таблиця 2.9 - Надійність

	GDK-162 (S1)	NBX100 (S2)	Tele Vantage (S3)	OmniPCX4400 (S4)	SU= $(\Pi a_{ij})^{(1/4)}$	$X(i)=$	$\lambda_{\max} =$ $S(i)*x(i)$
GDK-162	1.0000	0.5	1	0.3333	0.639	0.144	1.008
NBX100	2	1.0000	2	1	1.414	0.32	0.96
Tele Vantage	1	0.5	1.0000	0.3333	0.639	0.144	1.008
OmniPCX4400	3	1	3	1.0000	1.732	0.392	1.045
	7	3	7	2.6666	4.424	1	4.021
	$\gamma = 0.9$	$\alpha = 0.007$	$\beta = 0.0078$				

Таблиця 2.10 - Можливість використання недорогих з'єднувальних ліній між офісами (Voice-over-IP)

	GDK-162 (S1)	NBX100 (S2)	Tele Vantage (S3)	OmniPCX4400 (S4)	SU= $(\Pi a_{ij})^{(1/4)}$	$X(i)=$	$\lambda_{\max} =$ $S(i)*x(i)$
GDK-162	1.0000	0.5	1	0.5	0.707	0.165	0.99
NBX100	2	1.0000	2	2	1.682	0.393	0.9825
Tele Vantage	1	0.5	1.0000	0.5	0.707	0.165	0.99
OmniPCX4400	2	0.5	2	1.0000	1.189	0.277	1.108
	6	2.5	6	4	4.285	1	4.071
	$\gamma = 0.9$	$\alpha = 0.0237$	$\beta = 0.0263$				

Таблиця 2.11 - Кількість портів

	GDK-162 (S1)	NBX100 (S2)	Tele Vantage (S3)	OmniPCX44 00 (S4)	SU= (Πa_{ij}) ^(1/4)	X(i)=	$\lambda_{\max} =$ S(i)*x(i)
GDK-162	1.0000	2	0.5	0.2	0.669	0.122	1.037
NBX100	0.5	1.0000	0.333	0.2	0.427	0.078	0.858
Tele Vantage	2	3	1.0000	0.2	1.047	0.191	1.305
OmniPCX44 0	5	5	5	1.0000	3.344	0.609	0.974
	8.5	11	6.833	1.6	5.487	1	4.174
	$\gamma = 0.9$	$\alpha = 0.058$	$\beta = 0.064$				

Таблиця 2.12 - Пріоритет локальних критеріїв по технічним характеристикам

	Надійність	Можливість використання недорогих з'єднувальних ліній між офісами (Voice-over-IP)	Кількість портів	(Πa_{ij}) ^(1/4)	X(i)=	S(i)*x(i)
Надійність	1.0000	3	4	2.289	0.625	0.99
Можливість використання недорогих з'єднувальних ліній між офісами (Voice-over-IP)	0.333	1.0000	2	0.874	0.238	1.073
Кількість портів	0.250	0.5000	1.0000	0.5	0.137	0.956
	1.583	4.5	7	3.663	1	3.018
	$\gamma = 0.58$		$\alpha = 0.009$	$\beta = 0.016$		

III. Порівняння варіантів по економічному критерію

Таблиця 2.13 - Вартість порта

	GDK-162 (S1)	NBX100 (S2)	Tele Vantage (S3)	OmniPCX44 00 (S4)	SU= (Πa_{ij}) ^(1/4)	X(i)=	$\lambda_{\max} =$ S(i)*x(i)
GDK-162	1.0000	2	6	9	3.224	0.531	0.944
NBX100	0.5	1.0000	5	7	2.045	0.337	1.127
Tele Vantage	0.167	0.2	1.0000	2	0.508	0.083	1.038
OmniPCX44 00	0.111	0.143	0.5	1.0000	0.298	0.049	0.931
	1.778	3.343	12.5	19	6.075	1	4.04
	$\gamma = 0.9$	$\alpha = 0.013$	$\beta = 0.014$				

Таблиця 2.14 - Вартість обслуговування

	GDK-162	NBX100	Tele Vantage	OmniPCX4400	$(\Pi a_{ij})^{(1/4)}$	X(i)=	S(i)*x(i)
GDK-162	1.0000	0.5	2	5	1.495	0.288	1.066
NBX100	2	1.0000	3	7	2.546	0.49	0.968
Tele Vantage	0.5	0.333	1.0000	3	0.841	0.162	1.026
OmniPCX4400	0.2	0.143	0.333	1.0000	0.312	0.06	0.96
	3.7	1.976	6.333	16	5.194	1	4.02
	$\gamma = 0.9$	$\alpha = 0.0067$	$\beta = 0.0074$				

Таблиця 2.15 - Вартість установки

	GDK-162	NBX100	Tele Vantage	OmniPCX4400	$(\Pi a_{ij})^{(1/4)}$	X(i)=	S(i)*x(i)
GDK-162	1.0000	0.5	0.5	2	0.841	0.189	1.04
NBX100	2	1.0000	1	3	1.565	0.351	0.994
Tele Vantage	2	1	1.0000	3	1.565	0.351	0.994
OmniPCX4400	0.5	0.333	0.333	1.0000	0.485	0.109	0.981
	5.5	2.833	2.833	9	4.456	1	4.009
	$\gamma = 0.9$	$\alpha = 0.003$	$\beta = 0.0033$				

Таблиця 2.16 - Пріоритет локальних критеріїв по технічним характеристикам

	Вартість порта	Вартість обслуговування	Вартість установки	$(\Pi a_{ij})^{(1/4)}$	X(i)=	S(i)*x(i)
Вартість порта	1.0000	6	5	3.107	0.722	0.986
Вартість обслуговування	0.167	1.0000	3	0.794	0.184	1.352
Вартість установки	0.2	0.333	1.0000	0.405	0.094	0.847
	1.367	7.333	9	4.306	1	3.185
	$\gamma = 0.58$		$\alpha = 0.093$	$\beta = 0.16$		

Таблиця 2.17 - Порівняння критеріїв по значимості

	Функціональні можливості	Технічні характеристики	Економічний критерій	$(\Pi a_{ij})^{(1/4)}$	X(i)=	S(i)*x(i)
Функціональні можливості	1.0000	0.250	0.5	0.5	0.149	1.046
Технічні характеристики	4	1.0000	0.5	1.26	0.376	1.223
Економічний критерій	2	2	1.0000	1.587	0.474	0.948
	7	3.250	2	3.347	1	3.217
	$\gamma = 0.58$		$\alpha = 0.109$		$\beta = 0.187$	

Висновки:

Таблиця 2.18 - Порівняння варіантів по функціональним можливостям

	Сервісні функції	Можливість автоматичного вибору маршруту з'єднання	Можливість нарощування системи	Всього
GDK-162	0.437766	0.437766	0.44788	1.323412
NBX100	1.408	1.408	1.448	4.264
Tele Vantage	0.759	0.759	0.44788	1.96588
OmniPCX4400	1.408	1.408	1.672	4.488

Таблиця 2.19 - Порівняння варіантів по технічним характеристикам

	Надійність	Можливість використання недорогих з'єднувальних ліній між офісами	Кількість портів	Всього
GDK-162	0.578536	0.665	0.4953	1.738836
NBX100	1.288	1.607	0.324403	3.219403
Tele Vantage	0.578536	0.665	0.7908	2.034336
OmniPCX4400	1.576	1.1335	2.564	5.2735

Таблиця 2.20 - Порівняння варіантів по економічному критерію

	Вартість порта	Вартість обслуговування	Вартість установки	Всього
GDK-162	2.144	1.157	0.758	4.059
NBX100	1.3605	1.972	1.407	4.7395
Tele Vantage	0.337077	0.64917	1.407	2.393247
OmniPCX4400	0.197632	0.241616	0.437266	0.876514

Таблиця 2.21 - Загальна сума по критеріям

	Порівняння варіантів по функц. можливостям	Порівняння варіантів по техн. характеристикам	Порівняння варіантів по екон. критерію	Всього
GDK-162	1.323412	1.738836	4.059	7.121248
NBX100	4.264	3.219403	4.7395	12.222903
Tele Vantage	1.96588	2.034336	2.393247	6.393463
OmniPCX4400	4.488	5.2735	0.876514	10.638014

По кінцевим значенням вибору методом ієрархій обрана система бізнес-телефонії NBX[®]100 Communications System.

3 БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНА СИСТЕМА БІЗНЕС-ТЕЛЕФОНІЇ ДЛЯ КОМПАНІЙ ТА ВІДДАЛЕНИХ ФІЛІАЛІВ

Компаніям, що розвиваються, необхідна доступна, універсальна телекомунікаційна платформа, що поєднає бездоганну якість телефонних послуг і широкі функціональні можливості із простотою експлуатації й обслуговування, яких так не вистачає традиційним телефонним системам.

Всім цим вимогам відповідає 3Com® NBX® 100 Communications System — надійна система бізнес-телефонії на базі локальної або територіально-розподіленої мережі (LAN/WAN). Система NBX 100 надає організаціям малого й середнього розміру й філіям великих компаній різноманітні засоби обробки дзвінків, голосовий зв'язок високої якості й всі переваги локальної мережі Ethernet у рамках однієї інтегрованої мережі.

Поєднуючи передачу мови й даних в одній мережній інфраструктурі, система NBX 100 рятує замовника від необхідності встановлювати дві окремі системи для голосу й даних. Це підвищує масштабованість, спрощує адміністрування й істотно знижує сукупну вартість володіння. Організація може збільшити кількість вузлів мережі з 1 до 200, установивши, у тому числі, до 100 вхідних ліній з'єднання із центральним офісом, не роблячи радикальної заміни встаткування. При цьому розширення мережі можна здійснювати поетапно, шляхом підключення до неї віддалених офісів, а також віддалених і працюючих вдома співробітників [10].

Завдяки тому, що система NBX 100 підтримує засновані на стандартах QoS засоби керування якістю обслуговування, у тому числі IEEE 802.1p/Q, IP Type of Service (ToS) і затверджений IETF стандарт DiffServ, компанії-власники можуть управляти пріоритетами й передачею голосового трафіка й даних у локальній і розподіленій мережі, забезпечуючи ідеальну якість мовного зв'язку в масштабах усього підприємства.

3.1 Переваги й особливості системи NBX 100

Основні переваги:

- розширені функціональні можливості. Всі моделі мають традиційні функції комутації, гібридної й офісної АТС, а також вбудовані засоби голосової

пошти, декілька багаторівневих автосекретарів, функції складання звітів про дзвінки (Call Detail Reporting), планування з'єднань (Dial Plan), можливість організації й керування групами послідовного пошуку (hunt groups) і групами дозвону (calling groups), інтеграції електронної й голосової пошти (уніфікований обмін повідомленнями), вибору режиму залежно від часу доби, а також автоматичного вибору маршруту з'єднання (Automatic Route Selection ARS);

- простота використання. Інтелектуальний телефонний апарат оснащений зручними функціями, зокрема: функцією гучномовного зв'язку, заздалегідь запрограмованими режимами конференц-зв'язку, перемикачів дзвінка, повторного набору й утримання лінії, натисканням однієї клавіші забезпечує доступ до голосової пошти й запрограмованих номерів прискореного дозвону, має телефонний довідник із ЖК-індикатором і програмувальними клавішами, а також програмувальні користувачем клавіші;

- зручність керування. Співробітники компанії можуть додавати, переміщати й видаляти абонентів, а також змінювати налаштування телефонної системи без допомоги технічних фахівців і звернення до сервісної служби. Система має простий графічний інтерфейс адміністрування, доступний з будь-якої точки мережі через будь-який стандартний Web-браузер;

- доступна ціна, Можливість нарощування. Система допускає нарощування від 1 до 200 ліній/станцій без радикальної заміни апаратури. Крім того, у міру росту вимог до передачі даних і мови компанія може збільшити потужність і розширити функціональні можливості мережі, використовуючи рішення 3Com для локальних і територіально-розподілених мереж (LAN/WAN).

Інтегрована платформа. Поєднуючи передачу мови й даних у рамках єдиної інфраструктури на основі локальної мережі Ethernet, система 3Com NBX 100 не просто усуває необхідність дублювання кабельної проводки. Компанії, що не мають локальної мережі, одержують можливість користуватися всіма перевагами мережних технологій, включаючи спільний доступ до файлів, електронної пошти й принтерам, а також можливість використання загального підключення до Internet для всієї компанії [10].

Багатообіцяючі переваги. Створюючи єдину мережну інфраструктуру для передачі голосу й даних, система NBX 100 надає цілий ряд переваг, значно переважаючі можливості традиційних офісних АТС. Наприклад, на відміну від офісних АТС, що мають спеціалізовані порти для підключення ліній, NBX 100

дозволяє замовникові вибирати тип кабелю, середовища передачі й мережних пристроїв у відповідності зі своїми потребами й фінансовими можливостями. Замовник може також розширювати свою локальну мережу, з'єднуючи між собою віддалені будинки за допомогою нових технологій, наприклад, за допомогою бездротового зв'язку. Власник системи NBX 100 може підключити до мережі нових абонентів, навіть якщо вони перебувають на відстані в тисячі кілометрів [10].

Висока готовність і надійність. Система 3Com NBX 100 Communications System має рівень надійності 99.99% - тобто на 1000 годин роботи доводиться всього 1 хвилина можливого простою. Незважаючи на те, що система NBX 100 використовує загальні з мережею передачі дані комутатори й концентратори, вона функціонує незалежно від комп'ютерів, серверів і мережних операційних систем. Це означає, що телефонна система буде продовжувати працювати навіть у випадку відмови мережного сервера. Оскільки система NBX 100 являє собою відкриту, засновану на стандартах платформу, вона може працювати з будь-якими наявними настільними ПК, серверами, а також концентраторами, комутаторами й маршрутизаторами Ethernet [10].

Простота адміністрування й повна керованість. У недавньому минулому підприємства малого й середнього розміру й філії великих компаній були змушені заради економії засобів застосовувати офісні АТС нижчого класу, найчастіше жертвуючи функціональними можливостями заради ціни й зниження адміністративних витрат. Це ставило їх у не вигідне положення, тому що інформаційне оснащення компанії визначає швидкість реакції на запити клієнтів, продуктивність роботи й ефективність взаємодії з постачальниками й партнерами. Система NBX 100 усуває цей недолік, у тому числі завдяки перерахованим нижче можливостям [10].

Простота адміністрування. У системі 3Com NBX 100 Communications System керування телефонною мережею покладає безпосередньо на адміністраторів і користувачів. Адміністратор одержує у своє розпорядження утиліту NBX NetSet™ - революційний у своїй простоті засіб керування всією системою в цілому. Утиліта NetSet дозволяє здійснювати всі рутинні операції по адмініструванню через стандартний Web-браузер, наприклад Netscape Navigator або Microsoft Internet Explorer. Після мінімального навчання будь-який користувач може самостійно додавати до системи нових абонентів і змінювати налаштування системи в цілому за лічені хвилини. Щоб додати

нового абонента, досить просто підключити телефонний апарат NBX 100 і встановити кілька настроювань у меню. Тому що бізнес-телефон NBX 100 являє собою інтелектуальний пристрій, здатний ідентифікувати себе в мережі, користувачі можуть легко переміщуватися з одного робочого місця на інше в межах мережі компанії. Далі, оскільки адміністрування здійснюється через Web-інтерфейс, адміністратор може змінювати настроювання системи з будь-якого ПК, підключеного до мережі, у тому числі й з віддаленого комп'ютера [8].

Автоматичний вибір маршруту з'єднання (ARS) мінімізує витрати й підвищує ефективність. Необмежене використання телефонів може бути причиною виникнення значних витрат для зростаючої компанії. У системі NBX 100 ця проблема вирішується завдяки застосуванню детального плану з'єднань (Dial Plan), що дозволяє вибирати маршрути з'єднань залежно від 32768 параметрів ARS. Це гарантує, що кожне з'єднання буде виконано найбільш економічним способом. Коли абонент телефонує, система визначає, чи дозволено йому виконувати дзвінок даного типу. Якщо дзвінок дозволений, система аналізує номер з урахуванням правил, установлених планом з'єднань, і миттєво направляє з'єднання на підходящу лінію - канал T1/E1, місцеву аналогову лінію або канал H.323 (за технологією Voice over IP через корпоративну магістральну розподілену мережу) [6].

Складання звітів про дзвінки (Call Detail Reporting). На додаток до плану з'єднань система NBX 100 дає можливість контролювати витрати, дозволяючи користувачам привласнювати дзвінкам коди обліку, у тому числі в ході з'єднання, і потім контролювати використання телефонів засобами CDR. Наприклад, якщо фахівцеві юридичної фірми дзвонить клієнт, співробітник може натиснути функціональну клавішу й ввести в систему обліковий номер клієнта для наступної реєстрації й виставлення рахунку [10].

Функція складання звітів про дзвінки (CDR) дозволяє відслідковувати використання телефонів і становити звіти.

Вибір режиму залежно від часу доби. Компанія-власник може запрограмувати для системи NBX 100 до чотирьох різних режимів роботи залежно від часу доби. Кожному із цих режимів - наприклад, "Відкрито", "Закрито", "Обід", "Інше" - можна зіставити певний час дня. Для кожного режиму передбачений свій тип голосового вітання автосекретаря й маршрут переадресації дзвінків. Хоча режими обслуговування встановлюються автоматично, їх можна скасувати вручну. Наприклад, секретар приймальні

може в будь-який момент одним натисканням кнопки переключити систему в режим "Обід", і всі дзвінки будуть перенаправлятися на робоче місце іншого секретаря.

Зручність роботи користувачів. Система 3Com NBX 100 Communications System відрізняється максимальною простотою з погляду користувача. Запрограмовані кнопки дозволяють легко переходити в режим конференц-зв'язку, переводити дзвінки, повторно набирати номер і втримувати лінію. Одне натискання кнопки забезпечує доступ до послуг голосової пошти, прискореного набору й переадресації на голосову пошту. Всі ці можливості доповнюються двохстроковим алфавітно-цифровим дисплеєм, на який виводиться додаткова інформація, у тому числі номер абонента, що викликається. Щоб подзвонити іншому внутрішньому абонентові, досить знайти його ім'я в телефонному довіднику на ЖК-дисплеї й натиснути програмувальну клавішу. Кожний бізнес-телефон NBX 100 має вбудовану систему гучномовного зв'язку й функцію Hands-Free. Програмувальні клавіші дозволяють користувачеві настроїти телефон у відповідності зі своїми потребами [10].

Гнучкі можливості підключення користувачів. У більшості компаній існує потреба в підключенні до мереж передачі голосу й даних аналогових пристроїв - факсимільних апаратів, устаткування для гучномовного зв'язку й т.д. Саме тому система NBX 100, крім бізнес-телефону NBX 100, підтримує цілий ряд інших пристроїв. Співробітники офісу можуть користуватися головною гарнітурою, підключеної до комп'ютера, і ПК-телефоном NBX pcXset. Фахівці внутрішніх технічних служб і зайнятих адміністраторів можуть залишати своє робоче місце, залишаючись на зв'язку завдяки звичайним бездротовим телефонним апаратам. Заради економії засобів у громадських місцях, наприклад буфетах або холах, можна встановлювати недорогі аналогові телефонні апарати. Всі ці й інші аналогові пристрої легко підключаються до системи NBX 100 через адаптер NBX Analog Adapter або плату Analog Terminal Card [10].

3.2 Віддалений зв'язок для малого офісу, філії або співробітників, що працюють вдома

3Com NBX 100 Communications System - ідеальний засіб для реалізації повного спектра телефонних послуг бізнес-класу в організаціях, що має офіси

малого розміру, віддалені офіси або співробітників, що працюють вдома. Система NBX 100 рятує від необхідності встановлювати в кожному віддаленому офісі власну офісну АТС. Замість цього у віддаленому офісі можна встановити бізнес-телефони NBX 100, підключивши їх до маршрутизатора 3Com, наприклад OfficeConnect® LAN Modem, і з'єднуватися із системою NBX 100 центрального офісу через канал WAN. Крім зниження витрат і спрощення адміністрування, така конфігурація забезпечує співробітникам віддаленого офісу повноцінний доступ до мережі передачі даних, телефонним службам і системам обміну повідомленнями центрального офісу. Аналогічним чином працюючі вдома співробітники можуть підключатися до центрального офісу по каналу віртуальної мережі (VPN), одержуючи доступ до телефонних послуг і голосової пошти в реальному часі [10].

Система 3Com NBX 100 Communications System дозволяє організаціям, що мають додаткові офіси, користуватися недорогими високоякісними послугами Voice-over-IP, використовуючи додаток-шлюз 3Com NBX ConneXtions H.323 (рис. 3.1). Це дозволяє відмовитися від дорогих сполучних ліній між офісами й перенести телефонні з'єднання в межах компанії в магістральну мережу передачі даних, одержавши тим самим додаткову віддачу від засобів, вкладених у створення розподіленої мережі передачі даних. Завдяки системі NBX 100 компанія може перейти у всіх офісах на одну стандартну платформу бізнес-телефонії незалежно від технології, що використовується в каналах WAN - будь то ISDN, ATM, T1/E1, Frame Relay, xDSL, кабельні модеми або бездротова технологія Ethernet. Система NBX 100 також підтримує протокол IGMP (IP multicasting), що дозволяє забезпечити голосовий зв'язок високої якості при підключенні домашніх офісів або філій через завантажену локальну або територіально-розподілену мережу [10].

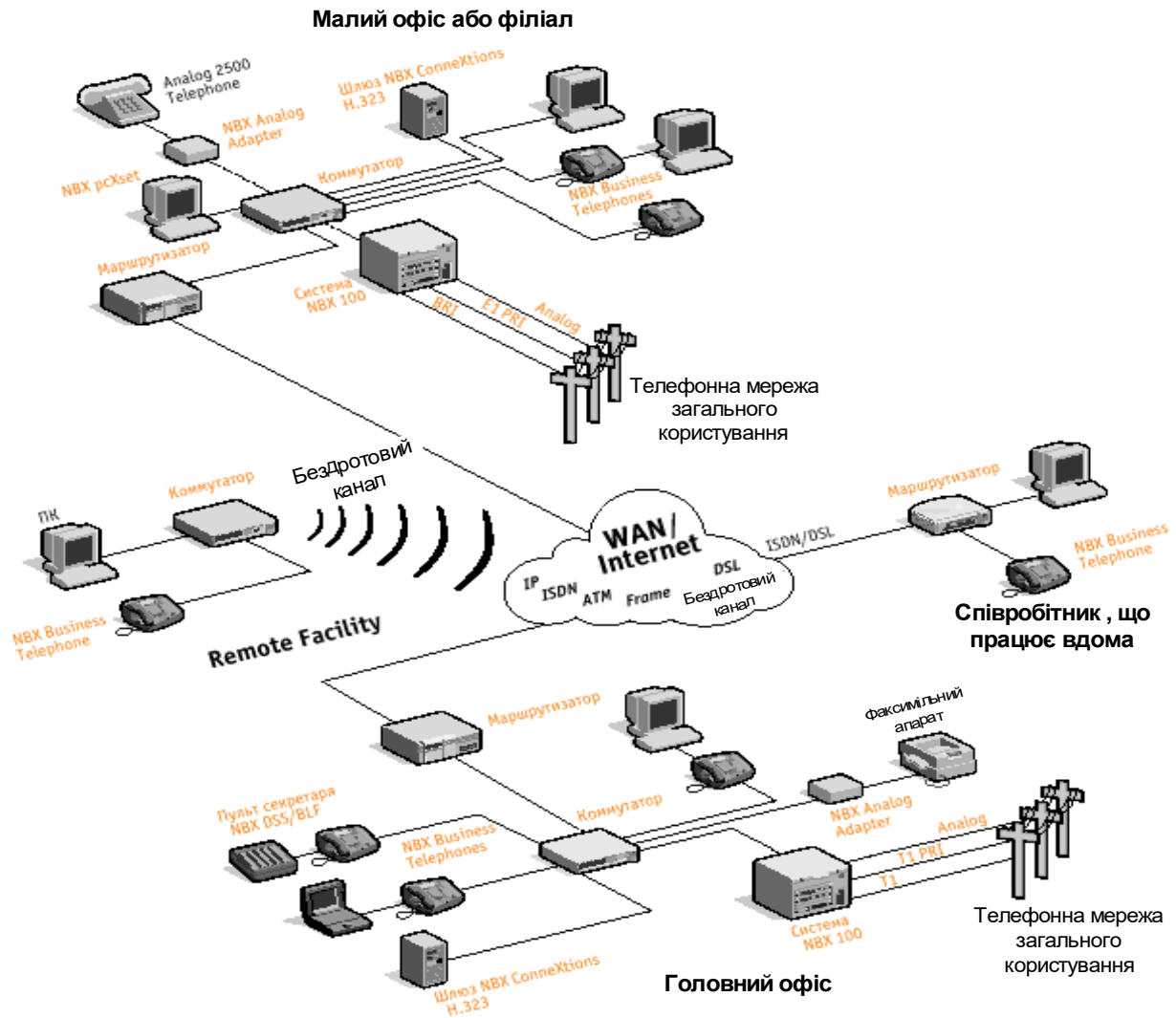


Рисунок 3.1 – Організація зв'язку з віддаленими офісами 3COM NBX100

3.3 Обладнання 3COM NBX100

Телефонний апарат NBX 100 Business Telephone (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Телефонний апарат NBX 100

Бізнес-телефон 3Com NBX 100 виконаний у вигляді звичайного багатоканального телефонного апарата зі зручними розширеними функціями й можливостями, викликуваними одним натисканням кнопки. Апарати випускаються вугільно-сірого та білого кольору. Стандартний набір функцій бізнес-телефону NBX 100 включає:

- вбудовану систему гучномовного зв'язку з функцією відповіді в режимі Hands-Free;
- двохстроковий дисплей з підтримкою визначення номера, попередньо запрограмовані функції, включаючи конференц-зв'язок;
- перевод дзвінка, повторний набір і втримання лінії;
- доступ одним натисканням кнопки до голосової пошти (читання повідомлень) 18 програмувальних кнопок, що набудовуються адміністратором і/або користувачем, наприклад для прискореного набору;
- ЖК-дисплей (2 рядки x 16 символів);
- телефонний довідник з набором номера через ЖК-дисплей за допомогою програмувальних кнопок;
- перевод всіх дзвінків на голосову пошту одним натисканням кнопки;
- порт концентратора для підключення комп'ютера до локальної мережі;
- система гучномовного зв'язку із кнопкою відключення звуку;
- кнопки регулювання гучності.

Пульт секретаря.



Рисунок 3.3 – Пульт секретаря NBX 100

Приставка 3Com NBX 100 DSS/BLF Adjunct, призначена для великих офісів (рис. 3.3), дозволяє централізовано управляти дзвінками в межах всієї організації. Пульт оператора має 50 кнопок і клавішу Shift, що дозволяє підтримувати до 100 функцій або пристроїв. Стандартний набір функцій пульта включає:

- 50 програмувальних кнопок зі світлодіодними індикаторами;
- 2-рівневу програмувальну пам'ять із клавішею Shift;
- 4 додаткові програмувальні кнопки для часто використовуваних функцій, наприклад передачі дзвінка, утримання виклику або конференц-зв'язку;
- стандартний порт локальної мережі 10 BASE-T.

Набір програмувальних функцій включає:

- підтримку режиму прямого дозвону (Direct Station Select DSS);
- індикатор "зайнято" для кожної додаткової лінії;
- підтримку переводу дзвінка "наосліп" і з попередженням;
- індикатори стану ліній центрального офісу;
- прискорений набір - як персональний, так і системний;
- зони втримання дзвінків;
- зони персонального виклику.

Програмне забезпечення NBX pcXset PC Telephone

Клієнтське програмне забезпечення 3Com NBX pcXset PC Telephone дає користувачеві ПК доступ до всіх функцій і можливостей системи NBX 100 безпосередньо через комп'ютер без застосування окремого телефонного апарата. Користувачі ПО pcXset можуть здійснювати виклики й приймати дзвінки безпосередньо із ПК, використовуючи навушники або головну гарнітуру, а також клавіатуру й мишу комп'ютера. ПО NBX pcXset ідеально підходить для центрів обробки телефонних дзвінків і неформальних груп телефонного обслуговування, таких як відділи збуту або сервісу. На додаток до функцій і користувальницького інтерфейсу бізнес-телефону NBX 100, ПО pcXset дозволяє використовувати "гарячі клавіші" для швидкої обробки дзвінків. ПО NBX pcXset працює на комп'ютерах з операційною системою Windows 95/98/NT [2].

Адаптер NBX Analog Adapter (рис.3.4).



Рисунок 3.4 – Адаптер NBX 100

- дозволяє підключити до системи NBX 100 до 4-х аналогових

пристроїв (наприклад, звичайний або бездротовий телефон, факсимільний апарат групи 3, зовнішній сигналізатор або дзвінок);

- має 4 стандартних порти RJ-11;
- має порт концентратора для підключення додаткового пристрою з інтерфейсом Ethernet, наприклад, принтера, комп'ютера або апарата NBX;
- підтримує функції перемикування, відбою й переводу дзвінка;
- має один стандартний порт RJ-45;
- підтримується утилітою адміністрування NetSet і засобами APX;

Шлюз NBX ConneXtions Gateway

NBX ConneXtions являє собою шлюз протоколу H.323, що дозволяє підключати систему NBX 100 через IP-мережу до інших телефонних систем, оснащених шлюзами H.323. Дозволяючи з'єднувати кілька телефонних систем через мережу передачі даних, шлюз NBX ConneXtions надає ті ж переваги, що й традиційні сполучні телефонні лінії й зовнішні додаткові лінії, але при значно менших витратах. На відміну від інших шлюзів H.323, NBX ConneXtions дозволяє передавати звукові сигнали через локальну або територіально-розподілену мережу у вигляді аудіопакетів, усуваючи тим самим багаторазові перетворення із цифрової в аналогову форму по ходу передачі даних. До шлюзу можуть підключатися інші клієнтські системи H.323, перетворюючись у розширення системи NBX 100.

3.4 Програмне забезпечення 3COM NBX100

До складу кожної NBX 100 Communications System входить система обробки повідомлень Advanced PowerMail eXchange (APX) Messaging - комплекс потужних програмних засобів для відповіді на дзвінки, маршрутизації викликів і обробки повідомлень. Крім стандартних телефонних функцій обміну повідомленнями, система APX підтримує уніфіковану обробку повідомлень по стандарту IMAР4. Уніфікована обробка повідомлень передбачає використання єдиної універсальної поштової скриньки для голосової й електронної пошти, що дозволяє користувачам краще організувати свою роботу, вірніше розподіляти пріоритети й швидко відповідати на термінові виклики. Користувачі системи можуть переглядати, відтворювати й зберігати голосові повідомлення на своїх ПК, використовуючи будь-яку сумісну із протоколом IMAР4 програму електронної пошти, наприклад Microsoft Outlook Express або

Eudora. Система NBX 100 поставляється із чотирма портами автосекретарів і безкоштовно прикладеною пам'яттю для мовних повідомлень ємністю 30 хвилин. Система APX допускає розширення до 12 портів автосекретарів і до 80 годин пам'яті шляхом простого відновлення програмного забезпечення [5].

За допомогою стандартного додатка, наприклад Microsoft Outlook Express, голосовими повідомленнями можна управляти точно так само, як повідомленнями електронної пошти.

Модуль Automated Attendant Module

Модуль автосекретаря APX Automated Attendant може відповідати на всі вхідні дзвінки або використовуватися як резерв у випадку, якщо на дзвінок нікому відповісти. Абонент, що дзвонить, може здійснювати підключення по додатковому номеру, імені або відділу. Користувач може створити кілька вітань, розрахованих на різний час доби, і активізувати кожне з них у відповідні години. Модуль Automated Attendant забезпечує швидку відповідь на вхідні дзвінки або їхню передачу в систему без затримок. Завдяки одночасній обробці до 12 дзвінків він дозволяє компанії, що розвивається, ефективно справлятися з мінливим потоком дзвінків, не збільшуючи кількість співробітників. Модуль підтримує декілька багаторівневих автосекретарів, що дозволяє задавати різні голосові вітання й способи маршрутизації для дзвінків, адресованих різним користувачами або відділам, відповідно до їх потреб [10]. Характеристики модуля:

- до 99 голосових вітань автосекретаря на одну систему;
- до 20 підменю для кожного автосекретаря;
- до 12 пунктів меню в кожному меню автосекретаря
- програмування дерева автосекретаря через утиліту NetSet;
- налаштування й тестування конфігурації за допомогою NetSet для перевірки перед запровадженням у дію.

Утиліта NetSet робить налаштування й керування численними багаторівневими автосекретарями простою та швидкою.

Модуль Voice Messaging Module

Модуль голосових повідомлень APX Messaging module відповідає на дзвінки особистим вітанням у випадку, якщо відповідний абонент відсутній. Адміністратор може настроїти систему таким чином, щоб виклики перенаправлялися на систему APX негайно або із затримкою від 2 до 8 гудків.

Повідомлення про наявність повідомлень і читання повідомлень. Система

АРХ сповіщає користувачів про наявність повідомлень за допомогою індикатора "Message Waiting" на апараті NBX 100, при цьому на дисплеї апарата відображається кількість нових повідомлень. Для зчитування повідомлень у системі NBX 100 досить натиснути кнопку "MSG" і ввести пароль.

Повідомлення відсутніх абонентів і їх зчитування. Якщо користувач відсутній в офісі, АРХ Messaging може направляти повідомлення про нові повідомлення на звичайний або стільниковий телефон, де б користувач не перебував. Зчитування повідомлень можливо з будь-якого телефону з тональним набором.

Система NBX 100 сповістить вас про нові повідомлення по альтернативному телефонному номеру.

Користувальницькі налаштування. Система АРХ Messaging дозволяє кожному користувачеві самостійно обирати спосіб обробки дзвінків і повідомлень. Користувачі можуть створювати власні поштові скриньки, записувати особисті вітання, а також управляти новими й наявними папками для повідомлень, використовуючи функції "Зберегти", "Видалити", "Відповісти", "Відповісти всім", "Переслати" позначки "Особисте" і/або "Терміново". Крім того, користувачі можуть використовувати для адресації повідомлень імена, додаткові телефонні номери або списки розсилання, що забезпечує швидкість і зручність обміну повідомленнями між співробітниками.

3.5 Система NBX 100

1. Шасі системи NBX 100

Шасі системи NBX 100 являє собою компактний блок з 6 роз'ємами розширення, який можна монтувати в стандартну 19-дюймову комп'ютерну стійку або на стіну. До складу шасі входять:

- засоби підтримки підключення до локальної й розподіленої мережі;
- вбудовані засоби розширення;
- кабель живлення;
- роз'єми для з'єднання декількох шасі в ланцюжок для спрощення розширення;
- універсальні слоти розширення, що забезпечують зручне розширення системи.



Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд системи NBX 100

2. NBX Network Call Processor

- обробляє всі вхідні й вихідні з'єднання;
- управляє комплексом вбудованих додатків: системою APX Voice Messaging, автосекретарями й вбудованим Web-сервером;
- підтримує до 200 ліній/станцій, але не більше 100 вхідних ліній і 150 внутрішніх ліній;
- стандартні роз'єми для Music on Hold (МОН) і зовнішньої системи персонального виклику;
- порт 10 BASE-T типу MDI-X;
- роз'єми розширення 10BASE2 BNC;
- СОМ-порт для діагностики;
- вбудований інтерфейс СТІ на основі ТАРІ 2.Х;
- функція звіту про дзвінки (Call detail reporting);
- підтримує уніфіковану обробку повідомлень (IMAP4).

3. Плата NBX Analog Line Card (4 порти)

- дозволяє підключити до 4 ліній телефонної мережі загального користування через 4 роз'єми RJ-11;
- підтримує послугу визначення номера (замовляється окремо в місцевого телефонного оператора; дана послуга підтримується не всіма операторами телефонного зв'язку);
- має порт для обходу при відмові живлення.

4. Плата NBX 10 BASE-T Hub Card (8 портів)

- має 8 портів, що не комутуються, 10 Мбіт/с Ethernet, інтерфейси RJ-45;
- має один роз'єм 10BASE2 BNC для послідовного з'єднання декількох шасі.

5. Плата NBX Digital Line Card (1 порт)

- дозволяє підключити до системи NBX 100 лінію T1/E1;
- підтримує 24 голосових канали DSO (T1/E1);
- система підтримує до 3 плат адаптерів T1/E1.

6. Плата NBX Analog Terminal Card (4 порти)

- дозволяє підключити до системи NBX 100 до 4 аналогових пристроїв (стандартних або бездротових телефонів, факсимільних апаратів групи 3, входів зовнішньої сигналізації або дзвінка зовнішньої системи персонального виклику);
 - підтримує функції голосової пошти, повідомлення відсутніх абонентів, групи послідовного пошуку або дозвона;
 - має 4 стандартних порти RJ-11;
 - підтримує функції перемикання, відбою й переводу дзвінка;
 - підтримується утилітою адміністрування NetSet і засобами APX.

7. Утиліта NetSet Administration Utility

Можливості адміністратора. Утиліта NetSet допомагає адміністраторові пройти процедуру модифікації системи крок за кроком. З одного екранного меню адміністратор може задати додатковий номер користувача, клас обслуговування, додатковий номер APX, відображення кнопок, привілеювання дзвінка й настроювання системи CDR. Утиліта NetSet також дозволяє адміністраторові:

- створювати й змінювати до 99 номерів прискореного набору, що діють для всієї системи;
- додавати або змінювати режими пульта секретаря, визначаючи, хто повинен відповідати на дзвінки;
- додавати або змінювати настроювання переадресації викликів таким чином, щоб забезпечити своєчасну відповідь на всі дзвінки;
- змінювати настроювання системи;
- виконувати пошук і усунення несправностей;
- програмувати систему APX;
- створювати групи послідовного пошуку й групи дозвону;

- програмувати модуль автосекретаря.

Можливості користувача. Утиліта NetSet дозволяє користувачеві змінювати налаштування телефону у відповідності зі своїми потребами через звичайний Web-браузер. Користувач може:

- задавати й змінювати паролі;
- призначати й змінювати номери прискореного дозвону, що викликаються однією кнопкою;
- створювати й змінювати до 100 персональних номерів прискореного дозвону;
- призначати й змінювати функції індикаторів "Зайнято";
- обирати одну з 9 мелодій дзвінка або "беззвучний дзвінок";
- переглядати внутрішній телефонний довідник з додатковими номерами інших користувачів;
- набутовувати систему повідомлення про нові повідомлення, включаючи повідомлення на стільниковий телефон;
- змінювати напрямки переадресації викликів;
- переглядати онлайнний посібник користувача.

Завдяки єдиному інтерфейсу й наявності онлайнної документації утиліта адміністрування NBX 100 NetSet робить процес керування телефонною системою зручним і простим як для адміністратора, так і для користувачів.

Система NBX 100 Communications System сертифікована як комутаційна система, гібридна система й офісна АТС. Система NBX 100 Communications System - не просто технічно розроблене рішення, - це рішення, перевірене часом. Сьогодні система NBX 100 Communications System допомагає працювати й розвиватися тисячам компаній, завдяки чому 3Com Corporation стала самим перспективним постачальником офісних АТС у галузі [3].

3.6 Використання WATSON 4 MultiSpeed для підключення віддалених офісів

WATSON 4 MultiSpeed забезпечує найкраще сполучення дальності роботи й швидкості передачі в порівнянні з іншими технологіями xDSL. Це ідеальний вибір компаній, що оперативно надають нові послуги зв'язку та не мають можливості кабельного будівництва.

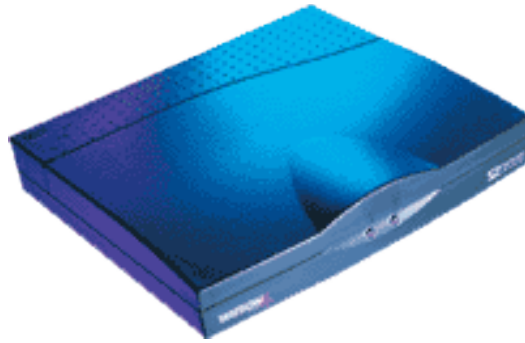


Рисунок 3.6 – Модем WATSON 4 MultiSpeed

WATSON 4 MultiSpeed найкраще рішення для надання високошвидкісних послуг передачі даних і телефонії по одній мідній парі. Використовується економічна технологія MultiSpeed:

- для надання послуг передачі даних і високошвидкісного доступу до мережі Internet;
- для заміни дорогих виділених ліній;
- для реалізації високошвидкісного доступу до мереж IP/FR/ATM;
- для зв'язку офісних АТС із мережами передачі даних по одній мідній парі.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики WATSON 4 MultiSpeed

Швидкість передачі інформації	144, 272, 400, 528, 784, 1040, 1552, 2064 Кбіт/с
Лінійний вхідний опір	135 Ом
Рівень вихідного сигналу	7,5 -13,5 дБм
Тип лінійного роз'єму	RJ-45
Дальність передачі:	
- діаметр жили 0,5 мм	8.8 км - 128 Кбіт/с
	7.9 км - 384 Кбіт/с
	5.9 км - 1024 Кбіт/с
	5.1 км - 1536 Кбіт/с
	4.7 км - 2048 Кбіт/с
- діаметр жили 1,2 мм	
	52 км - 128 Кбіт/с
	17 км - 2048 Кбіт/с
Кліматичні умови:	
Кліматичне виконання	ETS 300 019
Робоча температура	-5°...+ 55°С
Відносна вологість	5...95%
Електробезпе́чність	EN60950, EN55022
Захист від перенапруг	K20/K21

Для таких додатків, як доступ до послуг передачі даних і телефонії,

функція "MULTISERVICE" дозволить з'єднати офісну АТС і мережу передачі даних по одній мідній парі використовуючи тільки модеми WATSON 4, виключаючи необхідність установки мультиплектора.

Використання xDSL модемів Watson4

Останнім часом у корпоративних користувачів і операторів зв'язку все частіше виникає потреба в організації високошвидкісних цифрових каналів передачі інформації. Однак на шляху розгортання цифрових комунікацій є одна досить серйозна перешкода - застаріла кабельна інфраструктура. Наявні кабелі встановлювалися багато років тому й володіють, м'яко говорячи, не кращими параметрами для передачі по ним цифрових потоків з високою швидкістю. Свою роль у цьому грають і вузька смуга пропускання, і наявність істотних шумів у лінії, і невеликий діаметр жили кабелю. Додамо фактори, викликані старінням кабелю, наприклад, низький опір ізоляції, і вийде така невтішна картина. Саме із цих причин інтерес до xDSL-модемів в останні роки постійно росте. Завдання, що ставиться перед цими модемами, дуже складні - забезпечити якісну передачу даних, з мінімальною кількістю помилок і найменших затримок по вже наявним кабелям. При цьому бажано досягти максимальної швидкості [3].

Одним із пристроїв, що відповідають заданим вимогам при досить доступній ціні, є продукт швейцарської фірми Schmid Telecommunications - модеми серії Watson4. Watson4 - це сімейство модемів для виділених ліній, що працюють за технологією MSDSL (Multi Speed Digital Subscriber Line), причому працюють вони на одній мідній парі. Лінійка модемів Watson4 має як моделі із синхронними інтерфейсами для підключення до кінцевого встаткування - G.703 (balanced, unbalanced), V.35, X.21, так і модель із інтерфейсом 10Base (Ethernet) і вбудованим мостом (bridge). Розмаїтність інтерфейсів дозволяє використовувати модеми Watson4 у різноманітних рішеннях - для з'єднання локальних мереж між собою, для підключення установчих АТС до мережі загального користування, для організації абонентських виносів і т.д.

Технологія MSDSL

Для передачі інформації з виділеної лінії модеми Watson використовують унікальну технологію, засновану на CAP-модуляції, регулюванні рівня прийому й передачі та адаптивну систему узгодження з лінією.

Абревіатура MSDSL розшифровується як Multi Speed Digital Subscriber Line. Залежно від стану лінії, може бути обрана одна з декількох швидкостей

передачі інформації - від 144 Кбіт/сек до 2048 Кбіт/сек. При цьому змінюється не тільки швидкість передачі, але також метод модуляції й потужність передавача.

Відзначимо, що метод модуляції CAP (Carrierless Amplitude and Phase Modulation - амплітудно-фазова модуляція із придушенням несучої) має досить невисокі енергетичні показники й, крім того, має вузьку смугу сигналу. Ці дві обставини дозволяють працювати на мідних кабелях з більшим коефіцієнтом використання пар без істотних взаємних перешкод. Навіть на високих швидкостях передачі інформації модеми Watson не створюють перешкод апаратурі ущільнення, що працює по сусіднім у кабелі парам. Далеко не всі модеми можуть мати таку якість.

Конструктивне виконання

Модеми випускаються в трьох типах корпусів: настільний, Rack-mount - для установки в 19-ти дюймову комунікаційну шафу, для установки в касету. Про останній варіант варто сказати докладніше. Касета для установки модемів дозволяє організувати вузол доступу високої ємності. Касета має модуль керування і єдиним блоком живлення для всіх модемів, дозволяє підключити резервне джерело живлення, і має 14 платомісця для установки модемів. Таким чином, одна касета може використовуватися для установки до 14 модемів з єдиним надійним електроживленням і керуванням [2].

Електроживлення

Модеми Watson4 мають кілька варіантів електроживлення: по змінному струму (220В) і по постійному струму (60В або 48В). Останній варіант часто використовується у великих вузлах зв'язку. Крім того, у лінійці модемів Watson4 існує дві модифікації модемів - LTU і NTU. Відрізняються вони тим, що перший може подавати живлення в лінію, а другий може одержувати живлення з лінії. Природно, для того, щоб блок NTU міг одержувати живлення з лінії, на іншому кінці виділеної лінії повинен бути встановлений модуль LTU (рис 3.7).



Рисунок 3.7 - Схема живлення модулів LTU/NTU

Керування

Керування - одна з найдужчих сторін модемів серії Watson4. Кожний модем постачений комунікаційним портом RS-232C для підключення терміналу або комп'ютера з емулятором терміналу. Система меню дозволяє управляти безліччю параметрів модему, причому з терміналу головного (Master) модему можна змінювати параметри віддаленого модему (Slave).

Приклади використання модемів Watson4

1. Організація підключення двох УАТС

Для зв'язку між собою двох УАТС (PBX - Private Branch Exchange), як правило, використовуються інтерфейс G.703 з кадрами G.704 (потік E1). У цьому випадку для організації такого зв'язку можуть бути обрані модеми Watson4 з інтерфейсом G.703 на коаксіальний кабель або кручену пару. Схема з'єднань наведена на рис 3.8.

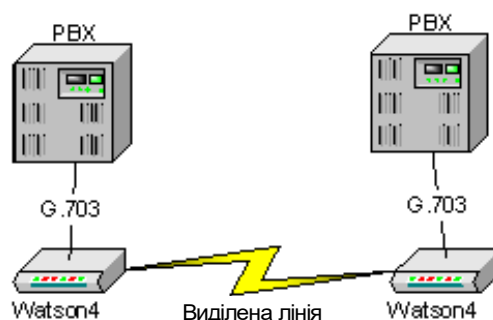


Рисунок 3.8 - Міжстанційне з'єднання за допомогою модемів Watson4

2. Організація WAN-з'єднання між мережами

Модеми Watson4 дозволяють організувати з'єднання між двома локальними мережами. Таке рішення застосовне в тому випадку, якщо відстань між мережами велика й немає можливості організувати виділену лінію між

ними - наприклад, мережі розташовані в різних містах. У цьому випадку використовуються 4 пристрої серії Watson4: два - з портами Ethernet і два - з портами, наприклад, G.703 [2]. Схема з'єднань наведена на рис 3.9.

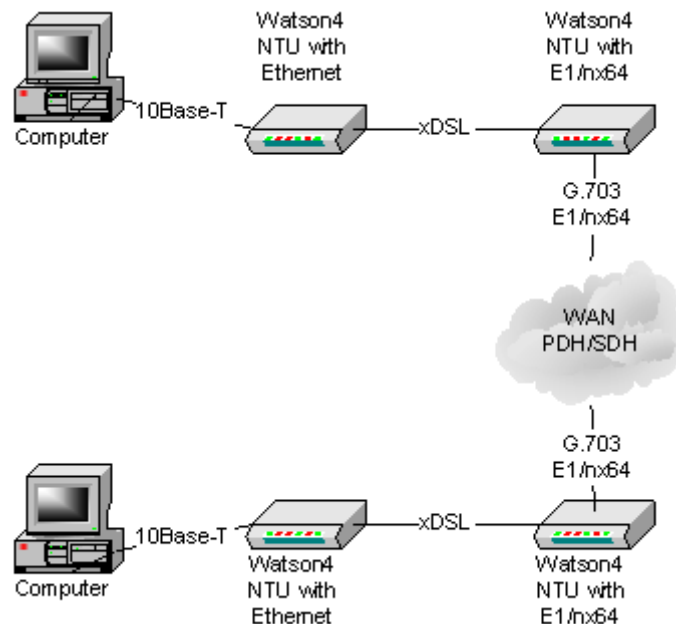


Рисунок 3.9 - Схема з'єднань при організації WAN-з'єднання

3. З'єднання двох локальних мереж по виділеній лінії

Модеми серії Watson4 дозволяють організувати високоефективне з'єднання між двома локальними мережами (рис. 3.10). Для цих цілей існує модель із вбудованим мостом (bridge). Міст робить аналіз MAC-адрес фреймів Ethernet і якщо визначає, що адреса призначення належить локальному сегменту, то не передає фрейм через повільний канал.

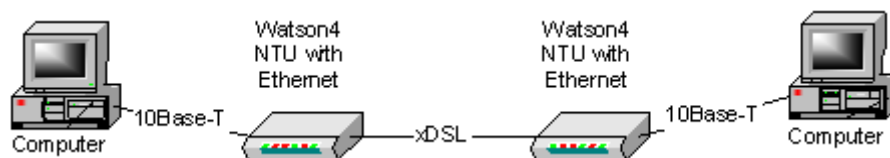


Рисунок 3.10 - Організація зв'язку між ЛОМ за допомогою модемів Watson4

Оскільки на сьогоднішній день при організації локальних мереж досить часто застосовуються комутатори, то додаткова фільтрація внутрішньосегментного трафіка найчастіше не потрібна. Програмне забезпечення модему Watson4 дозволяє відключити цю функцію. У цьому

випадку вбудований у модем міст прозора пропускає через себе всі пакети, що надходять на порт Ethernet (рис 3.11).

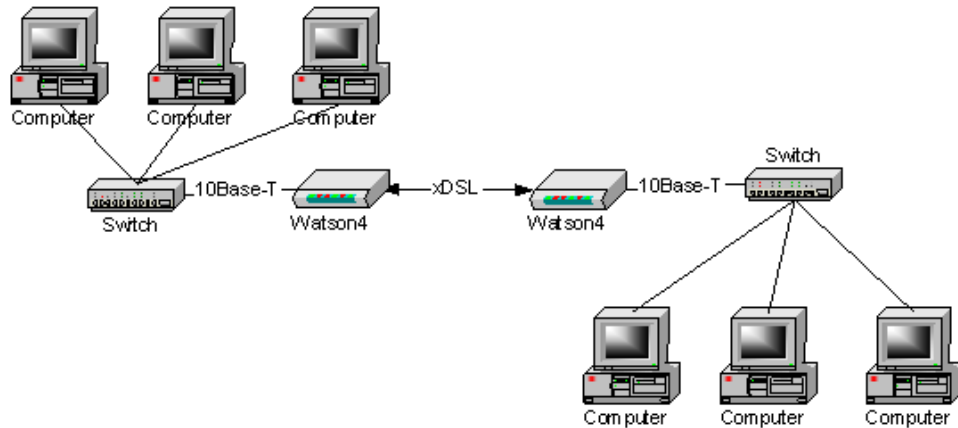


Рисунок 3.11 - Підключення модемів Watson до комутаторів Ethernet

У такому режимі стають доступними деякі "хитрі" варіанти використання модемів. Одним з таких варіантів є організація резервних каналів за допомогою протоколу STP (Spanning Tree Protocol). Приклад наведений на рис. 3.12.

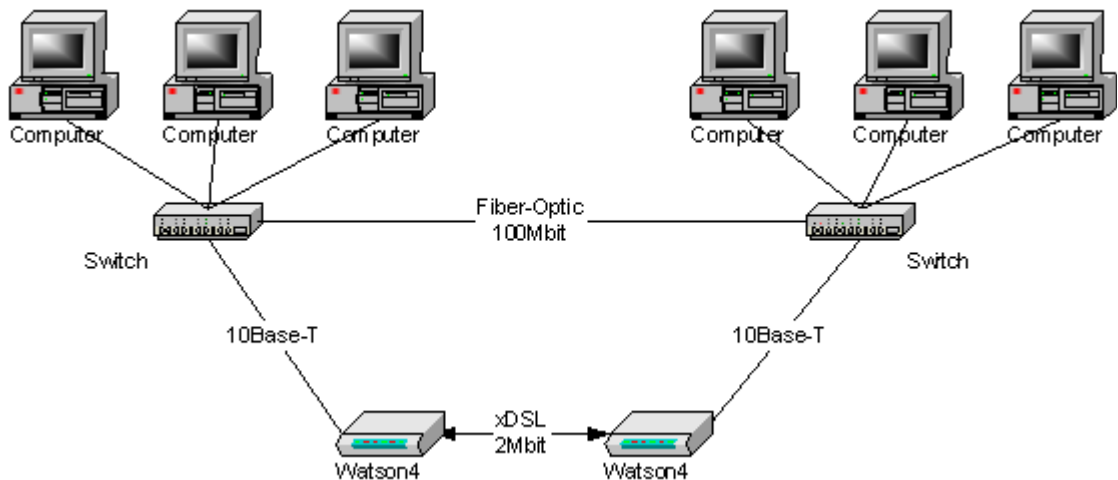


Рисунок 3.12 - Організація резервного каналу за допомогою модему Watson

4 ВИКОРИСТАННЯ БЕЗДРОТОВОГО ПІДКЛЮЧЕННЯ ВІДДАЛЕНОГО ОФІСУ У СИСТЕМІ NBX 100

Система NBX 100 дозволяє передавати голосовий трафік корпоративної мережі не тільки по дротовим мережам, є можливість передачі також і по бездротовим лініям. Розглянемо можливість підключення віддаленого офісу до корпоративної мережі. Для цього необхідно застосовувати певні рівновиди антен.

4.1 Параболічна антена Wire Grid для віддалених офісів

Приймально-передавальна сегментопараболічна антена (рис. 4.1) використовується для створення радіоканалів на великих відстанях (до 50 км). Дві таких антени, підключених безпосередньо до мережних радіокарт або радіобриджам, і спрямованих одна на одну, забезпечують дальність зв'язку до 20 км. З підсилювачами (з кожної сторони) дальність зв'язку зростає до 50 км. Технічні характеристики антени Wire Grid представлені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики антени Wire Grid

Технічні характеристики:	
Ширина діаграми спрямованості на рівні -3 d:	10
Робочий діапазон частот:	2400-2500 MHz
Співвідношення потужності випромінювання в передній і задній півсферах:	21 d
Коефіцієнт підсилення в робочій смузі:	23,5 dBi
Опір:	50 Ohm
Роз'єм "N" типу:	Male
Поляризація:	Dual
Вага антени:	2,4 кг
Розмір антени:	27,0 см x 90,0 см
Матеріал	Нержавіюча сталь, клепка



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд антени Wire Grid

4.2 Всеспрямовані антени Mobile Mark для вузлів доступу

Всеспрямовані антени виробництва Mobile Mark (Великобританія) серії OD (рис. 4.2) є одними з найкращих у своєму класі. Високу популярність цим антенам принесли надійність і довговічність, стабільність характеристик протягом усього періоду їхньої експлуатації (до 5 років). Сучасні технології виробництва цих антен, що відносяться до класу колінеарних, дозволили одержати високі енергетичні параметри при малих габаритах, вазі й щодо невисокій ціні.

Вибір 9 або 12 дБ антени залежить від видалення клієнтських станцій, що обслуговуються. Антена OD-9 має більшу, ніж в 12 дБ антени ширину діаграми спрямованості у вертикальній площині й може бути корисна для обслуговування близько розташованих клієнтів (віддалення до 1 км) при досить високій точці розташування базової станції, наприклад на горі або телевежі. При використанні антен у закритих приміщеннях (ангарах, складах, офісах) OD-9 може дати більше енергетики для віддалених закритих стінами приміщень, ніж OD-12, за рахунок більш рівномірного розсіювання (перевідбиття) радіосигналу у вертикальній площині [11].

Технічні характеристики антени Mobile Mark представлені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики антени Mobile Mark

Ширина діаграми направленості у вертикальній площині OD 12-2400	9
Ширина діаграми направленості у вертикальній площині OD 9-2400	14
Робочий діапазон частот	2400-2500 MHz
Коефіцієнт підсилення в робочій смузі OD12/OD9	12dBi/9 dBi
Опір	50 OHMS
Роз'єм "N" типу	Female
Поляризація	Вертикальна
Вага антени OD12/OD9	1,5кг. /1 кг.
Розмір OD12/OD9	109x2,5/69x2,5 (cm)
Виробництво	Великобританія



Рисунок 4.2 – Зовнішній вигляд антени Mobile Mark

4.3 Розрахунок дальності бездротових каналів діапазону 2,4 ГГц

Можливі 5 різних варіантів радіоліній, представлені в табл. 4.3. Для обраного варіанта обчислюється значення підсилення лінії Y (значення змінних, що входять у формули, представлені в таблицях) і за графіком (рис. 4.3) визначається дальність.

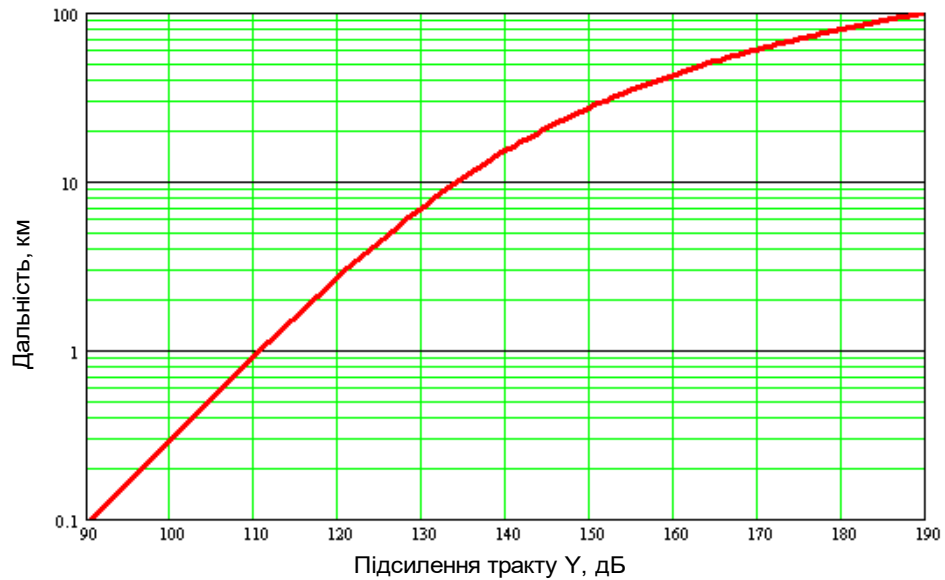


Рисунок 4.3 – Графік залежності дальності лінії передачі від підсилення тракту

Таблиця 4.3 - Варіанти радіоліній

Варіант радіолінії	Формула для розрахунку Y
1. Зі штатними антенами без підсилювачів.	$P_{\text{прд}} + G_{\text{прд}} + G_{\text{пр}} - P_{\text{min}}$
2. Із зовнішніми антенами без підсилювачів.	$P_{\text{прд}} - L_{\text{прд}} + G_{\text{прд}} + G_{\text{пр}} - L_{\text{пр}} - P_{\text{min}}$
3. Із зовнішніми антенами й передавальними підсилювачами.	$P_{\text{під}} + G_{\text{прд}} + G_{\text{пр}} - L_{\text{пр}} - P_{\text{min}}$
4. Із зовнішніми антенами й приймальними підсилювачами.	$P_{\text{прд}} - L_{\text{прд}} + G_{\text{прд}} + G_{\text{пр}} - P_{\text{min}}$ (при $K_{\text{пр}} > L_{\text{пр}}$)
5. Із зовнішніми антенами й приймально-передавальними підсилювачами.	$P_{\text{під}} + G_{\text{прд}} + G_{\text{пр}} - P_{\text{min}}$ (при $K_{\text{пр}} > L_{\text{пр}}$)

У нашому випадку будемо використовувати варіант радіолінії із зовнішніми антенами без підсилювачів.

Вихідні дані для розрахунку Y:

1. Вихідна потужність $P_{\text{прд}}$ і коефіцієнти підсилення штатних передавальних $G_{\text{прд}}$ та приймальних $G_{\text{пр}}$ антен обираємо із табл. 4.4.

Для нашого випадку вихідна потужність BU-DS.11D: $P_{\text{прд}} = 24$ дБм.

2. Реальна чутливість приймача P_{min} дБм при $\text{BER} = 1 \cdot 10^{-5}$ (залежить від швидкості передачі) представлена в табл. 4.5.

У нашому випадку для BreezeNET DS.11 реальна чутливість приймача:
 $P_{\text{min}} = -84$ дБм

Таблиця 4.4 – Потужності антен

Апаратура	Р _{прд} , дБм	G _{прд} , G _{пр} , дБ (штатні антени)		
Радіомости Cisco-AIR, серія 350	20	2		
Aironet 4800, Cisco-AIR 340	15	2		
ORiNOCO (WaveLAN Turbo 11)	15	0		
BreezeNET DS.11	18	2		
BreezeNET PRO.11D, BreezeLink-121	15	немає		
BreezeACCESS unlimited	33	16		

Таблиця 4.5 – Швидкість передачі

Апаратура	Швидкість передачі, Мбіт/с			
	1	2	5,5	11
Cisco-AIR 350	-94	-91	-89	-85
Cisco AIR 340, BR500, 4800	-90	-88	-87	-84
ORiNOCO	-94	-91	-87	-82
BreezeNET DS.11	-89	-86	-84	-80
BreezeNET PRO.11D, BreezeLink-121	-86	-78	-72	
BreezeACCESS	-81	-75	-67	

3. Згасання в кабелі $J_{\text{прд}}$, $J_{\text{пр}}$ визначається як добуток погонного згасання на довжину кабелю.

Таблиця 4.6 – Згасання в лінії

Тип кабелю	дБ/м
РК 50-17-51	0.09
РК 50-7-58	0.22
Belden 9913	0.24

Використовується кабель РК 50-17-51, отже погонне згасання становить 0,09 дБ/м. Розраховуючи на одну антену береться 15 м кабелю. Одержуємо, що згасання в кабелі: $J_{\text{прд}}=0,09*15=1,35$ дБ; $J_{\text{прм}}=0,09*15=1,35$ дБ.

4. Коефіцієнт підсилення антени G (табл. 4.7)

Таблиця 4.7 – Коефіцієнти підсилення антен

Шифр	Тип антени	G, дБ	ДН гор, гр	ДН вер, гр
OD 12-2400	Колінеарна	12	360	7
OD 9-2400	Колінеарна	9	360	17
OD 6-2400	Колінеарна	6	360	60
GRAD/ 12-2401	Колінеарна	12	360	7
GRAD/ 11-2400	Колінеарна	11	360	7
GRAD/ 7-2402	Колінеарна	7	360	30
GRAD/ 3-2403	Колінеарна	3	360	60
RM 3-2400	Диполь-автомобільна	2,5	360	~180
ТТОН/11	Всеспрямована з горизонтальною поляризацією	11	360	7
OD 12-2400/ODR 12-Kit	Колінеарна з відбивачем	14	180	7
GRAD/ 15-2487	Хвильоводно-щілинна	13	90	18
OD 9-2400/ODR 9-Kit	Колінеарна з відбивачем	11	180	14
GRAD/ 10-2486	Колінеарна з відбивачем	11	180	20
OD 6-2400/ODR 6-Kit	Колінеарна з відбивачем	8	180	25
ТТSH/14	Хвильоводно-щілинна з горизонтальною поляризацією	14	90	12
ТТSV/14	Хвильоводно-щілинна	14	90	12
DC-CA/24-PGA	Параболічна	24	10	15
SCR 14-2400	Кутова	14	35	44
SCR 9-2400	Кутова	9	65	75
DS21 - 2400	Плоскі антенні ґрати	21	8	15
DS16 - 2400	Плоскі антенні ґрати	16	20	21
DS14 - 2400	Плоскі антенні ґрати + вбудований грозозахист	14	32	40
DS13 - 2400	Плоскі антенні ґрати	13	38	40
DS10 - 2400	Плоскі антенні ґрати	10	38	58

Коефіцієнт підсилення антени:

OD 12-2400, $G_{\text{прд}}=12$ дБі; CA130094, $G_{\text{пр}}=24$ дБі.

5. Характеристики підсилювачів (табл. 4.8)

Таблиця 4.8 – Характеристики підсилювачів

Тип підсилювача	Вихідна потужність, $P_{\text{вд}}$, дБм	КП приймального підсилювача, дБ
МАНУС - 212-32	27	21
МАНУС - 212-4	20	16
МАНУС - 212-01В	20	14
МАНУС - 212-20В1	33	25
МАНУС - 212-10FFZ	30	20
MANUS -BT	30	н/п
MANUS -BR	н/п	20

У нас підсилювачів немає.

Підставляємо дані в загальну формулу для значення підсилення лінії й одержуємо:

$$Y = P_{\text{вд}} - J_{\text{вд}} + G_{\text{вд}} + G_{\text{прм}} - J_{\text{прм}} - P_{\text{мін}} = 24 - 1,35 + 12 + 24 - 1,35 - (-84) = 141,3 \text{ дБ}$$

$Y=141,3$ за графіком дальності (рис. 4.4) буде рівною 17 км, що не суперечить розташуванню малих офісів щодо головного офісу. (3 малих офіси перебувають від головного офісу на відстанях в 15 км).

Висоту установки антен за умови ідеально гладкої Землі можна визначити за графіком.

При відстані між малим офісом і головним офісом в 15 км одержуємо, що антена головного офісу повинна бути на висоті в 15 метрів, а антена малого офісу, з урахуванням того що перешкоди не повинні закривати пряму видимість і з урахуванням того що Земля кругла, повинна бути на висоті 5 м.

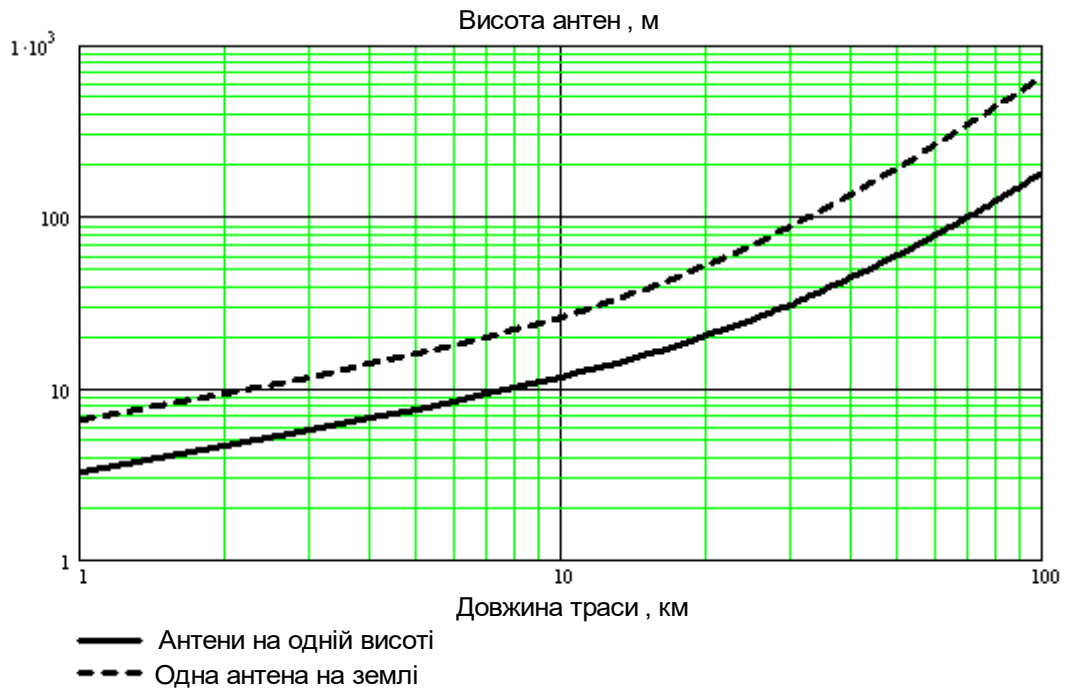


Рисунок 4.4 – Залежність довжини траси від висоти підйому антен

По-перше. Практично все радіоустаткування бездротових мереж, що надходить в Україну, працює в діапазоні частот 2,44- 2,4835 ГГц, що відповідає довжині хвилі 12,5 см. Такі хвилі поширюються уздовж прямої лінії, що з'єднує антени й називається лінією візування. Із цього можна зробити висновки, що перешкоди не повинні закривати лінію візування. Не слід забувати, що Земля кругла. Тому навіть у степу, при абсолютно рівній поверхні, щоб забезпечити пряму видимість, антени необхідно піднімати.

По-друге. Необхідно забезпечити такі значення параметрів радіолінії, щоб потужність корисного сигналу на вході приймача була рівною або ненабагато перевищувала значення реальної чутливості приймача. Якщо ця умова не виконується - радіолінія працювати не буде. Якщо перевищення занадто велике - збільшується ризик створення перешкод іншим радіопристроям, що працюють у тому ж діапазоні [12].

По-третє. Варто знати, що практично всі розрахунки в радіотехніці ведуться в децибелах. Для перетворення в децибели необхідно взяти десятковий логарифм числа й помножити його на 10. Переваги використання децибелів полягають у тому, що замість множення вихідних чисел досить скласти їх у децибелах, а для ділення - відняти з діленого дільник, що також виражені в децибелах. Ще одна перевага - відсутність необхідності написання великої кількості нулів або використання показників ступеня. І ще одна

тонкість. Часто можна зустріти не просто дБ, а, наприклад - дБм, дБі й інші букви після дБ. Що це означає? Означає ту одиницю, стосовно якої береться децибел. Так, дБм - це децибел до мілівата, тобто вихідне значення в міліватах необхідно розділити на 1 міліват і вже після цього обчислити значення в дБ. Це робиться для того, щоб позбутися розмірності й пам'ятати, до якої одиниці виміру прив'язані змінні [11].

Також потрібно знати, що енергетичні параметри радіолінії, що входять у вираз для потужності корисного сигналу на вході приймача й реальну чутливість приймача. Потужність корисного сигналу в точці прийому визначається виразом:

$$P_{np} = \frac{P_{npd} G_{npd} G_{np} \lambda^2}{(4\pi r)^2 L_{\text{доо}} Z}.$$

Цей же вираз в децибелах має вигляд

$$P_{np} = P_{npd} + G_{npd} + G_{np} + 20\lg \lambda - 20\lg(4\pi) - 20\lg(r) - L_{\text{доо}} - Z.$$

У цих виразах використовуються наступні параметри радіолінії:

P_{npd} - вихідна потужність передавача. Встаткування бездротових мереж звичайно має вихідну потужність у межах від 8 до 20 дБм;

G_{npd} і G_{np} - коефіцієнти підсилення передавальної й приймальної антени. Яку антену призначити передавальною, а яку приймальною - різниці немає. Коефіцієнти підсилення типових антен бездротових мереж мають значення від 2 до 24 дБі, тобто децибел стосовно коефіцієнта підсилення ізотропної антени, що рівномірно випромінює у всіх напрямках з одиничним підсиленням (0 дБ). Іноді виробники не повідомляють значення розглянутих параметрів, а вказують значення еквівалентної ізотропно-випромінюваної потужності (EIBП) - Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP). EIBП складається з добутку потужності передавача на коефіцієнт підсилення передавальної антени $P_{npd} \cdot G_{npd}$ або суми цих величин у децибелах;

λ - довжина хвилі. У розглянутих системах дорівнює 0,125 м;

r - дальність передачі;

$L_{\text{доо}}$ - додаткові втрати, обумовлені цілим комплексом причин, включаючи

ослаблення сигналу в сполучних роз'ємах, втрати через розбіжність поляризації антен і т.п. У розглянутих радіолініях звичайно приймають $L_{\text{доо}} = 10$ дБ;

Z - запас завадостійкості до зовнішніх перешкод, величина якого визначається електромагнітною обстановкою в районі розміщення радіолінії й звичайно задається в межах від 5 до 15 дБ.

Крім цього, при використанні зовнішніх антен, що підключаються до радіоустаткування за допомогою коаксіальних кабелів, необхідно знати довжину кабелів і величину погонного загасання в них, що виражається в дБ/м. Результируюче загасання в кабелях додається до величини $L_{\text{доо}}$.

Реальну чутливість приймача позначають як P_{min} , що відповідає фізичному змісту цього показника, що визначає мінімально необхідну для нормального прийому потужність корисного сигналу на вході приймача. Величина цього параметра для приймачів бездротових мереж лежить у межах від -94 до -67 дБм. Варто мати на увазі, що зі збільшенням швидкості передачі реальна чутливість погіршується (чисельне значення P_{min} збільшується).

Для нашого випадку значення такі:

$$P_{\text{прд}}=24 \text{ дБм}; G_{\text{прд}}=12 \text{ дБі}; G_{\text{прм}}=24 \text{ дБі}; \lambda=0,125 \text{ м}; r=15000 \text{ м};$$

$L_{\text{доо}}=10$ дБ, але з огляду на величину погонного загасання в кабелі загальною довжиною 30 метрів (розраховуючи на 2 антени разом) при $j_{\text{пр}}=0,09$ дБ/м і $j_{\text{прд}}=0,09$ дБ/м, одержуємо: $L_{\text{доо}}=10+0,09*(15+15)=10+2,7=12,7$ дБ; $Z=5$ дБ.

Отже, потужність корисного сигналу в точці прийому визначається виразом:

$$P_{\text{прм}} = P_{\text{прд}} + G_{\text{прд}} + G_{\text{прм}} + 20 * \lg \lambda - 20 * \lg(4\pi) - 20 * \lg(r) - L_{\text{доо}} - Z ;$$

$$P_{\text{прм}}=24+12+24+20*\lg(0,125)-20*\lg(4*3,14)-20*\lg(15000)-12,7-5=-81,26 \text{ дБ.}$$

Необхідно зробити:

По-перше. Розрахувати висоту підвісу антен. Для орієнтовної оцінки на рівному рельєфі при однаковій висоті антен можна використовувати просту формулу, що враховує сферичність Землі й відстань між антенами. Висота підвісу антен у метрах дорівнює:

$$h_1 = h_2 = \left(\frac{r}{8,24} \right)^2 + 4,47\sqrt{r},$$

де r - відстань між антенами в кілометрах.

Якщо одна антена перебуває на рівні поверхні Землі, коефіцієнт 8,24 у формулі треба замінити на 4,12.

Якщо на трасі між антенами є нерівності, необхідно побудувати профіль траси з урахуванням сферичності Землі. Робиться це так. По величині необхідної дальності r за допомогою графіка визначається величина підйому Землі в центрі траси й на аркуш паперу наносяться три точки: з нульовою висотою на кінцях траси й з висотою, отриманою за графіком, у центрі траси. Через ці точки будується дуга окружності, що являється рівнем моря для побудови траси. На цю дугу в обраному масштабі переносяться з топографічної карти точки рівнів висот. Отримані точки з'єднуються відрізками прямої, у результаті виходить профіль траси, подібний зображеному на рис.4.3.

У нашому випадку: $h_1 = h_{np0} = 15$ м; $h_2 = h_{np} = 5$ м.

4.4 Розрахунок пропускної здатності каналу глобальної мережі

У випадку з обчислювальними мережами відомий постулат "час - гроші" звучить так: "швидкість влітає в копійчку". Як розрахувати необхідну швидкість каналу зв'язку, виходячи з параметрів локальної мережі?

1. Зрушення по фазі.

Інформаційна структура, де дві локальні мережі з'єднані між собою каналом зв'язку глобальної мережі, більше схожа на систему черг іншого типу, так званої одноканальної двофазної системи. Для передачі кадру даних від однієї локальної мережі до іншої він повинен бути обслужений двома пристроями (двома мостами або двома маршрутизаторами), тому така схема може бути описана в рамках одноканальної багатofазної моделі [5].

Найбільш вузьке місце інформаційного потоку між двома віддаленими одна від одної локальними мережами - канал зв'язку глобальної мережі, пропускна здатність якого зазвичай істотно менше швидкості роботи локальної мережі.

Уявімо собі, що робоча станція мережі передає кадр даних в мережу

Ethernet. Рухаючись кадр спочатку "подорожує" з сегмента мережі до мосту або маршрутизатора з тією швидкістю, на якій працює мережа. Потрапивши в маршрутизатор або міст, кадр копіюється з мережі в буфер пристрою, перетворюється в інший формат, а потім (при наявності вільного каналу) передається через глобальну мережу зі швидкістю, набагато меншою, ніж та, з якою кадр передавався з локальної мережі на пристрій маршрутизації. Якщо безпосередньо перед поточним кадром на мережній пристрій потрапив інший кадр, то нашому кадру доведеться почекати (в буфері), до тих пір, поки попередній кадр не буде обслужений. Час обслуговування поточного кадру залежить від того, скільки кадрів прийшло на мережевий пристрій безпосередньо перед поточним: чим більше таких кадрів, тим довше час очікування.

Розглянемо тепер, як виконується обслуговування кадру на протилежному кінці каналу глобальної мережі. Поступаючи з глобальної мережі на міст/маршрутизатор, кадр перетворюється до формату локальної мережі і передається в локальну мережу. Оскільки швидкість передачі інформації по глобальній мережі завжди нижче швидкостей передачі кадрів в локальній, ніяких черг при такому обслуговуванні не виникає, отже основний внесок під час обслуговування кадру на другому мості/маршрутизаторі вносить сам пристрій. І це лише мала частка від часу затримки кадрів на першому мості/маршрутизаторі. Звідси випливає, що для опису двоточкових ліній зв'язку між локальними мережами можна спокійно використовувати одноканальну однофазну модель.

2. Застосування торії масового обслуговування.

Використовуючи математичний апарат теорії масового обслуговування, можна обчислити залежність часу передачі кадрів від швидкості роботи глобальної мережі без підключення до реальних каналів. Такі обчислення дозволяють відповісти на безліч питань щодо продуктивності мережі. Завдяки їм стає зрозумілим, яке середній час затримки кадрів на мості/маршрутизаторі, як може вплинути на величину цих затримок зростання швидкості роботи каналу зв'язку глобальної мережі і за яких умов зростання швидкості обміну інформацією по каналах глобальної мережі не призводить до істотного збільшення продуктивності моста/маршрутизатора [6].

Приклад розрахунку:

Число станцій – 500;

Число транзакцій (кадрів) від однієї станції – 700;

Режим роботи цілодобовий (24 години). У час найбільшого навантаження передається 20% від усього числа переданих кадрів;

Розмір кадру - 80 байт.

Разом на годину через HUB проходить:

- при гаусовському розподілі $N = 700 * 500 * 0.2 = 70000$ кадрів;

- при нормальному розподілі $N = 700 * 500/24 = 14583,3$ кадру.

Швидкість надходження кадрів виходить розподілом отриманих чисел на 3600:

- при гаусовському розподілі $70000/3600 = 19,44$ кадрів в секунду;

- при нормальному розподілі $14583,3/3600 = 4,05$ кадрів в секунду.

Для підрахунку швидкості обслуговування слід замислитися над певним значенням швидкості роботи глобальної мережі. При цьому абсолютно неважливо, наскільки близька до оптимальної узята в якості початкового наближення швидкість обміну інформацією по глобальній мережі, оскільки всі обчислення легко повторити іншому значення швидкості. Для початку приймемо швидкість обміну інформацією рівній 64000 біт/с. Тоді час, необхідний для передачі одного кадру довжиною 80 байт, складе 0,01 секунди.

Очікуваний час обслуговування рівен 0,01 секунди, звідки отримуємо, що середня швидкість обслуговування (величина, зворотна до очікуваного часу обслуговування) становить 100 кадрів в секунду.

З розрахунків видно, що швидкість обслуговування вище ніж швидкість надходження кадрів, тобто даний канал справляється з поступаючим трафіком.

Ступінь використання технічних можливостей обслуговуючого пристрою (P) в одноканальній однофазній системі може бути визначений, поділивши середню швидкість надходження замовлень на середню швидкість обслуговування.

- при гаусовському розподілі $P = 19,44 / 100 = 0,1944 = 19,44\%$;

- при нормальному розподілі $P = 4,05 / 100 = 0,0405 = 4,05\%$.

Знаючи ступінь використання обслуговуючого пристрою, досить легко визначити ймовірність відсутності замовлень (обслуговуваних кадрів) в даний момент часу. Ця ймовірність, позначена нами як P0, дорівнює одиниці мінус рівень використання каналу ($P0 = 1 - P$).

- при гаусовському розподілі $P0 = 1 - 0,1944 = 0,8066 = 80,66\%$;

- при нормальному розподілі $P0 = 1 - 0,0405 = 0,9595 = 95,95\%$.

Отримавши деякі відомості щодо ступеня використання обслуговуючого пристрою, з'ясуємо тепер, яким чином кадри накопичуються в чергах і як впливають пов'язані з цими чергами затримки на процес передачі кадрів від однієї локальної мережі до іншої.

Теорія масового обслуговування дозволяє розрахувати середній час знаходження об'єкта в системі (L) і середній час очікування в черзі (L_q).

Середній час знаходження в системі є величина, зворотня різниці між швидкістю обслуговування і швидкістю надходження замовлень. Підставивши числа з нашого прикладу, знайдемо, що в даному випадку кожен кадр проводить в системі в середньому:

- при гаусовському розподілі $L = 1 / (100 - 19,44) = 0,0124с$;
- при нормальному розподілі $L = 1 / (100 - 4,05) = 0,0104с$.

Черги в системі можна охарактеризувати ще одним параметром, а саме часом очікування. У нашому випадку значення L_q дорівнює добутку часу очікування в системі на ступінь використання обслуговуючого пристрою. Таким чином, для нашої мережі:

- при гаусовському розподілі $L_q = 0,0124 * 0,1944 = 0,00241с$;
- при нормальному розподілі $L_q = 0,0104 * 0,0405 = 0,00042с$.

Проведемо аналогічні розрахунки для каналів різної пропускної здатності для гаусовського розподілу (табл.4.9).

Таблиця 4.9 - Варіювання пропускної здатності глобальної мережі

Швидкість лінії (біт/с)		19200	32000	64000	128000	256000	512000
Час передачі кадру, с		0,033333	0,02	0,01	0,005	0,0025	0,00125
Середня швидкість обслуговування		30	50	100	200	400	800
Ступінь використання каналу	P	0,648148	0,3889	0,1944	0,097222	0,0486	0,02431
Імовірність відсутності кадрів в системі	$P_0 = 1 - P$	0,351852	0,6111	0,8056	0,902778	0,9514	0,97569
Середнє число об'єктів (всього)	L	1,842105	0,6364	0,2414	0,107692	0,0511	0,02491
Середнє число об'єктів в чергах	$L_q = L * P$	1,193957	0,2475	0,0469	0,01047	0,0025	0,00061
Повний час очікування	W	0,094737	0,0327	0,0124	0,005538	0,0026	0,00128
Час очікування в черзі	$W_q = W * P$	0,061404	0,0127	0,0024	0,000538	0,0001	3,1E-05

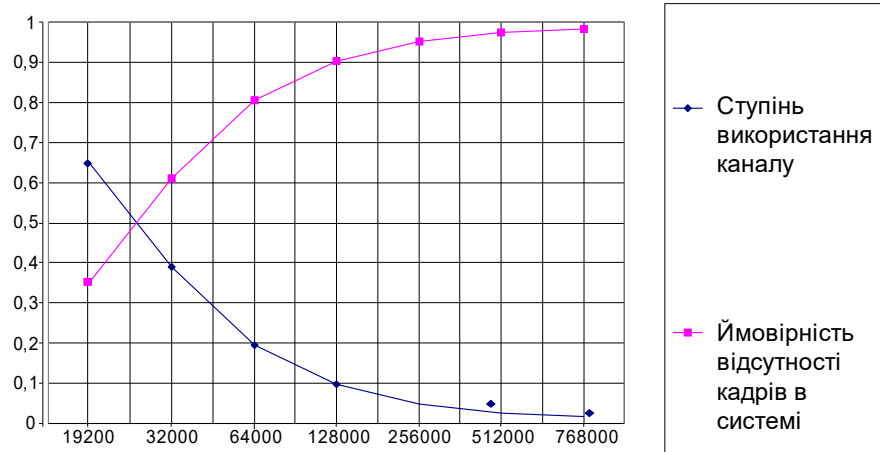


Рисунок 4.5 – Відношення використання каналу та імовірності відсутності кадрів в системі від пропускної здатності мережі

Закономірне зменшення виграшу в часі очікування в міру збільшення пропускної здатності особливо добре видно при порівнянні продуктивності глобальної мережі для каналів з різною пропускною здатністю. При збільшенні пропускної здатності каналу зв'язку вище четвертого рівня (128000 біт/с) ймовірність відсутності кадрів в системі практично не зростає.

Використовуючи даний метод ми визначили, що при гаусовському розподілі навантаження на канал його швидкість повинна складати 128 кбіт/с. Час очікування в черзі при цьому складе 0,000538 сек, а час передачі по каналу зв'язку в одну сторону - 0,005 сек. Ступінь використання каналу 90%, а ймовірність відсутності кадрів в системі - 10%. При цьому в буфері обміну маршрутизатора в будь-який момент часу знаходиться 0,5% одного кадру.

Щодо нашого варіанту значення варіювання пропускної здатності глобальної мережі представлені в табл. 4.10.

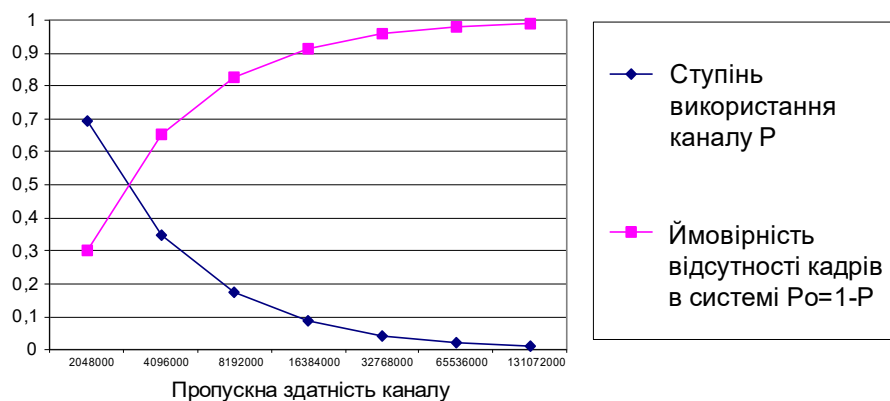


Рисунок 4.6 – Ступінь використання каналу P та ймовірність відсутності кадрів в системі P_0

Таблиця 4.10 - Варіювання пропускну́ї здатності глобальної мережі

Заняття лінії одним абонентом, години		1	1	1	1	1	1	1
Швидкість кодування голосу, біт/с		19800	19800	19800	19800	19800	19800	19800
Графік від одного абонента в сутки, біт		71280000	71280000	71280000	71280000	71280000	71280000	71280000
Середня довжина кадру, біт		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Число кадрів від одного абонента		59400	59400	59400	59400	59400	59400	59400
Число абонентів		18	18	18	18	18	18	18
Загальне число кадрів		1069200	1069200	1069200	1069200	1069200	1069200	1069200
Процент від загального числа дзвінків		50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Швидкість надходження кадрів		148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5
Швидкість лінії (біт/с)		2048000	4096000	8192000	16384000	32768000	65536000	131072000
Час передачі кадру, с		0,0046875	0,0023438	0,0011719	0,0005859	0,000293	0,0001465	7,324E-05
Середня швидкість обслуговування		213,33333	426,66667	853,33333	1706,6667	3413,3333	6826,6667	13653,333
Ступінь використання каналу	P	0,6960938	0,3480469	0,1740234	0,0870117	0,0435059	0,0217529	0,0108765
Імовірність відсутності кадрів в системі	$P_0 = 1 - P$	0,3039063	0,6519531	0,8259766	0,9129883	0,9564941	0,9782471	0,9891235
Середнє число об'єктів (всього)	L	2,2904884	0,5338526	0,2106881	0,0953043	0,0454847	0,0222366	0,0109961
Середнє число об'єктів в чергах	$L_q = L * P$	1,5943947	0,1858057	0,0366647	0,0082926	0,0019789	0,0004837	0,0001196
Повний час очікування	W	0,0154242	0,003595	0,0014188	0,0006418	0,0003063	0,0001497	7,405E-05
Час очікування в черзі	$W_q = W * P$	0,0107367	0,0012512	0,0002469	5,584E-05	1,333E-05	3,257E-06	8,054E-07

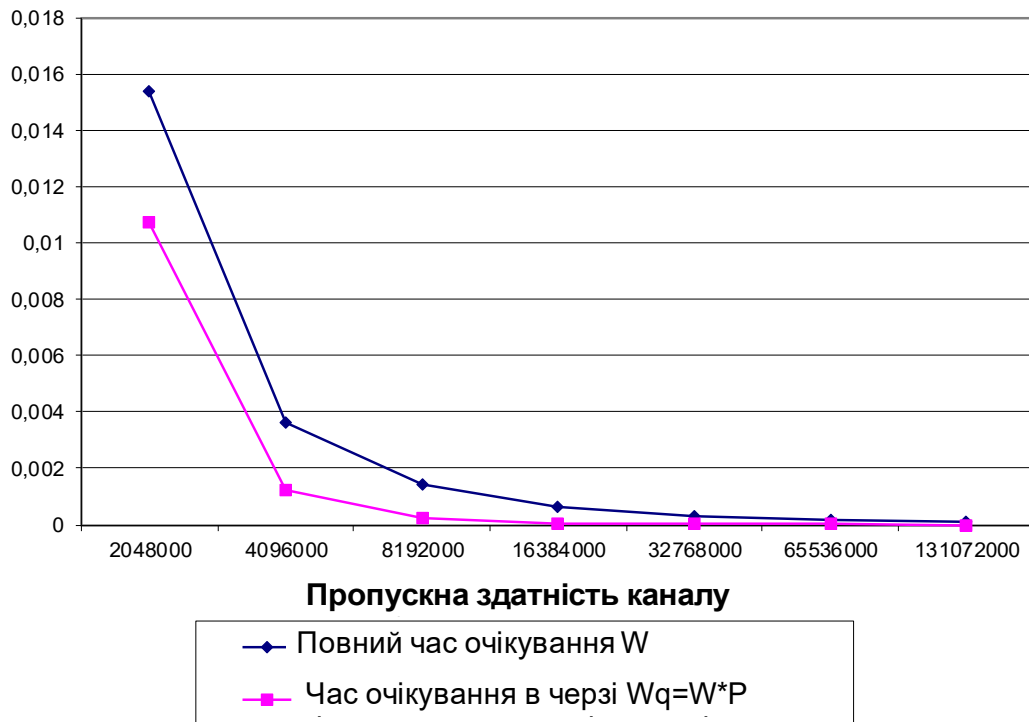


Рисунок 4.7 – Повний час очікування та час очікування в черзі

Використовуючи даний метод було визначено, що при гаусовському розподілі навантаження на канал його швидкість повинна складати 2048 кбіт/с. Час очікування в черзі при цьому складе 0,0107367 сек, а час передачі по каналу зв'язку в одну сторону - 0,0046875 сек. Ступінь використання каналу 70%, а ймовірність відсутності кадрів в системі - 30%.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі була розглянута корпоративна мережа зв'язку, особливості застосування різних технологій для її ефективної роботи, і зокрема необхідність застосування мережної телефонії. Зроблено вибір оптимальної для корпоративних мереж системи IP-телефонії, розглянуто необхідне обладнання та його характеристики, досліджено способи доступу до віддалених офісів та проведені необхідні розрахунки.

При постійному ускладненні мережної інфраструктури та швидко зростаючому наборі послуг оператор сучасної телекомунікаційної мережі повинен мати набір універсальних рішень, який може бути сукупністю спеціалізованих шлюзів для взаємодії мереж і обладнання різного типу та стандартів.

VoIP - система зв'язку, що забезпечує передачу мовного сигналу по мережі Інтернет за допомогою IP-протоколу. Сигнал по каналу зв'язку передається в цифровому виді та, як правило, перед передачею перетворюється (стискається) для того, щоб видалити надмірність [2].

Сьогодні вже можна говорити про те, що IP-телефонія стала стандартом у телефонних комунікаціях. Це пояснюється зручністю, відносною надійністю та невисокою вартістю IP-телефонії у порівнянні зі звичним аналоговим зв'язком. Реальна цінність такої технології для бізнесу полягає не тільки в зниженні витрат на оплату міжміських і міжнародних телефонних розмов, але й у зменшенні витрат на мережне адміністрування при одночасному підвищенні ефективності й продуктивності праці. IP-телефонія заклала фундамент мультимедійних комунікацій, включаючи відеоконференції між настільними ПК, що підвищують продуктивність спільної праці людей у робочих групах.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-телефония. М.: Радио и Связь, 2001.
2. Кузнецов А.Е., Пинчук А. В., Суховицкий А.Л. Построение сетей IP-телефонии // Компьютерная телефония. 2000. № 6.
3. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей. СПб: Питер, 1999.
4. Мюнх Б., Скворцова С. Сигнализация в сетях IP-телефонии // Сети и системы связи. 1999. № 13 (47), 14 (48).
5. ITU-T Recommendation H.225.0. Call signaling protocols and media stream packetization for packet-based multimedia communication systems. Geneva, 1998.
6. ITU-T Recommendation H.245. Control protocol for multimedia communication. Geneva, 1998.
7. ITU-T Recommendation H.323. Packet based multimedia communication systems. Geneva, 1998.
8. RFC 2543. SIP: Session Initiation Protocol. М.: Handley, 1999.
9. В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 1999.
10. Гилберт Хелд "Ethernet Networks: Design, Implementation, Operation, Management" и "Protecting LAN Resources: A Comprehensive Guide to Securing, Protecting and Rebuilding a Network" издательство John Wiley & Sons.
11. Джесси Линдеман. Проектирование и тестирование беспроводной ЛВС // Сети и системы связи. - №6. – 2004.
12. Феер К. Беспроводная цифровая связь / Пер. с англ.; Под ред. В.И. Журавлева. – М.: Радио и Связь, 2000.
13. Герасименко Є.В. Аналіз параметрів корпоративної мережі IP-телефонії на основі моделі мереж Петрі / Н.А. Харченко, Є.В. Герасименко // тези доповідей одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління» 8-9 квітня 2021 року., Харків, Т1 секції 1,2, С. 91.