

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ  
Факультет ринкових, інформаційних та інноваційних технологій  
Кафедра інформаційно-комп'ютерних технологій  
та фундаментальних дисциплін

*Дипломна магістерська робота*

на тему:

**«СИСТЕМА МУЛЬТИМЕДІЙНОГО КОНФЕРЕНЦ-ЗВ'ЯЗКУ  
НА ОСНОВІ СЕРВЕРА З МНОЖИННИМ ДОСТУПОМ»**

Виконала: студентка групи МгЧКІ-20  
спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія  
освітньої програми Комп'ютерна інженерія  
Тетяна СЕМЕНЧЕНКО

Керівник: к.е.н., доцент

Наталія БАБІНА

Рецензент: \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Черкаси 2021

---

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА АНАЛІЗ ДОСТУПНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ КОНФЕРЕНЦ- СИСТЕМИ</b> .....	<b>11</b>
1.1 Постановка задачі .....	11
1.2 Загальні відомості по структурованій кабельній системі .....	12
1.3 Розподілені мережі (WAN).....	14
1.4 Локальні мережі (LAN).....	14
1.5 Технології, що застосовуються в локальних мережах (LAN).....	15
1.5.1 <i>Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet</i> .....	15
1.5.2 <i>Комутація кадрів</i> .....	16
1.6 Технології, що застосовуються в територіально-розподілених мережах (WAN) .....	18
1.6.1 <i>Маршрутизація</i> .....	18
1.6.2 <i>Технології віддаленого доступу до мережі</i> .....	19
1.7 Універсальні технології .....	20
1.7.1 <i>Системи управління обладнанням локальних обчислювальних і глобальних мереж передачі даних</i> .....	20
1.7.2 <i>ATM (Asynchronous Transfer Mode)</i> .....	21
1.7.3 <i>ISDN - Цифрова мережа з інтеграцією послуг (Integrated Services Digital Network)</i> .....	23
1.7.4 <i>ADSL - Асиметрична цифрова абонентська лінія</i> .....	24
1.7.5 <i>Технологія V.90/56Kbs</i> .....	25
1.7.6 <i>IP-телефонія</i> .....	26
1.7.7 <i>Frame Relay</i> .....	27
1.8 ВІРТУАЛЬНІ ПРИВАТНІ МЕРЕЖІ.....	31
1.9 БЕЗДРОТОВІ МЕРЕЖІ.....	33
1.10 ОГЛЯД АНАЛОГІВ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ КОНФЕРЕНЦ-СИСТЕМ.....	35
1.10.1 <i>Технологія – феномен</i> .....	35
1.10.2 <i>Огляд аналогів мультимедійних конференц-систем</i> .....	36
1.11 НЕДОЛІКИ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ МІЖМЕРЕЖЕВОЇ ВЗАЄМОДІЇ І МЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ.....	39
1.11.1 <i>Затримка і час очікування</i> .....	39
1.11.2 <i>Затримка на поширення</i> .....	39

1.11.3 Затримка на обробку.....	40
1.11.4 Затримка черги.....	40
1.11.5 Jitter Buffer.....	40
1.11.6 Імпульсно-кодова модуляція .....	42
1.11.7 Стиснення голосових даних.....	42
1.11.8 Ехо.....	44
1.11.9 Втрата пакетів.....	46
1.11.10 Виявлення голосової активності.....	46
1.11.11 Транспортні протоколи.....	47
<b>РОЗДІЛ 2 ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ .....</b>	<b>51</b>
2.1 ВИБІР АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ .....	51
2.2 ВИБІР АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ КЛІЄНТСЬКОЇ СТОРОНИ.....	52
2.3 ВИБІР АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ СЕРВЕРНОЇ СТОРОНИ .....	52
2.4 АНАЛІЗ І ВИБІР ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ.....	52
2.5 ВИБІР ЗВУКОВОГО КОДЕКУ .....	58
2.6 ОПИС ЗАГАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ КОНФЕРЕНЦ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ СЕРВЕРА З МНОЖИННИМ ДОСТУПОМ.....	59
2.7 ОПИС ПРОГРАМИ.....	60
2.7.1 Опис інтерфейсу клієнської частини .....	60
2.7.2 Опис інтерфейсу серверної частини .....	62
<b>РОЗДІЛ 3 ВИПРОБУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ .....</b>	<b>65</b>
3.1 ДОВІДКОВІ ДОКУМЕНТИ .....	66
3.2 КОРОТКИЙ ОГЛЯД ВЕРИФІКАЦІЇ.....	66
3.3 ПРОЦЕСИ ВЕРИФІКАЦІЇ. ....	67
3.3.1 Скрізний контроль .....	68
3.3.2 Трасування вимог до програмного забезпечення і вимог користувача ..	68
3.3.3 Тестування зовнішніх функцій .....	69
3.3.4 Тестування модуля.....	70
3.3.5 Комплексне тестування.....	71
3.3.6 Висновки по тестуванню системи мультимедійного конференц-зв'язку	73
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....</b>	<b>74</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>75</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** У наш теперішній час швидкими темпами розвивається мультимедійний зв'язок, змінюючись покоління за поколінням, велике значення та актуальність набуває саме голосова інформація та якість її передачі за допомогою різноманітних мереж. Від аналогової передачі голосу у перших телефонних мережах суспільство перейшло до використання цифрової передачі через мережі WAN, LAN, MAN (VoIP), якість та швидкість останніх збільшується з кожним днем. Сучасні мережі окрім цифрової передачі голосу, підтримують такі додаткові мультимедійні можливості, як відеотелефонія, аудіо та відео-конференції, передача мультимедіа інформації високошвидкісний доступ до мережі Інтернет, навігацію.

Ефективність та надійність роботи мережевого комплексу, будь то корпоративна мережа підприємства або робочої групи, територіально-розподілена телекомунікаційна інфраструктура або система доступу віддалених користувачів, багато в чому визначається правильністю вибору і застосування тієї чи іншої технології передачі даних, конкретного устаткування і його конфігурації.

Одине з найбільш складних питань при організації системи мультимедійного конференц-зв'язку, що виникає перед керівником підприємства або організації – це, яка потрібна інформаційна система, здатна вирішити існуючі та майбутні цілі та завдання компанії, а також відповідати потребам кожного співробітника відповідно до його посадовими обов'язками. Як побудувати таку інформаційну систему, яке необхідне устаткування, яке програмне забезпечення і якими засобами здійснити впровадження системи. Перед початком розробки конкретного рішення фахівці проводять обстеження об'єкта та консультації.

Це повний цикл робіт, до яких відносяться:

- передпроектне дослідження;
- розробка архітектури корпоративної інформаційної системи і при необхідності її моделювання;
- вибір продуктів, необхідних для її створення;

– створення планів для подальшого розвитку системи.

Не завжди можливо "підігнати" інформаційну систему, яка впроваджується, під застарілу модель управління підприємством, і навпаки в умовах сучасного ведення бізнесу, мультимедійна конференц система робить процес управління ще більш ефективним.

Таким чином, розробка інформаційної та апаратної технології для створення програмно апаратного комплексу системи мультимедійного конференц-зв'язку на основі сервера з множинним доступом з урахуванням вимог замовника, що дозволяє в короткий проміжок часу з меншими затратами розробляти та впроваджувати дану систему на підприємстві є досить актуальним.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є розробка інформаційних технологій для зменшення затрати часу при розробці та впровадженні системи мультимедійного конференц-зв'язку на основі сервера з множинним доступом.

Для досягнення цієї мети в роботі розв'язані такі задачі:

- виконано аналіз існуючих систем типу мультимедійних конференц-систем;
- проаналізовані етапи створення та впровадження мультимедійних систем на підприємстві;
- виконана оптимізація алгоритму та архітектури роботи мультимедійної конференц-системи;
- підібране програмне та апаратне забезпечення для розробки системи мультимедійного конференц-зв'язку на основі сервера з множинним доступом;
- визначене рекомендоване програмне забезпечення для роботи даної системи.

**Об'єкт дослідження** – процес створення програмно апаратного комплексу системи мультимедійного конференц-зв'язку на основі сервера з множинним доступом.

**Предмет дослідження** – інформаційні та апаратні технології для створення програмно-апаратного комплексу системи мультимедійного конференц-зв'язку на основі сервера з множинним доступом, які використовуються для створення аналогічних мультимедійного конференц-зв'язку.

**Методи дослідження.** Для визначення архітектури, функціональності та для рішення поставлених задач для організації програмно апаратного комплексу системи мультимедійного конференц-зв'язку на основі сервера з множинним доступом використані метод системного аналізу складних процесів і об'єктів, метод метричного аналізу програмного забезпечення, методи об'єктно-орієнтованого аналізу, проектування, моделювання і науковий експеримент. Також були використані методи емпіричного дослідження такі як порівняння, вимірювання та методи експериментальної перевірки розробленого підходу вирішення поставленої задачі.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

– отримав розвиток засіб побудови системи мультимедійного конференц-зв'язку, який полягає в оптимізації набору програмних та апаратних засобів для організації серверу системи мультимедійного конференц-зв'язку.

– розроблено програмне забезпечення для організації системи мультимедійного конференц-зв'язку на основі сервера з множинним доступом.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає в наступному:

- 1 Розроблена структура програмно-апаратної мультимедійної системи.
- 2 Розроблений та реалізований алгоритм роботи серверної частини мультимедійної конференц-системи.
- 3 Розроблений та впроваджений алгоритм роботи клієнтської частини мультимедійної конференц-системи.
- 4 Розроблено відповідну базу даних для забезпечення роботи серверної частини комплексу.

5 Розроблено програмно-апаратний комплекс з використанням об'єктно-орієнтованих мов програмування та баз даних, що дозволяють створити та розгорнути мультимедійну конференц систему.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Основні положення магістерського дослідження доповідались та обговорювались на XVII студентській науковій конференції «Інформаційні інновації сучасного українського суспільства», напрям Інформаційно-комп'ютерний, жовтень 2021 р.

**Публікації.** За результатами магістерської роботи було опубліковано статтю, яка відображає основні результати роботи.

## РОЗДІЛ 1

# ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА АНАЛІЗ ДОСТУПНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ КОНФЕРЕНЦ-СИСТЕМИ

### 1.1 Постановка задачі

Завданням дипломного проекту являється створення програмно апаратного комплексу мультимедійної конференц системи на основі сервера з множинним доступом, яка повинна забезпечити комунікаційний канал зв'язку на підприємстві.

Програмно апаратний комплекс повинен складатися з двох основних програмних компонентів, а саме з серверної частини яка забезпечує комунікацію, комутацію даних та надає доступ до персональних даних користувачів, а також з програми клієнта яка встановлюється на комп'ютер користувача власне за допомогою якої проходить процес мультимедійної комунікації між користувачами даної системи.

Для роботи серверної частини необхідний Web-сервер щоб забезпечити доступ до розробленої панелі управління за допомогою якої виконується редагування персональних даних користувачів. Генерація динамічних сторінок необхідний динамічна скриптова мова. Для збереження персональних даних необхідно використати базу даних. Це забезпечить гнучкість та масштабованість в подальшому розвитку та використанню системи. Основна операційна архітектура під якою повинен працювати сервер це MS Windows, але при розробці необхідно передбачити можливість, з незначною зміною коду, перекомпіляцію та запуск під Unix – подібними операційними системами. Це не відноситься до Web-серверу та серверу баз даних так як вони можуть встановлюватися як на машину разом зі серверною частиною системи так і на окрему машину на іншому комп'ютері.

Також потрібно розробити клієнт який повинен буде встановлюватися на комп'ютер користувача. Клієнт повинен забезпечувати відображення текстових повідомлень, захват та відтворення звукового потоку. Також клієнт повинен відображати хто наданий момент знаходиться в мережі даної системи. Дана



компонента системи повинна працювати під операційною системою MS Windows. Для захвату та відтворення звукового потоку необхідно використовувати штатні засоби операційної системи MS Windows а саме Windows API. Для передачі звуку необхідно використати стиснення. Дозволяється використати будь який VoIP кодек. Але рекомендується вибрати серед вільних голосових кодеків які можливо використовувати в комерційній розробці. Система повинна забезпечувати лише один активний потік передачі звуку. В клієнті необхідно передбачити відображення інформації про користувача який в даний момент доповідає.

Так як мультимедійна конференц система направлена на локальні мережі для передачі даних між клієнтом та сервером необхідно використати транспортний протокол TCP з попередньою установкою з'єднання, який за рахунок цього дає впевненість у достовірності даних, що отримуються, здійснює повторний запит даних у разі втрати даних і усуває дублювання при отриманні двох копій одного пакету.

При розробці даної системи необхідно де це можливо використовувати вільні інструменти для розробки.

## **1.2 Загальні відомості по структурованій кабельній системі**

Структурована кабельна система (СКС) - це єдина інфраструктура, яка лежить в основі функціонування локальної мережі будинку або камбузу і забезпечує універсальну фізичну середу передачі даних і підключення будь-якого стандартного устаткування і роботу будь-якого стандартного додатка.

Належна організація кабельної системи будівлі є одним з ключових завдань створення інформаційних систем і визначає надійність функціонування всіх служб і підрозділів компанії. Саме тому при організації кабельної системи будівлі необхідно, щоб вона була такою ж капітальною, як і сама будівля, тому що зміни в нових технологіях передачі даних, мережевих і комунікаційних стандартах, моделях обладнання в першу чергу стосуються саме кабельної системи. У зв'язку з цим, неправильно прокладену кабельну систему доводиться постійно

модернізувати або цілком змінювати. Структуровані кабельні системи (СКС) виконані відповідно до чинних стандартів надають Замовнику наступні переваги:

### **Універсальність**

Універсальна кабельна середовище на основі екранованого або неекранованого мідного кабелю (кручена пари), а також оптичного волокна використовується для передачі даних, організації локальної телефонної мережі, передачі відеоінформації або сигналів від датчиків пожежної чи охоронних систем безпеки. При продуманій інтеграції в інфраструктуру будівлі структуровані кабельні системи дозволяють автоматизувати багато процесів з контролю, управління господарськими службами і системами життєзабезпечення.

### **Гнучкість**

СКС дозволяють швидко і легко змінювати конфігурацію кабельної системи. Для цього адміністратору мережі досить перекомутувати з'єднання на кросових панелях.

### **Масштабованість**

Правильно побудована СКС легко розширюється і модифікується без зупинки діяльності інформаційної системи.

Переваги структурованих кабельних систем над звичайними системами:

- для передачі даних, голосу і відеосигналу використовується єдина кабельна система;
- виправдовують капіталовкладення за рахунок тривалого використання і експлуатації системи;
- забезпечують модульність і можливість внесення змін і нарощування без заміни всієї існуючої системи;
- допускають одночасне використання різних мережевих протоколів;
- не залежать від змін технологій і постачальника устаткування;
- використовують стандартні компоненти та матеріали (мідний неекранованої і екранований кабель / кручена пари /, оптичний кабель);

– допускають управління та адміністрування мінімальною кількістю обслуговуючого персоналу.

### **1.3 Розподілені мережі (WAN)**

Управління сучасної великої організацією, яка має свої відділення або філії в різних кінцях міста, країни або в інших містах світу, неможливо без застосування сучасних інформаційних технологій, перш за все - побудови відповідної мережі, яка дозволить ефективно працювати будь-якій кількості користувачів одночасно.

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

Ці мережі проектуються і будуються для вирішення великої кількості завдань щодо передачі інформації між віддаленими офісами, філіями та 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.

### **1.4 Локальні мережі (LAN)**

#### **Системна інтеграція**

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 і будуються для високошвидкісного обміну даними між користувачами та доступу до спільних ресурсів компанії в межах одного або групи будівель.

Внаслідок того, що перед організаціями або підприємствами виникають різні функціональні завдання, а також вони мають різні фінансові можливості та початкові умови, для розробки рішення необхідно застосовувати зважений інтегральний підхід з урахуванням усіх тонкощів проблеми. Така технологія дозволяє краще керувати процесом виконання робіт, яка, в кінцевому підсумку, гарантує отримання належного результату.

## **1.5 Технології, що застосовуються в локальних мережах (LAN)**

- Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet.
- Комутація кадрів.

### **1.5.1 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 і 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. Основною відмінністю є смуга каналу (швидкість передачі).

Існуючі стандарти:

IEEE:

- 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 мережеві пристрої
- Технологія забезпечує високошвидкісний доступ до середовища передачі

даних.

### **1.5.2 Комутація кадрів**

Призначення:

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

Основні особливості:

Технологія заснована на відмові від поділу ліній зв'язку між усіма вузлами сегмента. Замість цього використовується комутатор, що дозволяє передавати кадри між усіма 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 і на підставі її ретранслює або фільтрує кадри. Головною причиною підвищення продуктивності є паралельна обробка кількох кадрів.

Комутатори другого рівня по суті є швидкодіючими многопортовими 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 результаті для проходження пакетів через мережу потрібно менший обсяг обробки даних на третьому рівні.

Одне з ключових властивостей комутаторів - їх здатність підтримувати віртуальні локальні мережі (VLAN). Віртуальної мережею називається група портів мережі, трафік якої, у тому числі і 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 кожен порт активного пристрою (комутатора) може бути налаштований на будь-яку віртуальну мережу.

Віртуальні мережі створюються при потребі розділити сегменти різних відділів підприємства у разі необхідності їх підключенні до єдиної ЛОМ. У віртуальну локальну мережу виділяється група користувачів, серверів та інших ресурсів, які асоціюються один з одним логічно, а фізично розміщуються в будівлі довільно. Застосування віртуальних мереж дозволяє організовувати мережі навколо склалася робочих груп, а не слідувати фізичної топології кабельної системи, причому управління та моніторинг можуть здійснюватися централізовано зі станції управління. Одна з переваг VLAN - можливість змінювати конфігурацію мережі без перестиковки кабелів або зміни адрес підмереж в настільних пристроях; в результаті - спрощення процедури управління мережею. За допомогою станції управління адміністратор мережі може оперативно перемикає користувачів між віртуальними мережами і здійснювати контроль за їх роботою.

Існуючі стандарти:

IEEE:

– 802.3d - специфікація, що визначає метод передачі інформації про пріоритет мережевого трафіку.

– 802.1q - специфікація визначає приналежність кадру до віртуальної мережі і пріоритет переданих даних.

– 802.3d - специфікація визначає функціонування мостів і побудова мережевого дерева за допомогою протоколу STP.

Переваги:

– Технології комутації забезпечують високу продуктивність, дозволяє будувати досить складні мережі, непідвладний колізій та ширококомовним штормам.

– 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 (портів) призначення;

– Ізоляція мереж один від одного для управління правами доступу користувачів і створення захисних бар'єрів на шляху ширококомовних штормів.

–

## **1.6 Технології, що застосовуються в територіально-розподілених мережах (WAN)**

– Маршрутизація.

– Технології віддаленого доступу до мережі.

### **1.6.1 Маршрутизація**

Призначення:

Забезпечення взаємодії між мережами різного рівня на основі аналізу пакету даних та визначення найбільш ефективного маршруту від вихідного до кінцевого вузла мережі.

Основні особливості:

При традиційній маршрутизації кожен пакет обробляється індивідуально, при цьому пристрій виконує чітко визначену послідовність операцій: перегляд таблиці маршрутів, формування нового MAC адреси пакету і т.д. На підставі отриманої інформації маршрутизатор приймає рішення про ретрансляції або

фільтрації пакета. За допомогою спеціальних протоколів маршрутизації пристрій приймає рішення про вибір оптимального маршруту і будує спеціальні таблиці маршрутів. Протоколи маршрутизації припускають постійне оновлення інформації про мережу.

Протокол маршрутизації може працювати тільки тоді, коли формат пакетів відповідає одному з маршрутизації протоколів. Прикладом маршрутизації протоколу може служити всім відомий IP протокол. Маршрутизації протоколи задають формат пакетів в які упаковуються що передаються по мережі дані, а протоколи маршрутизації забезпечують їх передачу.

Існуючі стандарти:

Протоколи маршрутизації:

- RIP
- IGRP
- OSPF
- BGRP

Протоколи маршрутизації:

- IP
- IPX

Переваги:

Маршрутизації мережі можуть бути надзвичайно складними. Прикладом такої мережі мережі може служити найбільша мережа світу - Інтернет. Маршрутизатори не пропускають широкомовні кадри і можуть підтримувати множинні зв'язки з іншими мережами (тобто між двома будь-якими вузлами може існувати безліч альтернативних маршрутів).

## **1.6.2 Технології віддаленого доступу до мережі**

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 комутоване телефонне з'єднання (Dial-up) за допомогою модему. В даний 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 і оптоволокна. Поряд з високошвидкісним широкосмуговим доступом по мідній парі (xDSL) зараз застосовуються і інші технічні рішення. Серед них гібридне оптоволоконною-коаксіальне рішення (HFC) на базі існуючих мереж кабельного телебачення, радіодоступ і супутниковий доступ.

Існуючі стандарти:

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

## **1.7 Універсальні технології**

### **1.7.1 Системи управління обладнанням локальних обчислювальних і глобальних мереж передачі даних**

Призначення:

Призначена для ефективного моніторингу параметрів функціонування та управління обладнанням локальних і глобальних мереж передачі даних з метою забезпечення заданих параметрів функціонування, заданої якості сервісів, адекватної та своєчасної реакції на виникнення нештатних ситуацій,

прогнозування поведінки мережі в різних умовах, інвентаризації мережного обладнання та планування розвитку мережевої інфраструктури .

Основні особливості:

- Дозволяє реалізувати різні підходи до управління:
- Централізований;
- Централізований з делегуванням повноважень;
- Децентралізована.

Існуючі стандарти:

ITU-T:

- M.3000 - «Огляд рекомендацій в області TMN»
- M.3016 - «Огляд інформаційної безпеки TMN»
- M.3020 - «Методологія визначення TMN-інтерфейсів»
- M.3200 - «Послуги управління TMN»
- Інші.

Переваги:

– Передбачувану поведінку мережі, проактивне управління мережевими ресурсами, адекватний аналіз і планування.

– Досвід використання:

– Багатий досвід впровадження і ефективного використання у корпоративних замовників.

### **1.7.2 ATM (Asynchronous Transfer Mode)**

Призначення:

Технологія ATM - це транспортний механізм, орієнтований на встановлення з'єднання при передачі різноманітної інформації в мережі.

Основні особливості:

ATM - це метод передачі інформації між пристроями в мережі невеликими пакетами, званими осередками (cells). Одним з найважливіших переваг ATM є

можливість передавати в полі даних осередків абсолютно будь-яку інформацію. До того ж АТМ не дотримується якої-небудь фіксованій швидкості передачі і може працювати на понад високих швидкостях. Усі клітинки в АТМ фіксованої довжини - 53 байта. Осередок складається з двох частин: заголовка (cell header) розміром 5 байт і поля даних (cell payload) розміром 48 байт. Заголовок містить інформацію для маршрутизації осередку в мережі. Поле даних несе в собі корисну інформацію, яку власне і потрібно передати через мережу. Для ефективної передачі інформації в технології АТМ розроблена концепція віртуальних з'єднань (virtual connection) замість виділених фізичних зв'язків між кінцевими точками в мережі. Це допомагає забезпечити високоякісну зв'язок і велику гнучкість в побудові гомогенних мереж, де зв'язок між вузлами мережі потрібно незалежно від їхнього фізичного місця розташування.

АТМ може використовуватися як в локальній мережі офісу, так і в територіально-розподіленій мережі, так як використовує системи кодування інформації на фізичному рівні, однаково підходять для передачі як по локальних, так і з глобальних мереж.

Існуючі стандарти:

- UNI - User Network Interface
- PNNI - Public Network Network Interface
- AAL - правила, що визначають спосіб підготовки інформації для передачі

по мережі АТМ

- Q.2931 - протокол управління віртуальними з'єднаннями.

Переваги:

- Здатність передавати трафік будь-якого типу з гарантованою якістю.
- Ефективне розподіл ресурсів. Всі доступні ресурси мережі можуть використовуватися всіма службами з оптимальним статистичними поділом.

– Єдина універсальна мережа. Оскільки потрібно розробити і підтримувати лише одну мережу, то повна вартість системи може бути менше, ніж сумарна вартість всіх існуючих мереж.

### **1.7.3 ISDN - Цифрова мережа з інтеграцією послуг (Integrated Services Digital Network)**

Призначення:

Технологія ISDN спочатку розроблялася для використання в мережах міжнародного телефонного зв'язку. ISDN об'єднує голосові та цифрові мережі в єдиному середовищі, даючи користувачеві можливість передачі по мережі голосу і даних.

Основні особливості:

Канал ISDN представляє собою двопровідних лінію на мідному дроті, що сполучає 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 зазвичай складає 16 Кбіт/с (хоча бувають і канали пропускною спроможністю 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 зазвичай для надання комутованій зв'язку. Канали H (high-bit-rate channels) об'єднують 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). Зазвичай пропускну здатність BRI становить 144 Кбіт/с, але зустрічається і 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). Пропускну здатність каналу D в PRI зазвичай складає 64 Кбіт/с.

Існуючі стандарти:

- ITU-T Q.931 - стандарт ISDN для забезпечення віртуальних з'єднань.
- ITU-T Q.2100 - специфікація описує сигналізацію B-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 (менше 1 с).
- Широка доступність і поширеність в світі.

#### **1.7.4 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 і до 1 Мбіт / с у зворотному напрямку. Асиметрія цілком відповідає характеру трафіку при роботі з Internet - як правило, користувач отримує великі обсяги даних, ніж 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 знаходиться вище смуги частот, відведеної для передачі голосу, тому дані і звичайний телефонний трафік можна передавати по одній і тій же лінії. Для цього, щоправда, з кожного боку доводиться встановлювати так званий частотний роздільник (POTS splitter). Він забезпечує передачу низькочастотного голосового сигналу на обладнання телефонної мережі загального користування (з боку клієнта - на телефонний апарат, з боку

телефонної станції - на комутатор), а високочастотного сигналу передачі даних - на обладнання ADSL.

Для модуляції сигналу в пристроях ADSL найчастіше застосовується одна з 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 інфраструктуру мідну для організації високошвидкісного доступу до мереж передачі даних.

– Можливість одночасної передачі даних і телефонного трафіку по одній мідній парі.

– Можливість передачі по лінії трафіку відео додатків.

### **1.7.5 Технологія V.90/56Kbs**

Призначення:

Забезпечення доступу клієнтів до інформаційних ресурсів глобальних мереж за допомогою телефонної мережі загального користування (ТФОП).

Основні особливості:

56К-технологія служить своєрідним мостом між сучасними телефонними мережами загального користування та повністю цифровими мережами такими, як ISDN. Вона забезпечує збільшення швидкості отримання даних без додаткових витрат на організацію цифрових абонентських ліній. З її допомогою користувачі Інтернет можуть значно швидше завантажувати на свій комп'ютер графічні Web-сторінки, аудіо-і відеофайли, тобто дані, для транспортування яких у разі застосування модемів стандарту V.34 потрібен тривалий час. Нова технологія призначена для сучасних телефонних мереж загального користування (ТФОП). У таких мережах залишився аналоговим тільки невеликий абонентський ділянка - від місцевої АТС до квартири користувача. Вся транспортна мережа, обладнання

АТС, вузлів провайдерів Інтернет та великих компаній, а також лінії зв'язку, що сполучають ці вузли з найближчими АТС, є повністю цифровими. Розробники 56К-модемів виходили з відомого факту, що цифрові канали практично не схильні до впливу зовнішніх електронних перешкод. Відповідно, вони здатні забезпечити більше значення співвідношення корисний сигнал / шум, а, отже, підвищити швидкість модемних з'єднань.

Існуючі стандарти:

- V.90 - технологія передачі даних через ТФОП ІТУ-Т
- X2 - технологія передачі даних через ТФОП, розроблена компанією 3Com
- K56Flex - технологія передачі даних через ТФОП, розроблена компанією

Lucent Technologies.

Переваги:

- Можливість швидкісного (56 Кбіт/с) доступу, що гарантує передачу мультимедійного трафіку через ТФОП. Звичайні модеми в даній ситуації обмежені швидкістю 34 Кбіт/сек.

### **1.7.6 IP-телефонія**

Призначення:

- Передача голосового трафіку через IP мережі.

Основні особливості:

IP-телефонія ґрунтується на двох базових операціях: перетворення двонаправленої аналогової мови в цифрову форму всередині кодує / декодуючі пристрої (кодека) і упаковці даних в пакети для передачі по IP мережі. Ці базові функції IP-телефонії можуть бути реалізовані в широкому спектрі устаткування - від настільних телефонів до високоємкий шлюзів операторів зв'язку.

Шлюзи IP-телефонії обробляють трафік, що поступає від інших телефонних пристроїв і шлюзів. Вони здатні обслуговувати як одне, так 500 і більше

телефонних пристроїв і можуть бути встановлені як у кінцевого користувача, так і у сервіс-провайдера.

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-обладнання, встановленого в кінцевих користувачів і підтримуючих H.323 - стандарт ІТУ на передачу мультимедійного трафіку по ІР. Таким чином, однорангові бесшлюзові системи ІР-телефонії теоретично можливо створити за допомогою об'єднання приватних локальних і глобальних мереж. Проблема на даний момент полягає в тому, що лише небагато виробники поставляють телефони Ethernet H.323, тому зацікавленим у такому підході замовникам доводиться шукати нестандартні рішення.

Існуючі стандарти:

H.323 - основоположний стандарт, де описується, яким чином чутливий до затримки трафік, зокрема голос і відео, отримує пріоритет у локальних і глобальних мережах. Він складається з низки рекомендацій по суміжних технічних питань, таким, як якість мовлення, контроль викликів і специфікації придверних (Придверних - це додатки, чия функція полягає в перетворенні ІР-адрес, контролі доступу та управлінні пропускнуою здатністю для інших компонентів H.323, включаючи шлюзи і кінцеві точки.)

Переваги:

- Можливість істотного зниження витрат на міжміські та міжнародні телефонні переговори.
- Можливість передачі голосового трафіку від головних офісів до філій в єдиній інформаційній ІР магістралі.

### **1.7.7 Frame Relay**

Frame Relay (буквально: "передача кадрів") - порівняно нова і вельми перспективна технологія передачі даних. Її застосування стало можливим завдяки



появі високошвидкісних цифрових каналів. Основний принцип цієї технології полягає в створенні декількох віртуальних каналів на одному фізичному, при цьому для кожного віртуального каналу резервується гарантована смуга пропускання. Frame Relay використовує метод пакетної комутації. Але в цьому протоколі відсутній корекція помилок і підтвердження отримання, так як мережі Frame Relay базуються на високошвидкісних цифрових каналах з імовірністю помилки не більше  $10^{-6}$ . Це збільшує швидкість передачі, мінімізуючи час доставки пакета. Кадри (фрейми) мають змінну довжину і в разі потреби можуть досягати розміру 4 Кбіт, що дозволяє зменшити накладні витрати на передачу службової інформації.

Переваги Frame Relay зробили цю технологію оптимальним вибором для компаній, що бажають з мінімальними витратами добитися якісного зв'язку. Компанії, що застосовують мережні рішення на основі Frame Relay, отримують можливість з мінімальними витратами і застосуванням мінімального набору апаратних засобів отримати послуги зв'язку з рівнем якості і безпеки, близьким до рівня виділених ліній.

Економічність. Оренда портів Frame Relay і віртуальних каналів значно дешевше оренди цифрових виділених каналів, і чим розгалужену мережу клієнта, тим відчутніший вигаш.

Швидкість вище гарантованої. Як і виділені канали, Frame Relay дозволяє отримати гарантовану пропускну здатність, але за рахунок пакетної комутації реальна швидкість перевищує гарантовану.

Гарантована швидкість. Віртуальний канал Frame Relay має у своєму розпорядженні мінімальну смугу пропускання, яка може становити від 0 до 100% швидкості порту. Гарантована швидкість дозволяє використовувати протокол Frame Relay для додатків, критичних до часу затримки, наприклад, для передачі голосу, для торгових систем. При використанні одного порту для декількох віртуальних каналів гарантована швидкість може бути забезпечена для кожного такого каналу.

Отримання швидкості вище гарантованої. У середньому фактична смуга пропускання для конкретного користувача може складати до 70% і більше від швидкості порту. Замовник, що придбає порт Frame Relay зі швидкістю 64 Кбіт/с, з імовірністю 90% може використовувати смугу пропускання близько 48 Кбіт/с, навіть якщо гарантована смуга пропускання при цьому становить всього 12 Кбіт/с. Ефективність використання. Frame Relay підвищує ефективність використання смуги пропускання приблизно на 40-50%. Для передачі корисної інформації Frame Relay може задіяти близько 95% смуги пропускання.

Вартість обладнання. Обладнання для побудови мереж за технологією Frame Relay істотно дешево, так як апаратна і програмна реалізація протоколу Frame Relay істотно простіше.

Захист від несанкціонованого доступу. Мережі Frame Relay краще захищені від несанкціонованого доступу, ніж Інтернет, тому краще підходять для створення накладених корпоративних мереж.

З'єднання локальних мереж - використання Frame Relay дозволяє об'єднати локальні мережі віддалених офісів компанії, що використовують практично будь-які протоколи

Передача голосу. По каналах Frame Relay можна передавати як "звичайні дані", так і голосовий телефон і факс. З'єднання віддалених офісів мереж замовника на основі технології Frame Relay дозволяє об'єднати в одному каналі голосову телефонію, факс, дані з локальної мережі і портів передачі даних.

Отримання комплексу послуг. Frame Relay дозволяє через один канал доступу і один пристрій доступу об'єднати локальні мережі та отримати доступ з гарантованою смугою пропускання до Інтернет та інших мереж та інформаційних систем

Максимальна потужність зв'язку із застосуванням Frame Relay становить 2Мбіт/с.

### **Надання каналів за технологією Frame Relay**

Використання технології Frame Relay для інтеграції передачі даних, голосу і факсів дозволяє будувати відомчу мережу з поділом каналного ресурсу та збільшення пропускної спроможності, за рахунок динамічного управління і маршрутизації. Підключення до цього ресурсу і організація локального управління всім підключеним регіональним вузлів у підрозділах, створить відомчу мережу - Intranet для відомства. Термін "інтрамережі" (intranet) застосовується для відомчих мереж, заснованих на технологіях і стандартах, прийнятих в Internet. Використовуючи такі відкриті технології, організація може майже миттєво надавати своїм підрозділам корисну інформацію незалежно від того, де територіально ці співробітники знаходяться, причому такий спосіб передачі інформації виявляється найбільш дешевим з усіх можливих. У великих організаціях, що мають велику кількість територіально розподілених підрозділів, витрати на передачу інформації зростають. Основні технології, на яких будується інтрамережі, були спеціально розроблені так, щоб забезпечити незалежність від платформи і загальнодоступність. У результаті будь-який підрозділ підключений до інтрамережі може отримати доступ до інформації вміщеній у ній за допомогою стандартного програмного забезпечення, передавати факсимільні повідомлення, а також використовувати інтрамережі для телефонного зв'язку.

Суть проекту полягає в тому, що на існуючій мережі Frame Relay можна створити внутрішню мережу Intranet. Найбільш прийнятною технологією побудови відомчої мережі є віртуальна мережа. Пропонується економічний доступ в Internet через мережу Frame Relay, що дозволяє використовувати один і той же обладнання для доступу в мережі Intranet та Internet. У регіональних представництвах рекомендується встановлювати недорогі FRAD - Frame Relay Access Device з інтеграцією мови та даних, здатні одночасно виконувати функції IP-маршрутизатора. Замовник купує послуги мережі Frame Relay у телекомунікаційної компанії та устаткування для підключення до цих послуг. Таким чином, створюється відомча (закрита для сторонніх) мережа з

використанням послуг мережі Frame Relay загального користування і здійснює повний контроль над мережею і адміністративне управління.

### **1.8 Віртуальні приватні мережі**

Віртуальні закриті мережі забезпечують безпечне з'єднання між різними локальними мережами через Internet при значно більш низьких витратах у порівнянні з традиційними технологіями дальнього зв'язку.

Для забезпечення безпечної (зашифрованою) передачі даних між локальними мережами (LAN) в глобальних мережах (WAN) необхідно два або більше маршрутизатора. За мінімальною ціною підключення до будь-якого провайдера послуг Internet отримуємо безпеку передачі даних LAN - LAN на рівні закритих мереж.

#### **Віддалений доступ**

Віртуальні закриті мережі забезпечують безпечне тунелювання через будь-які мережі і можуть здійснювати безпечну маршрутизацію між локальними мережами по Internet.

#### **Безпека**

Використовується алгоритм шифрування Blowfish з ключем довжиною 144 біт. Шифруванню піддаються всі передані дані, а не тільки окремі пакети. Для підвищення надійності можна використовувати різні ключі для кожного тунелю.

#### **Необхідність використання віртуальних приватних мереж**

Щоб отримати максимум вигоди від використання Internet для ділових додатків потрібно зробити два важливих кроки. Перший крок - це отримати доступ в Internet. Другий - реалізувати переваги мережі Internet для спільної роботи декількох віддалених офісів. Технологія Віртуальних приватних мереж (VPN) дозволяє забезпечити безпечну спільну роботу віддалених локальних мереж. При цьому вартість з'єднання становить лише малу частку від вартості виділених сполук у глобальних мережах. До цих пір ця технологія лише обговорювалася і всього лише кілька компаній пропонували готові рішення.

### **Значне зниження вартості**

Для компаній, що використовують широкомасштабні мережі WAN, ця технологія повністю виправдає всі очікування. Застосування нової технології дозволить докорінно знизити витрати на використання каналів. Багатьом іншим компаніям технологія VPN дозволить досягти максимальної вигоди в усіх областях телекомунікацій.

Економічний ефект залежить від конкретних умов. Загалом, найбільша економія досягається там, де виділена лінія між віддаленими офісами замінюється на підключення до місцевого провайдера послуг Internet. Виділене WAN-з'єднання між провайдерами послуг Internet, як правило, дешевше, тому що послуги таких з'єднань оплачуються в залежності від дальності і ширини каналу.

### **Спрощення управління і зниження вартості обладнання**

Як правило, більш низька вартість WAN-підключення це найбільш помітна економія при переході до технології VPN. Виняток складних дорогих елементів інфраструктури WAN-з'єднань і спрощення адміністрування - ось ще одна причина використання нової технології. Багато Internet-провайдери надають послуги з підтримки та адміністрування підключаються ліній. Як правило, провайдери використовують для з'єднання між собою високошвидкісні з'єднання з шириною каналу значно більше, ніж ширина каналу, що підключається до Вашого офісу. Таким чином, якщо буде потрібно збільшити пропускну здатність VPN, то досить розширити лише канал доступу до провайдера послуг Internet. Провайдер послуг Internet повинен забезпечувати своєчасне впровадження новітніх досягнень в області комунікацій і мереж - він подбає про модернізацію устаткування, використовуваного при підключенні.

### **Інтеграція додатків, що використовують спільну платформу та інфраструктуру**

Зниження вартості можна очікувати і від впровадження єдиної інфраструктури, що базується на Internet-технології. Наприклад, замість двох з'єднань до провайдера послуг Internet для електронної пошти і для виділеного

WAN-каналу може використовуватися одне з'єднання. Скоро одне з'єднання і VPN можна буде використовувати для забезпечення користувачів мобільних систем безпечним віддаленим доступом до локальних мереж. При цьому відпаде необхідність у виділених серверах віддаленого доступу і численних модемах і аналогових телефонних лініях. Заглядаючи ще далі, відзначимо, що стандартна телефонія та відеоконференції (які сьогодні вимагають виділені лінії) будуть інтегровані з Internet VPN послугами.

Для багатьох програм швидкість і якість Internet-послуг є прийнятними, особливо з огляду на значну економію коштів. Сьогодні застосування Internet-послуг обмежена додатками, які вимагають широкої смуги пропускання та додатками реального часу, такими як відеоконференції, бази даних реального часу та ін. Однак, навіть у цьому випадку установка VPN для менш важливих додатків дає помітні переваги.

### **1.9 Бездротові мережі**

Технологія передачі інформації між абонентами, що знаходяться один від одного на значних відстанях, поступово, але впевнено, переходить з рейок кабельних комунікацій на використання пристроїв світового ефіру. Сьогодні настав час використання бездротових комунікацій та для передачі даних між віддаленими комп'ютерами. Причому, якщо супутникові комунікації вже порівняно давно використовуються для передачі даних, то бездротові комп'ютерні комунікації для відстаней від декількох метрів до десятків кілометрів отримали розвиток лише за останні два-три роки. Широке впровадження бездротових комп'ютерних комунікацій стало можливим завдяки розробці провідними науковими лабораторіями світу принципово нової високоефективної технології передачі на основі використання спеціального широкосмугового шумоподібних сигналу (ШПС). Відмінною рисою такого сигналу є наявність надмірності цифрового коду, що гарантує високу вірогідність (безпомилковість) і завадостійкість передачі даних. При цьому використовується дуже низька

потужність випромінювання, що реалізується мініатюрним приймально-передавачем, здатним вміститися в маленькій мережевий комп'ютерної карті (плати) розміром з записну книжку. Мережева карта при підключенні зовнішньої антени розміром з книгу без додаткового посилення дозволяє зв'язати комп'ютери на відстані 15-20 км зі швидкістю 2 Мбіт / сек. Ціна такої картки в десятки разів менше вартості радіорелейного обладнання, що використовує традиційні вузькосмугові радіосигналів високої потужності. Широке повсюдне впровадження даної технології передачі даних викликало необхідність розробки відповідних стандартів. Так у липні 1997 року був прийнятий міжнародний стандарт IEEE 802.11, що регламентує використання для комп'ютерної передачі даних обладнання з широкосмуговим шумоподібним сигналом з модуляцією за методами DSSS і FHSS в діапазоні частот 2400-2483 МГц. Раніше також існувала думка, що бездротові комунікації-це тимчасовий спосіб вирішити проблеми відсутності кабельних мереж у країнах, що розвиваються. Однак технологія бездротових комунікацій так швидко розвивається, що вже сьогодні бездротовий зв'язок є реальною альтернативою провідним каналам у телефонії, передачі даних та інших застосуваннях в усьому світі. Завдяки низьким витратам на розгортання та обслуговування бездротових мереж, масштабованості при збільшенні кількості абонентів, що обслуговуються, високої надійності та якості комунікацій, заснованих на застосуванні новітніх методів модуляції сигналу - ШПС, технологія бездротових комунікацій в усіх застосуваннях, і в тому числі для передачі даних, вже сьогодні витісняє дорогі рішення на базі використання дротових каналів. На думку експертів, використання бездротових мереж зв'язку у всіх застосуваннях є найбільш передовими рішеннями в галузі телекомунікацій сьогодні і в ХХІ столітті.

## **1.10 Огляд аналогів мультимедійних конференц-систем**

### **1.10.1 Технологія – феномен**

IP-телефонія являє собою в деякому роді феномен. Всі погоджуються з тим, що з часом всі види трафіку будуть передаватися по IP, і голосовий трафік у тому числі. Але при цьому поки що у сфері телекомунікацій у традиційної телефонії позиції набагато міцніше, ніж це здається на перший погляд. Тим не менш, незважаючи на таке двоїсте до себе ставлення (великий, але в значній мірі абстрактний інтерес з боку більшості), IP-телефонія продовжує розвиватися, причому досить швидкими темпами. Своє відображення ця тенденція знаходить і на вітчизняному ринку телекомунікаційних технологій. Незважаючи на досить скромну на загальному тлі частку ринку, IP-телефонія вже цілком "помітна неозброєним оком" і, більш того, змушує з собою рахуватися навіть скептиків. Комп'ютери можуть надсилати повідомлення один одному через Internet - e-mail - найбільш знайомий приклад. Проте, звук також може бути оцифрований і переданий між комп'ютерами точно так само як будь-який інший тип даних.

IP-телефонія використовує мережі, щоб надсилати звукові повідомлення між двома або більше комп'ютерними користувачами в реальному часі. Можливість передачі голосових повідомлень через мережу з пакетною комутацією вперше була реалізована в 1993 році. Дана технологія отримала назву VoIP (Voice over IP). Вперше користувач персонального комп'ютера, оснащеного звуковою платою, мікрофоном і має підключення до Internet, зміг вести голосові переговори з іншим таким же користувачем, незалежно від того, як далеко один від одного вони знаходилися. Більшість програмних продуктів з цієї ж серії, що з'явилися пізніше, дозволяють користувачам говорити в мікрофон і чути відповідь співрозмовника через колонки.

Не встигнувши народитися, нова можливість привернула всесвітню увагу. Технологія неухильно поліпшувалася і дуже швидко підійшла до позначки, коли спілкування голосом стало легко можливим, і продовжує розвиватися далі. Безліч компаній представили аналогічні програми. При цьому, в багатьох системах поряд



з можливістю обмінюватися голосовими повідомленнями вже додана можливість вести ще й листування, набираючи повідомлення на клавіатурі комп'ютера, пересилати файли прямо під час розмови, обмінюватися графічними образами, а і й відео зображенням. Вимоги ж до якості Internet-з'єднання досить невеликі.

### **1.10.2 Огляд аналогів мультимедійних конференц-систем**

На сьогодні в світі існує досить значна кількість систем, які спеціалізуються на передачі голосу по IP. Я розгляну лише деякі, найбільш популярні системи, представлені в Internet. Це Teamspeak, Ventrilo, Mumble, Google Talk, Yahoo! Messenger та Skype.

TeamSpeak - є гнучким, потужним, масштабованим програмним забезпеченням, яке дозволяє людям спілкуватися один з одним через Інтернет чи локальну мережу. Сервер TeamSpeak виступає в якості посередника клієнтських з'єднань, здатний до обробки буквально тисяч користувачів одночасно. Використовується для організації Інтернет конференції, для організації зв'язку між співробітниками в окремому підприємстві, або просто для особистого спілкування з друзями та сім'єю.

TeamSpeak має достатню кількість функцій серед них висока якість голосового зв'язку, крос-платформенний дизайн для клієнта і сервера, вбудована веб-панель керування для сервера, висока ступінь масштабованості прав користувачів системи. Крім того, сервер TeamSpeak може породжувати кілька "віртуальних серверів" від одного серверу, таким чином легко масштабування відповідно до потреб користувачів. TeamSpeak сервер має рідну базу даних SQLite, але може бути налаштований для роботи з MySQL, а також має вбудований в командний рядок запити, що надає можливість і дозволяє використовувати засоби автоматизації та написання сценарії їв. Безкоштовний пакет дозволено використовувати у разі не комерційного використання и якщо кількість з'єднань не перевищує тисячі підключень.

Ventrilo – має куди менший набір функцій ніж TeamSpeak, але в якості передачі голосу може зрівнятися з останнім. З основних недоліків програми це не якісне подавлення відлуння, передача голосу з відставанням, а також, що в безкоштовній версії обмеження на сервер до восьми людей в конференції. Програма має не значний розмір, та сервер є крос-платформенним.

Mumble – безкоштовне, крос-платформне VoIP програмне забезпечення з відкритим кодом. Включає особливу технологію, яка дозволяє зробити звучання голосів інших користувачів залежним від їх конкретного місця розташування. Недоліки програми: висока чутливість активації голосом на відміну від TeamSpeak и досить важка складність налаштування. До переваг програми можна віднести наявність шифрування через SSL (ні Teamspeak, ні Ventrilo на це не здатні). Та що програма відноситься до вільного кросплатформеного програмного забезпечення.

Наступний сервіс спілкування через інтернет, який ми не можемо обійти стороною - це Google Talk, що є частиною сімейства Google. Перша бета-версія програми з'явилася в кінці серпня 2005 року. Простий в установці, легкий і спритний клієнт дозволяє дзвонити іншим користувачам сервісів Google або спілкуватися з ними в чаті. Сам довантажує всі контакти з записної книжки в Gmail. Для зручності використання контакти можна перейменувати - а то у вигляді e-mail адрес вони виглядають. На додаток ще уміє перевіряти наявність пошти у вашій поштової скриньці на Gmail. На цьому більш ніж скромні можливості цього клієнта вичерпуються. Але для любителів легких і аскетичних програм в самий раз - нічого зайвого, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Цим сервісом можна користуватися і не завантажуючи до себе на комп'ютер програму - Google зробив так званий гаджет - його можна запустити прямо з web-сторінки. Гаджет, до того ж, має можливість створювати груповий чат. Для роботи даного сервісу необхідне постійне підключення до Інтернету, що робить не можливим використання в окремій мережі без Інтернету. Google Talk працює на протоколі Jabber/XMPP, тому до мережі можна підключитися за допомогою GAIM, iChat для Mac OS X, Psi, Adium, Trillian, Miranda і інших IM-клієнтів.

Ще один відомий месенджер, від закордонного гіганта Yahoo!. В серпні 2005 року отримав можливість розмовляти. Можна безкоштовно дзвонити з комп'ютера на комп'ютер друзям, які користуються Yahoo!, Або залишати їм голосові повідомлення, якщо їх немає в мережі. Голосове повідомлення прийде вашому другу на e-mail в доданому файлі. Версії клієнтів є для Mac і Windows, а так само є web-клієнт, який не потрібно завантажувати і встановлювати.

Безумовним лідером серед постачальників закритих рішень сьогодні є Skype. Проект з'явився в 2003 році і з тих пір стабільно розвивається і стає все більш зручним і цікавим. Сьогодні Skype нараховує більше 400 мільйонів користувачів і їх кількість росте з кожним днем.

На відміну від багатьох інших програм IP-телефонії, для передачі даних Skype використовує P2P-архітектуру. Каталог користувачів Skype розподілений по комп'ютерах користувачів мережі Skype, що дозволяє мережі легко масштабуватися до дуже великих розмірів (у даний момент більше 100 мільйонів користувачів, 15-20 мільйонів онлайн) без дорогої інфраструктури централізованих серверів.

Крім того, Skype може маршрутизувати дзвінки через комп'ютери інших користувачів. Це дозволяє з'єднуватися один з одним користувачам, що знаходяться за NAT або брандмауером, проте створює додаткове навантаження на комп'ютери і канали користувачів, підключених до інтернету безпосередньо.

Єдиним центральним елементом для Skype є сервер ідентифікації, на якому зберігаються облікові записи користувачів і резервні копії їхніх списків контактів. Центральний сервер потрібен лише для встановлення зв'язку. Після того, як зв'язок встановлено, комп'ютери пересилають голосові дані безпосередньо один одному (якщо між ними є прямий зв'язок), або через Skype-посередник (суперузел - комп'ютер, у якого є зовнішній IP-адресу та відкритий TCP-порт для Skype). Зокрема, якщо два комп'ютери, які знаходяться всередині однієї локальної мережі, встановили між собою Skype-з'єднання, то зв'язок з Інтернетом можна перервати, і розмова буде тривати аж до його завершення користувачами або якого-небудь

збою зв'язку всередині локальної мережі. Для роботи програми необхідне обов'язкове підключення до Інтернету, що унеможливило використання програми в окремій мережі без доступу в Інтернет.

## **1.11 Недоліки основних засобів міжмережевої взаємодії і мережеві технології**

### **1.11.1 Затримка і час очікування**

Для VoIP затримка (delay), або час очікування (latency), означає період часу, за який голос проходить шлях від рота до вуха слухача.

Нинішні телефонні мережі успадкували три типи затримки: затримка на розповсюдження (propagation delay), затримка на серіалізацію (serialization delay) і затримка на обробку (handling delay). Затримка на поширення викликана довжиною шляху, який повинне пройти світло по оптоволоконному кабелю або електричний імпульс по мідним проводам. Затримка на обробку обумовлена безліччю різних причин (фактичне пакетування, стиск і комутація пакетів) і обумовлюється пристроями, які передають фрейми по мережі.

Затримка на серіалізацію - це період часу, протягом якого біт або байт поміщається в інтерфейс.

### **1.11.2 Затримка на поширення**

Швидкість світла у вакуумі становить 300 000 км/с, а електрони переміщуються по мідному або оптоволоконному кабелю зі швидкістю приблизно 2 000 000 км/с. Для оптоволоконної мережі, що охоплює півсвіту (20 000 км), одностороння затримка складе приблизно 70 мілісекунд. Хоча така затримка практично не відчутна людським вухом, разом із затримками на обробку вона може викликати значне погіршення якості голосу.

### **1.11.3 Затримка на обробку**

Поява затримки на обробку обумовлюють пристрої, які передають фрейми по мережі. Затримки на обробку можуть з'являтися і в традиційних телефонних мережах, що стало великою проблемою для пакетних систем.

### **1.11.4 Затримка черги**

У пакетних мережах затримки відбуваються і з інших причин. Дві з них - це час, необхідний для переміщення існуючого пакету в чергу виводу (комутація пакетів), і затримка черги.

Затримка черги (queuing delay) відбувається в результаті утримування пакетів в черзі через перевантаження вихідного інтерфейсу. Це відбувається у випадку, коли випущено більше пакетів, ніж інтерфейс може обробити за даний інтервал.

Інша причина затримки - це фактична затримка черги виводу. Цей фактор слід враховувати при використанні будь-яких методів формування черги для мережі, оптимізація є значення менше 10 мс.

Рекомендація G.114 сектору стандартизації при Міжнародному телекомунікаційному союзі (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization - ITU-T) свідчить, що для хорошої якості голоса значення однобічної наскрізної затримки не повинно перевищувати 150 мс.

У некерованою переповненій мережі затримка черзі може додатково зрости до двох секунд (втрата пакетів теж не виключена). Затримка такої тривалості неприпустима практично у всіх голосових мережах. Проте затримка черзі - це всього лише один з компонентів наскрізної затримки. Інший спосіб її прояви це брязкіт.

### **1.11.5 Jitter Buffer**

Простіше кажучи, брязкіт (jitter) - це нерівномірність періодів часу на доставку пакетів. Брязкіт ставитися як раз до тих проблем, які існують тільки в

пакетних мережах. У пакетної голосової системі відправник очікує, що голосові пакети будуть передаватися з однаковими інтервалами (наприклад, кожні 20мс). Ці голосові пакети можуть затримуватися в мережі і не досягати приймаючої станції за звичайний інтервал (наприклад, вони можуть не досягати одержувача кожні 20 мс). Різниця в часі між тим, коли очікувалося одержання пакета і часом фактичного отримання, називається брязкіт.

Для згладжування нерівномірності затримки пакетів використовують буфер компенсації брязкоту (jitter buffer). Голосові пакети в мережах IP можуть доставлятися з великою різницею за часом. Рекомендована практика: підрахувати кількість пакетів, які прибувають із запізненням, і підрахувати співвідношення таких пакетів до кількості успішно оброблених. Це співвідношення можна використати для того, щоб цілеспрямовано скоректувати буфер компенсації брязкоту до певного доступного співвідношення з реверсований пакетами. Адаптація встановлена розмірів буфера компенсації брязкоту ефективно компенсує затримку.

Необхідно звернути увагу, брязкіт і загальна затримка - це не одне і теж; в багатих на брязкіт пакетних мережах може збільшуватися сума загальної затримки мережі. Чим більше брязкоту, тим більшим повинен бути буфер компенсації брязкоту, щоб компенсувати непередбачуваний характер мережі.

У багатьох процесорів DSP немає нескінченних буферів компенсації брязкоту, які могли б компенсувати надмірні мережеві затримки. Іноді краще просто видалити пакети або мати буфер обмеженого обсягу замість того, щоб створити небажані затримки в буфері компенсації брязкоту. Якщо мережа передачі даних добре спроектована і дотримуватися відповідні заходи, то, як правило, брязкіт - це неголовних проблема, і буфер компенсації брязкоту незначно збільшує загальною затримку.

### **1.11.6 Імпульсно-кодова модуляція**

Хоча аналогова зв'язок ідеальна для спілкування людей, з-за шуму в каналі вона не вважається ні надійною, ні ефективною. У колишні часи для посилення аналогового сигналу в телефонних мережах використовувалися підсилювачі. Однак при цьому посилювався не тільки голос, але і шум у каналі. Як результат, шум у каналі найчастіше робив підключення непридатним.

Шум в каналі набагато легше відокремити від цифрових вибірок, що стоять з бінарних послідовності нулів та одиниць. Отже, при перетворенні аналогових сигналів у цифрові вибірки звук виходить більш чистим. Коли переваги цифрового представлення стали очевидні, телефонна мережа перейшла на імпульсно-кодову модуляцію (Pulse Code Modulation - PCM).

### **PCM**

PCM перетворює аналоговий звук в цифрову форму, проводячи вибірку аналогового звукового сигналу 8000 разів на секунду і перетворюючи кожен вибірку в цифровий код. Як випливає з теореми Найквіста, якщо частота вибірки аналогового сигналу вдвічі вище максимальної необхідної частоти, згодом цей сигнал можна буде точно відновити в аналоговому вигляді. Оскільки частота голоси рідко перевищує 4000 Гц (4 КГц), достатньою частотою вибірки для голосових даних виявиться 8000 вибірок в секунду (тобто 125 мс між вибірками).

### **1.11.7 Стиснення голосових даних**

PCM і ADPCM - це приклади кодеків аналого-цифрового перетворення, їхні методи стиснення експлуатують безпосередньо надлишкові характеристики аналогового сигналу. Нові методи стиснення, що використовують знання фундаментальних характеристик створення голосових даних, були розроблені 10-15 років тому. У цих методах використовуються процедури обробки сигналу, які стискають голосові дані, відправляючи спрощену параметричну інформацію

(щодо вихідних даних. Для передачі цієї інформації потрібна менша пропускна спроможність.

Адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція (англ. ADPCM - Adaptive Differential Pulse Code Modulation) - форма диференціальної імпульсно-кодової модуляції. У ADPCM на основі декількох попередніх значень величини сигналу прогнозується наступний дискретний сигнал і по каналу зв'язку передається тільки різниця між дійсною і передбаченою величинами. Адаптивність полягає у динамічній підстройці кроку квантування різниці за попереднім значенням.

Ці методи, як правило, об'єднані у вихідні кодеки, що включають такі варіанти, як кодування методом лінійного передбачення (Linear Predictive Coding - LPC), алгоритм стиснення при кодуванні методом лінійного передбачення (Code Excited Linear Prediction Compression - CELP) і мультиімпульсне багаторівневе квантування (Multipulse, Multilevel Quantization-MP-MLQ).

### **Усереднена оцінка чіткість голосу**

Якість голосу можна визначити двома способами - суб'єктивно або об'єктивно. Люди оцінюють суб'єктивно, у той час як комп'ютери, їх складніше "ввести в оману" схемами стиснення, що обманює людське вухо, виконують об'єктивну перевірку.

Кодеки були розроблені і налаштовані на основі суб'єктивних показників якості мови. Стандарні об'єктивні показники якості, такі як загальне гармонійне спотворення (total harmonic distortion) і відношення сигнал / шум (signal-to-noise ratio), не дуже добре співвідносяться з більшістю людських методів сприйняття голосу.

Найбільш популярним суб'єктивним еталоном для перевірки ефективності голосового кодека є усереднена оцінка чіткість мовлення (Mean Opinion Score - MOS). Тести MOS лунають групі слухачів. Оскільки якість голосу та звуку для слухача - поняття суб'єктивні, при проведенні тесту MOS дуже важливо забезпечити участь як можна більшої кількості слухачів, а також розмаїтість



матеріалу. Слухачі присвоюють кожній вибірці голосового матеріалу оцінку від 1 (погано) до 5 (чудово). Потім бали підраховують і отримують усереднену оцінку чіткість мовлення.

Перевірка MOS використовується також для оцінки того, наскільки добре конкретний кодек працює при змінюються обставин, включаючи різні рівні фонового шуму, багаторазове кодування, декодування і т.д. Потім ці дані можна використовувати для порівняння інших кодеків.

### **Перцепційна оцінка якості мови**

Перевірка MOS - це суб'єктивний метод визначення якості мови, однак він далеко не єдиний. Сектор ІТУ-Т виробив рекомендацію Р.861, яка визначає способи, за допомогою яких можна об'єктивно оцінити якість мовлення, використовуючи перцепційне вимірювання якості мовлення (Perceptual Speech Quality Measurement - PSQM).

Перевірка PSQM здатна виявити безліч недоліків голосових кодеків (вокодером). Одним з недоліків є те, що "машина" або PSQM чує не те, що людське вухо. З точки зору обивателя це означає, що людське вухо можна обдурити в сприйнятті якості голосу, але комп'ютер обдурити неможливо. Крім того, PSQM дозволяє "почути" погіршення, викликані компресією і декомпресією, але не втратою пакетів або брязкіт.

### **1.11.8 Ехо**

Ехо (echo) - це вельми забавна явище (особливо при відвідуванні Великого Каньйону), але під час розмови по телефону воно може як злегка дратувати, так і стати просто нестерпним, роблячи розмова незрозумілим.

Звук власного голосу в трубці під час розмови досить-таки звичний. Однак при затримці більшою, ніж приблизно 25 мс, звук власного голосу може просто збивати, що говорить з пантелику.

Зазвичай, у традиційних мережах, причиною луни є розбіжність повного електричного опору на стику чотирипровідної мережевого комутатора та

двопровідної абонентської лінії. У стандартній комутованій телефонній мережі загального користування (PSTN) луна ліквідується за допомогою компенсаторів луни і ретельного управління неузгодженість опору на загальних точках відображення.

У відлуння є два недоліки - воно може бути гучним і довгим. І чим воно голосніше і довше, тим сильніше воно дратує.

У тих частинах світу, де переважає передача аналогових голосових даних, телефонні мережі використовують Подавлювачі луни, які видаляють відлуння, компенсуючи перепад опору в каналі. Насправді, це некрайшій механізм для боротьби з луною, до того ж він викликає й інші проблеми. Наприклад канал з Подавлювачі луни не можна використовувати в цифровій мережі з комплексним обслуговуванням (Integrated Services Digital Network-ISDN), оскільки Подавлювачі луни вирізає той діапазон частот, який використовує ISDN.

У нинішніх пакетних мережах можна створювати компенсатори відлуння в низькошвидкісних кодексах і використовувати їх на кожному процесорі DSP. У реалізаціях деякі марки придушення луни забезпечується програмним забезпеченням але слід зауважити, що така практика суттєво зменшує переваги придушення відлуння.

Принцип роботи компенсаторів луни стає більш ясним, якщо зрозуміти, звідки береться луна.

Припустимо, що користувач А розмовляє з користувачем В. Розмова користувача А з користувачем У назовемо G. Коли G стикається з неузгодженість опорів або іншими чинниками, що викликають луна, він повертається назад до користувача Б. Після цього користувач А кілька мілісекунд "чує" затримку.

Щоб позбавитися від луни в каналі, пристрій, за яким говорить користувач А (маршрутизатор А), деякий час зберігає зворотний образ мови користувача А. Це називається інверсною промовою (inverse speech - G). Такий компенсатор луни прослуховує звук, що виходить від користувача В, та віднімає - G, видаляючи тим самим луна.

Компенсатори луни обмежені тим часом, який вони очікують отримання відбитого голоси (це явище відоме як хвіст відлуння, echo tail).

При першій установці обладнання VoIP дуже важливо правильно налаштувати придушення луни. Якщо його буде недостатньо, користувачі будуть постійно чути відлуння під час дзвінка. Якщо обсяг придушення відлуння буде занадто великий, компенсатор луни витратить більше часу на сходження і усунення луни.

### **1.11.9 Втрата пакетів**

Втрата пакетів у мережах передачі даних - явище звичне і очікуване. Фактично, багато протоколів даних використовують втрату пакетів для отримання інформації про стан мережі і можуть зменшувати кількість посилаються пакетів.

Для передачі голосу по мережі даних важливо спроектувати мережу так, щоб вона могла успішно передавати дані надійним і своєчасним способом. Крім того, механізм забезпечення стійкості голоси до періодичної втрати пакетів виявляється досить корисним.

### **1.11.10 Виявлення голосової активності**

У звичайному (голосовому) розмові хтось говорить, а хтось слухає. Сучасні мережі, що допускають втрати, підтримують двонаправлений канал 64 Кбіт/с, незалежно від того, говорить щось чи ні. Це означає, що при звичайному розмові щонайменше 50% загальної пропускної здатності витрачається даремно. Відсоток витраченої даремно смуги пропускання може бути, взагалі-то, набагато вище, якщо здійснюється статистична вибірка переривань і пауз при звичайному розмові між людьми.

У системі VoIP, якщо дозволено виявлення голосової активності (Voice Activity Detection - VAD), "розтрачуємо даремно" смугу пропускання можна використовувати для інших цілей.

Як правило, якщо VAD виявляє зниження амплітуди мови, він очікує ще деякий фіксований період часу, перш ніж припинити приміщення голосових фреймів в пакети. Цей фіксований період часу називається затягування (hangover) і становить звичайно 200 мс.

У будь-яких технологіях є якісь компроміси. У VAD є деякі проблеми при визначенні початку і кінця голосових даних, а також при виділенні голоси з фонового шуму. Це означає, що в галасливій кімнаті VAD виявиться нездатний вичленувати голос із загального шуму. Це явище відоме як порогове відношення сигнал / шум (signal-to-noise threshold). У таких випадках VAD відключається на початку дзвінка.

Ще однією проблемою, властивою VAD, є визначення початку голосових даних. Зазвичай початок пропозиції вирізається або віддаляється (див. рис. 7.5). Це явище відоме як відсікання початку голоси (front-end speech clipping). Слухач, як правило, не звертає на це уваги.

### **1.11.11 Транспортні протоколи**

Характеристики протоколу Інтернету (Internet Protocol - IP) визначають два основних транспортних механізму - протокол користувачьких дейтаграм (User Datagram Protocol - UDP) і протокол керування передачею (Transmission Control Protocol - TCP). Як правило, коли необхідне надійне з'єднання, має сенс використовувати протокол TCP, а якщо необхідна простота, але необов'язкова надійність - протокол UDP.

У зв'язку з "чутливими" до часу характером голосового трафіку для передачі голосу логічно було вибрати протокол UDP / IP. Проте передача "пакет за пакетом", характерна для протоколу UDP, забезпечує недостатньо докладну інформацію, ніж необхідно. Для передачі в реальному масштабі часу, а також для передачі трафіку, чутливого до затримки, Інженерна група з розв'язання конкретних завдань Інтернету (Internet Engineering Task Force - IETF) вибрала протокол RTP. Дані VoIP передаються поверх протоколу RTP, який, у свою чергу,

передається поверх протоколу UDP. Отже, пакет VoIP передається із заголовком пакету RTP / UDP / IP.

### **Протокол RTP**

Протокол RTP (Real-Time Transport Protocol - протокол передачі банних в реальному масштабі часу) - це стандарт для передачі чутливого до затримки трафіку через пакетні мережі. Як згадувалося раніше, дані протоколу RTP передаються поверх протоколу UDP і IP. Протокол RTP надає приймаючій станції інформацію, відсутню в якій не потребують встановлення з'єднання потоках UDP / IP. Протокол RTP використовує інформацію про послідовність пакетів, щоб визначити, по порядку чи вони прибувають, а інформація про тимчасові мітки потрібна для визначення часу "подорожі" пакета від відправника до одержувача (тобто брязкоту).

При необхідності, протокол RTP можна використовувати як для передачі мультимедійних даних, так і для інтерактивних служб на кшталт телефонії Інтернету. Протокол RTP, згодом названий протоколом контролю RTP (RTP Control Protocol - RTCP), має дві складові - частина даних (data part) і частина контролю (control part).

Частина даних протоколу RTP - це тонкий протокол, який забезпечує підтримку для додатків реального часу, таких як безперервна передавальна середовище (наприклад, аудіо та відео), включаючи відновлення синхронізації (timing reconstruction), виявлення втрат і ідентифікацію вмісту (content identification).

Протокол RTCP забезпечує підтримку конференц-зв'язку Інтернету в реальному масштабі часу для груп будь-якого розміру. Сюди відноситься ідентифікація відправника та підтримка для шлюзів (наприклад, аудіо-і відеомосту), а також перетворення многоадресатних пакетів у одноадресатні. Крім того, пропонується зворотній зв'язок одержувачів QoS з многоадресатною групою, а також забезпечення синхронізації різних потоків передавальної середовища.

У документі RFC 3611 визначено ще одне нову пропозицію: протокол контролю RTP з додатковими звітами (RTP Control Protocol Extended Reports - RTCP XR), який надає багатий набір даних для управління VoIP. Дані для цих додаткових звітів можуть бути надані такою технологією, як VQmon, вбудованої в телефони VoIP або шлюзи. Під час розмови ці дані повинні періодично надсилатися, щоб забезпечити в реальному часі зворотний зв'язок щодо якості мови. Створені звіти представляють собою дуже корисний набір метричних даних VoIP, включаючи інформацію про втрату мережевих пакетів, про затримку пакетів RTP і т.д.

Для трафіку реального часу протокол RTP - вельми важливе й корисне придбання, але існують і деякі недоліки. Заголовки IP / RTP / UDP становлять 20, 8 і 12 байт відповідно. В цілому виходить вже 40-байтовий заголовок, який удвічі більше, ніж корисне навантаження при використанні G.729 з двома голосовими вибірками (20 мс). Настільки великий заголовок можна стиснути до 2-4 байт, використовуючи стиск заголовка RTP (RTP Header Compression-CRTP). Більш детальна інформація про CRTP наведена в главі 8, "Якість обслуговування".

### **Надійний користувальницький протокол передачі даних**

Надійний користувальницький протокол передачі даних (Reliable User Data Protocol-RUDP) надає додаткову надійність протоколу UDP без встановлення з'єднання. Протокол RUDP забезпечує надійність, не потребує орієнтованому на з'єднання протоколі, на кшталт TCP. Метод, на якому заснований протокол RUDP, полягає в розсилці безлічі копій пакету, а приймаюча станція має можливість відмовитися від непотрібних або надмірних пакетів. Такий механізм істотно підвищує ймовірність того, що один з пакетів відправника все-таки дійде до одержувача.

Цей механізм відомий також як попередню виправлення помилок (Forward Error Correction - FEC). Існує декілька реалізацій FEC, що відрізняються використанням смуги пропускання (подвоєння або потроєння обсягу використовуваної смуги пропускання). До речі, користувачі, що володіють майже

необмеженою смугою пропускання, напевно вважатимуть FEC вартим уваги механізмом для збільшення надійності та якості мови.

## РОЗДІЛ 2

### ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ

#### 2.1 Вибір апаратних засобів

При виборі апаратних засобів для розробки мультимедійної конференц системи на основі сервера з множинним доступом, найбільшу роль грає чинник швидкодії роботи ПК. Оскільки саме від нього залежить час розробки ПЗ, а відповідно витрат на розробку і його собівартості.

Швидкість функціонування ПК в основному визначається наступними параметрами:

- Обсяг оперативної пам'яті (ОП);
- Швидкодія процесора;
- Об'ємом відеопам'яті (ВП).

Виходячи з вимог що пред'являються до використовуваних програмних засобів розробки (Lazarus, NetBeans, MinGW, FreePascal, GCC, Spreeh) мінімальне значення перерахованих вище параметрів складає оперативна пам'ять - 1024 Мб, процесор с тактовою частотою в межах від 1000МГц до 2200МГц, відео пам'ять - 128 Мб.

При мінімальних значеннях параметрів ПК розробка системи буде мало ефективною тому для більш комфортної та продуктивної розробки рекомендується використати комп'ютер з наступною конфігурацією:

- Процесор - базі Core 2 Duo 2200 МГц;
- Оперативна пам'ять – 3Гб;
- Відео пам'ять - 256 Мб;
- Дисковий простір – 80Гб;



## **2.2 Вибір апаратних засобів для клієнтської сторони**

Для роботи програмного забезпечення у штатному режимі на стороні клієнта під операційною системою Windows XP з урахуванням до вимог використаних засобів при розробці, рекомендовано наступні системні вимоги:

- Процесор з тактовою частотою від 1600 МГц;
- Оперативна пам'ять – 512 Мб;
- Відео пам'ять - 64 Мб;
- Звукова карта;
- Дисковий простір потрібний для роботи програми – 20мб;
- Мережева карта Ethernet 10/100 Мбіт/с;
- Засоби мультимедії мікрофон та колонки;
- Монітор SVGA з роздільною здатністю не менше ніж 1024x768.

## **2.3 Вибір апаратних засобів для серверної сторони**

Для роботи програмного забезпечення (MySQL, Apache, Server) у штатному режимі на стороні сервера під операційною системою Windows XP з урахуванням до вимог використаних засобів при розробці, рекомендовано наступні системні вимоги:

- Процесор з тактовою частотою від 2600 МГц;
- Оперативна пам'ять – 512 Мб;
- Мережева карта Ethernet 10/100 Мбіт/с;
- Дисковий простір потрібний для розміщення програми – 200мб.

## **2.4 Аналіз і вибір програмних засобів розробки**

Сучасні засоби розробки програмного забезпечення характеризуються великою різноманітністю критеріїв, за допомогою яких розробник має можливість автоматизувати процес розробки додатків. Так, в даний час інструментальні засоби дозволяють:

- створювати інтерфейс використовуючи стандартні компоненти;
- передавати управління різним процесам, в залежності від стану системи;
- створювати оболонки для баз даних, як і самі бази даних;
- розробляти більш надійне програмне забезпечення, шляхом обробки виняткових ситуацій виникають при некоректної роботи програмного забезпечення.

Сучасні засоби розробки характеризуються наступними параметрами:

- підтримка об'єктно-орієнтованого стилю програмування;
- можливість використання CASE-технологій, як для проектування розроблюваної системи, так і для розробки моделей реляційних баз даних;
- використання візуальних компонент для наочного проектування інтерфейсу;
- підтримка БД;
- можливість використання алгоритмів реляційної алгебри для управління реляційними базами даних;
- можливість синхронізації складових частин проекту (надається при розробці великих програмних комплексів).

Вище переліченими властивостями володіють мови програмування, наприклад: Free Pascal(Lazarus) , C++(GCC), PHP та інші.

Кожне з цих засобів містить весь спектр сучасного інструментарію, який був перерахований раніше. Головна відмінність полягає в галузі використання розглянутих засобів. Так C++ зазвичай використовується при розробці додатків призначених для роботи з ОС, що використовують основні властивості ОС, а також використовується у разі необхідності проведення значної кількості розрахунків. Одним з переваг даного засобу є висока швидкість виконання та оптимальний виконуючий код програми. А також сильна спільнота яка підтримує та розширює засоби розробки для даного язика програмування. Завдяки розробленими спільнотою бібліотекам можливо у разі прискорити розробку

програмного забезпечення та облегшити переніс програмного забезпечення на іншу операційну систему, шляхом лише заміни платформно-залежного коду. Завдяки розширенням та бібліотекам, без значних зусиль можливо використовувати СУБД. Як на мій погляд недолік даної мови програмування лише в відсутності зручних засобів для розробки користувацького інтерфейсу. Що може негативно відбитися на часі та якості розробки програмного засобу. Тому дана мова програмування була використана для написання динамічної бібліотеки яка забезпечувала захват, відтворення звуку та комунікацію з сервером. А також сама серверна частина мультимедійної системи. В якості середовища розробки була використана NetBeans IDE, компілятор GCC. Середовище розробки та компілятор є безкоштовним програмним забезпеченням. Для розробки інтерфейсу клієнта була використана відносно молоде середовище для розробки програмного забезпечення Lazarus яке для компіляції використовує компілятор Free Pascal. Дане середовище схоже на Borland Delphi, але на відміну від останнього являється безкоштовним і відповідає нашим вимогам. Використання Lazarus дозволить зекономити кошти на придбанні програмного забезпечення для розробки системи. Для підтримки роботи панелі управління системою, та у якості скрипкової мови була обрана мова програмування PHP. У якості СУБД для збереження даних була обрана MySQL. Дане рішення дозволило значно зекономити на придбанні СУБД яке на відміну від аналогів являється безкоштовним.

При створенні програмного продукту мультимедійної конференц системи на основі сервера з множинним доступом головним критерієм вибору програмних засобів розробки були:

- швидкість розробки додатків;
- можливість швидкого внесення змін до програми;
- можливість редагування та перегляду БД, використовуючи засоби розробки.

– можливість підтримки програмного забезпечення при подальшому використанні.

Як доповнення до перерахованого, можна вказати, що час розробки залежить від: підтримки обраним інструментарієм ОС, апаратної підтримки, необхідної для їх оптимального функціонування; наявності попереднього досвіду у розробників в використанні відповідних програмних засобів. Забезпечити мінімальний час розробки можна тільки при виконанні цих умов.

Виходячи з наведених вимог, виділимо наступні характеристики засобів розробки програмного забезпечення:

- Наявність досвіду розробки з використанням даного програмного продукту;
- Вимоги по ресурсах;
- Підтримка операційної системи;
- Наочність розробки інтерфейсу;
- Надані можливості роботи з базами даних;
- Доступність;
- Швидкість роботи розробленого програмного забезпечення;
- Обробка виключних ситуацій;
- Час створення розробленого програмного забезпечення;
- Зручність експлуатації.

Для вище перелічених засобів для розробки скористаємося методом варіантних обґрунтувань. Цей метод призначений для вибору найкращого варіанта з декількох запропонованих і складається з наступних етапів:

Визначення критеріїв, за якими буде зроблене порівняння і ступенем їх важливості.

Кожен варіант оцінюється за отриманим переліку критеріїв. Виходить чисельне значення - оцінка.

Знаходження загальної кількості балів для кожного з варіантів (можна враховувати важливість критеріїв).

Кращим вважається варіант, який набрав максимальну кількість балів.

Для вирішення поставленого завдання будемо використовувати перелік характеристик, наведений вище.

Для вирішення поставленого завдання будемо використовувати перелік характеристик, наведений вище.

Результати наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Таблиця порівнянь характеристик засобів розробки програмного забезпечення

Характеристика засобів розробки	Засіб розробки			
	Delphi	MV C++	Lazarus	GCC
Наявність досвіду розробки з використанням даного програмного продукту;	9	5	9	8
Вимоги по ресурсах;	8	6	7	8
Підтримка операційної системи;	5	5	10	10
Наочність розробки інтерфейсу;	8	8	8	6
Надані можливості роботи з базами даних;	8	4	8	8
Швидкість роботи розробленого програмного забезпечення;	7	6	8	7
Обробка виключних ситуацій;	8	8	8	8
Час створення розробленого програмного забезпечення;	9	7	9	7
Зручність експлуатації;	9	7	9	8
Ціна програмного забезпечення	4	4	10	10
Всього:	75	60	86	80

Висновок: У результаті виконаного аналізу інструментальних засобів виявили, що в якості засобу розробки мультимедійної конференц системи на основі сервера з множинним доступом буде використаний Lazarus та GCC, як найбільш оптимальні засоби розробки з точки зору розробника.

Використовуючи Lazarus та GCC можна створювати мультиплатформлені додатки з мінімальними витратами часу.

Free Pascal базується на розширенні мови Pascal - Object Pascal.

Інтегроване середовище розробки додатків - дозволяє створювати, компілювати, тестувати і редагувати проект або групу проектів в єдиному середовищі програмування;

Візуальна технологія розробки програм - дозволяє швидко створювати додатки шляхом розміщення в формі стандартних компонентів. При цьому відповідний код програми автоматично генерується середовищем розробки Lazarus. Така технологія звільняє розробника від рутинної роботи зі створення користувальницького інтерфейсу й дозволяє приділити більше уваги внутрішньої організації даних та обробці даних.

Технологія Two Ways Tools робить ефективнішою роботу з компонентами. При зміні програмного коду у вікні редактора Lazarus відповідним чином змінює і самі компоненти. З іншого боку, при зміні властивостей компонентів у інспектора редактора об'єктів (Object Inspector) вони негайно відображаються у вікні редактора коду.

Бібліотека компонентів містить безліч стандартних компонентів, які можна використовувати при створенні додатків.

GNU Compiler Collection (зазвичай, GCC) - набір компіляторів для різних мов програмування, розроблений в рамках проекту GNU. GCC є вільним програмним забезпеченням, розроблене Фондом вільного програмного забезпечення (FSF) на умовах GNU GPL та GNU LGPL, і є ключовим компонентом GNU toolchain. Це стандартний компілятор для вільних Unix-подібних

операційних систем, і в декількох пропрієтарних операційних системах, в тому числі Apple Mac OS X.

Спочатку називався GNU C Compiler, він підтримував тільки мова C. Пізніше, GCC був розширений для компіляції вихідних кодів на таких мовах програмування як C++, Objective-C, Java, Fortran.

## 2.5 Вибір звукового кодеку

Основними критеріями при обранні зву кого кодека були:

- Якість стиснення;
- Швидкість виконання стиснення у реальному часі;
- Адаптація до обробки мови;
- Безкоштовне використання;
- Широкий вибір бітрейту;
- Простота використання.

Всім цим якостям відповідає відносно молодий голосовий кодек Speex.

На відміну від багатьох інших кодеків мови, Speex в основному призначається не для стільникових телефонів, а для використання в Voice over IP (VoIP) і створення файлів із стисненим звуком. Speex оптимізовано для отримання високоякісного мовного сигналу при низьких бітрейтах. Для досягнення цієї мети кодек використовує змінний бітрейт і підтримує різні діапазони частот: Надширокий (англ. ultra-wideband, частота дискретизації 32 кГц), широкий (англ. wideband, 16 КГц) і вузький (англ. narrowband, якість телефонної лінії, 8 КГц ). Спрямованість на Voice over IP (VoIP) замість стільникового зв'язку означає, що Speex повинен бути стійкий до втрат пакетів даних, але не до пошкодження їх, так як UDP (протокол неподтверждаемой доставки повідомлень) надає інформацію лише двох видів - дані прибули непошкодженими або ж втрачені. Ця особливість визначає вибір для Speex техніки кодування Code Excited Linear Prediction (CELP). Основні характеристики кодека:

- Вільне та відкрите програмне забезпечення, не має патентних обмежень;
  - Інтеграція широко-і вузькосмугового каналу в одному потоці даних;
  - Динамічне перемикання бітрейта і змінний бітрейт (англ. Variable bit-rate, VBR);
  - Детектор мовної активності (англ. Voice Activity Detection, VAD, інтегрований з VBR);
  - Опція енкодера - інтенсивне стерео (англ. Intensity stereo);
- Використання Speex дозволяє досягти наступного результату:
- Малий розмір кадру і затримка алгоритму;
  - Декодування і стиснення має відбуватися в реальному часі з обмеженими ресурсами;
  - Ефект від втрати пакетів процесі передачі мінімізований;
  - Є можливість вибору бітрейта і налаштування якості передачі що забезпечує підтримку з'єднань з різною швидкістю передачі даних;
  - Широка смуга доступних бітрейтів (від 2 до 44 kbps kbps);
  - Динамічне перемикання бітрейта і змінний бітрейт (VBR);
  - Детектор голосової активності (VAD, інтегрований у VBR).
  -

## **2.6 Опис загальної структури мультимедійної конференц системи на основі сервера з множинним доступом.**

Функціональна схема системи мультимедійного конференц-зв'язку на основі сервера з множинним доступом представлена на рисунок 2.1.



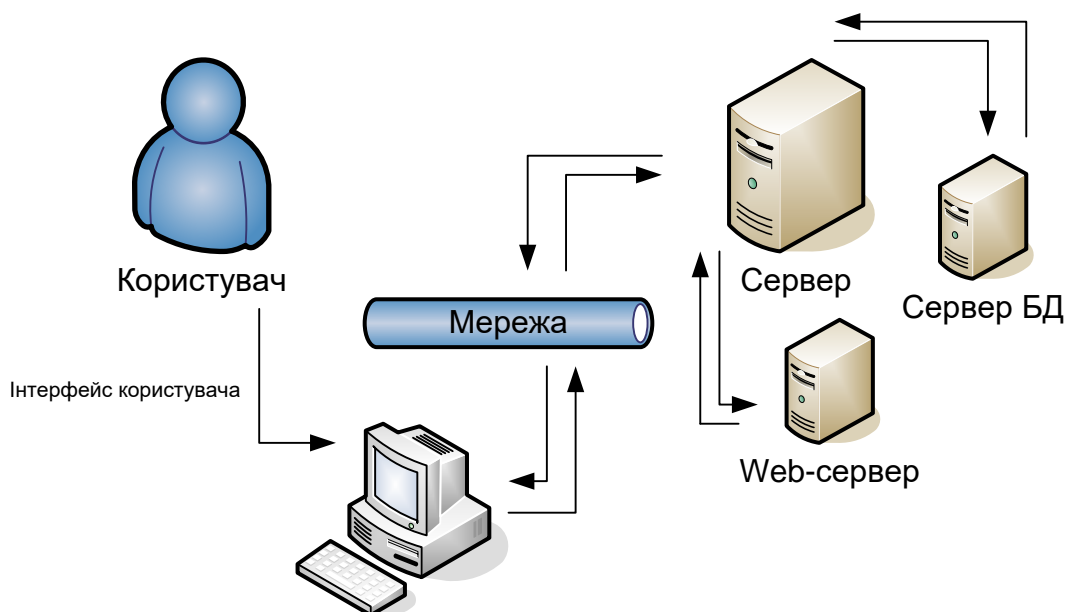


Рисунок 2.1 – Функціональна схема системи мультимедійного конференц-зв'язку

## 2.7 Опис програми

### 2.7.1 Опис інтерфейсу клієнської частини

Після запуску файлу Client.exe на виконання на моніторі з'являється форма авторизації на віддаленому сервері (рисунок 2.2):

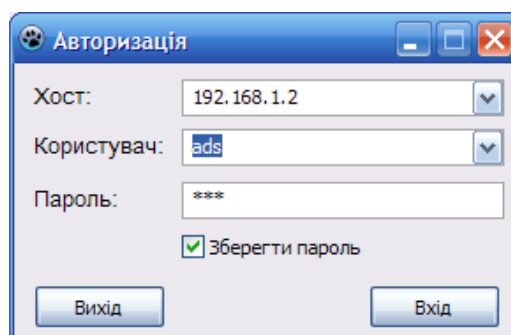


Рисунок 2.2 – Форма авторизації клієнта на віддаленому сервері

Для початку роботи з програмою, необхідно з'єднатися з сервером, для чого необхідно заповнити відповідні комірки на формі авторизації та клацнути по кнопці «Вхід». Якщо зеднання пройшло успішно то перед користувачем

відкриється головне вікно програми. Вразі помилки програма сповістить користувача відповідним повідомленням.

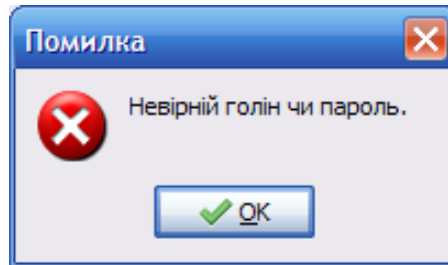


Рисунок 2.3 – Повідомлення про помилку при авторизації

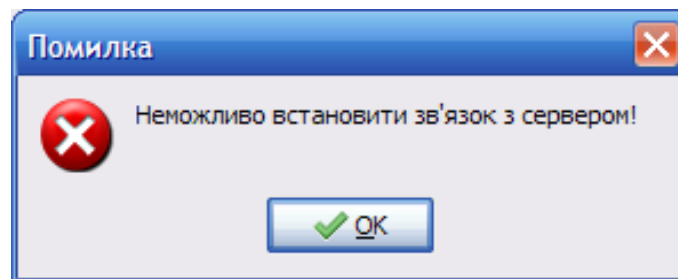


Рисунок 2.4 – Повідомлення про помилку у разі відсутності сервера

Уразі успішного зеднання перед користувачем з'явиться головне вікно програми (рисунок 2.5).

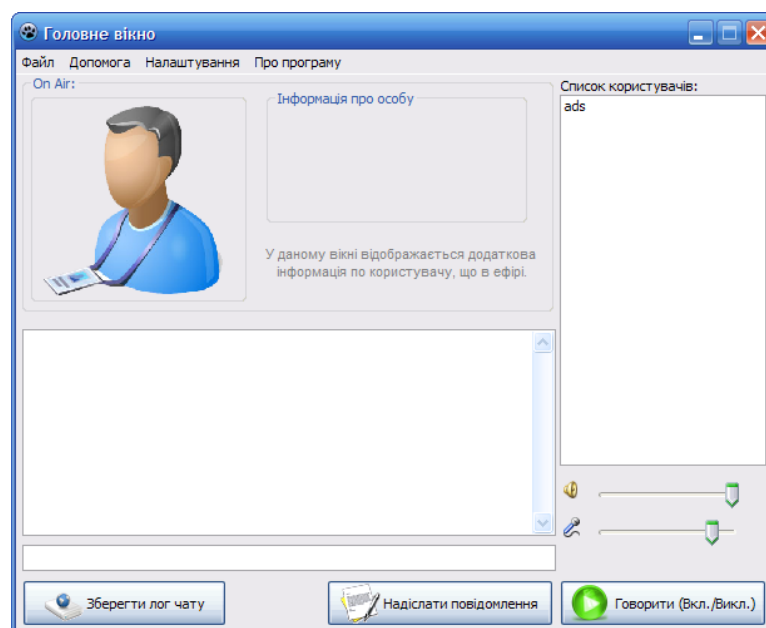
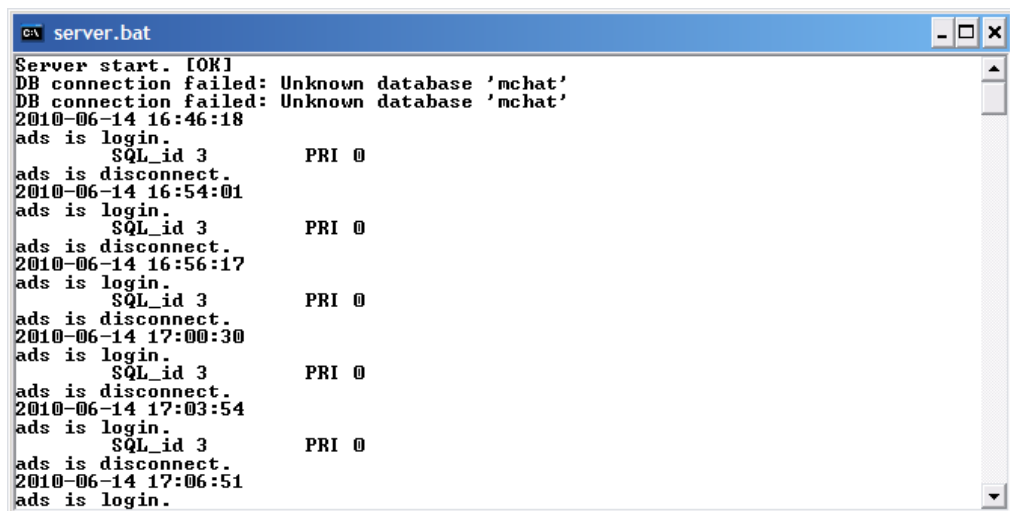


Рисунок 2.5 – Головне вікно програми

Дане діалогове вікно має поле для вводу повідомлень, вікно відображення текстових повідомлень, список користувачів котрі знаходяться в онлайн, кнопки управління. Значну частину форми займає вікно для відображення інформації по особі яка знаходиться на даний час в ефірі.

### 2.7.2 Опис інтерфейсу серверної частини

Інтерфес серверу складається з двох основних інтерфейсів це консоль(рисунок 2.6) сервера яка відображається після запуску сервера та панель управління сервером.



```
server.bat
Server start. [OK]
DB connection failed: Unknown database 'mchat'
DB connection failed: Unknown database 'mchat'
2010-06-14 16:46:18
ads is login.
      SQL_id 3          PRI 0
ads is disconnect.
2010-06-14 16:54:01
ads is login.
      SQL_id 3          PRI 0
ads is disconnect.
2010-06-14 16:56:17
ads is login.
      SQL_id 3          PRI 0
ads is disconnect.
2010-06-14 17:00:30
ads is login.
      SQL_id 3          PRI 0
ads is disconnect.
2010-06-14 17:03:54
ads is login.
      SQL_id 3          PRI 0
ads is disconnect.
2010-06-14 17:06:51
ads is login.
```

Рисунок 2.6 – Консоль сервера

Для запуску панелі управління необхідно відкрити браузер і через адресу серверу завантажити сторінку керування сервером. Для початку роботи с панелю управління необхідно пройти авторизацію.

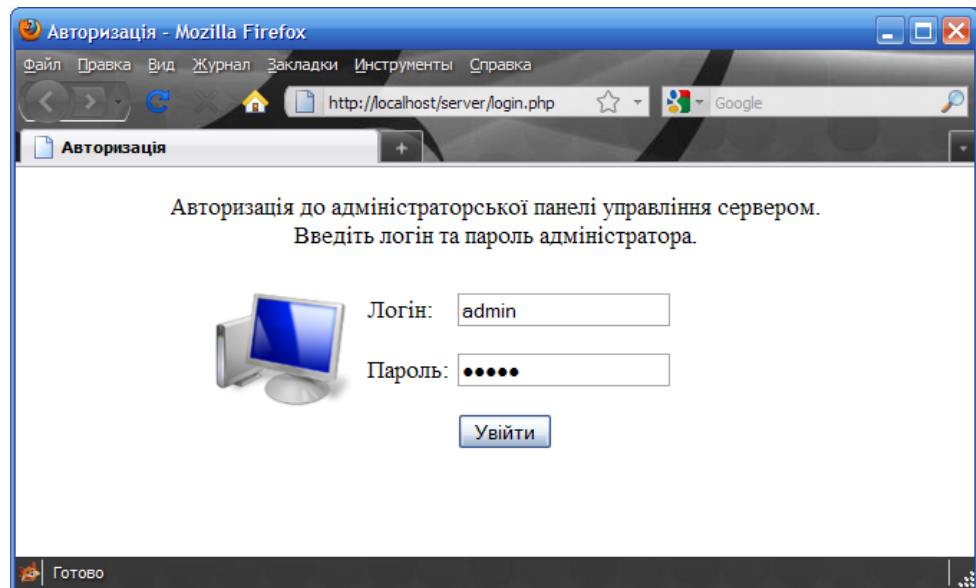


Рисунок 2.7 – Авторизація до панелі управління сервером

Після успішної авторизації відкриється головна сторінка панелі управління.

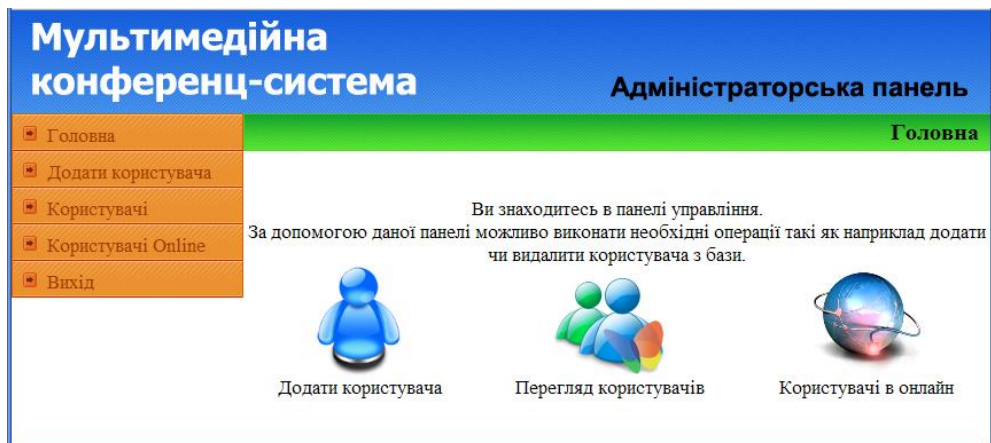


Рисунок 2.8 – Головна сторінка панелі керування сервером

Зданої сторінки можливо перейти на сторінки де можна додати, переглянути користувачів, переглянути користувачів в он-лайн.


<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Головна</li> <li>▣ Додати користувача</li> <li>▣ Користувачі</li> <li>▣ Користувачі Online</li> <li>▣ Вихід</li> </ul>	Додати користувача
 <p>Щоб додати користувача в базу системи, необхідно заповнити форму яка знаходиться на даній сторінці.</p>	
<p>Логін: <input type="text"/></p> <p>Пароль: <input type="password"/></p> <p>Ім'я: <input type="text"/></p> <p>Прізвище: <input type="text"/></p> <p>По батькові: <input type="text"/></p> <p>Пріоритет: <input type="text" value="0"/></p> <p>Фото: <input type="text"/> <input type="button" value="Обзор..."/></p> <p>Посада: <input type="text" value="Рядовий працівник"/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Додати"/></p>	

Рисунок 2.9 – Сторінка – додати користувача


<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Головна</li> <li>▣ Додати користувача</li> <li>▣ Користувачі</li> <li>▣ Користувачі Online</li> <li>▣ Вихід</li> </ul>	Перегляд та редагування користувачів
 <p>Сторінка для перегляду та редагування користувачів системи.</p>	
	<p>Логін: <b>ads</b></p> <p>Пароль: <b>ads</b></p> <p>Пр: <b>0</b></p> <p>Ім'я: <b>Павло</b> <a href="#">Редагувати</a></p> <p>Прізвище: <b>Громовий</b> <a href="#">Видалити</a></p> <p>По батькові: <b>Юрієвич</b></p> <p>Посада: <b>Рядовий працівник</b></p>
	<p>Логін: <b>ads2</b></p> <p>Пароль: <b>ads2</b></p> <p>Пр: <b>1</b></p> <p>Ім'я: <b>Павло</b> <a href="#">Редагувати</a></p> <p>Прізвище: <b>Громовий</b> <a href="#">Видалити</a></p> <p>По батькові: <b>Юрієвич</b></p> <p>Посада: <b>Рядовий працівник</b></p>

Рисунок 2.10 – Сторінка – перегляд користувачів


Мультимедійна конференц-система		Адміністраторська панель					
<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Головна</li> <li>▣ Додати користувача</li> <li>▣ Користувачі</li> <li>▣ Користувачі Online</li> <li>▣ Вихід</li> </ul>	Редагування персональних даних користувача						
 <p>Сторінка для перегляду користувачів в онлайн.</p>							
	Логін	Пр.	Ім'я	Прізвище	По батькові	Посада	Вже в онлайн
	ads	0	Павло	Громовий	Юрієвич	Рядовий працівник	00:43:37

Рисунок 2.11 – Сторінка – користувачі онлайн

## РОЗДІЛ 3

### ВИПРОБУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

Надійність програмного забезпечення (ПЗ) є ймовірність його роботи без відмов протягом певного періоду часу, розрахована з урахуванням вартості для користувача кожного відмови. Надійність програмного забезпечення як визначальний елемент його якості закладається на етапі розробки і проектування, реалізується на етапі реалізації ПЗ. Вибір критеріїв, якими має визначатися надійність ПЗ, відшукування оптимальної по відношенню до цих критеріїв його структури, вибір режиму роботи ПЗ - ось далеко не повний перелік тих проблем, які повинні бути вирішені на етапі створення та реалізації програмного забезпечення до його експлуатації. Тому для забезпечення надійності ПЗ часто використовують такі терміни, як доказ, тестування, налагодження, контроль та випробування, які часто використовуються як синоніми, тому наведемо ці визначення:

– Тестування (testing) - процес виконання програми або частини програми, з наміром або метою знайти помилки;

– Доказ (proof) - спроба знайти помилки в програмі безвідносно до зовнішньої для програми середовищі. Більшість методів доказу припускає формулювання тверджень про поведінку програми і потім висновок і доказ математичних теорем про правильність програми.

– Контроль (verification) - спроба знайти помилки в тестовій, або моделюється середовищі;

– Випробування (validation) - спроба знайти помилки, виконуючи програму в заданій реальному середовищі;

– Атестація (certification) - авторитетне підтвердження правильності програми. Під час тестування з метою атестації виконується порівняння з деякими заздалегідь визначеним стандартом;

– Налагодження (debugging) не є різновидом тестування. Хоча "налагодження" і "тестування" часто використовуються як синоніми, під ними маються на увазі різні види діяльності. Тестування - діяльність, спрямована на виявлення помилок; налагодження спрямована на встановлення точної природи відомої помилки.

### **3.1 Довідкові документи**

Випробування програмного продукту виробляються з використанням наступної довідкової літератури:

1 ГОСТ Р28195-89 Оцінка якості програмних засобів.

2 ISO/IEC 9126: 1991 Information Technology Software Product Quality Characteristics.

3 Стандарти розробки ПЗ ESA PSS-05-0-1991.

### **3.2 Короткий огляд верифікації**

Верифікація позначає:

– дію з перевірки, інспекції, тестування, контролю процесів, визначених вимогами ANSI -78

– процес визначення: чи задовольняє продукт даній фазі ЖЦ ПЗ вимогам, сформульованим протягом попередніх фаз;

– формальний доказ коректності програми.

– верифікація необхідна для забезпечення якісних характеристик продукту.

– Ряд визначень, наведений нижче, охоплює другу сторону тестування: типи помилок, які передбачається виявити, і стандарти, з якими зіставляються тестовані програми.

Тестування модуля або автономне тестування - контроль окремого програмного модуля, звичайно в ізольованому середовищі (тобто ізольовано від усіх інших модулів). Тестування модуля іноді також включає математичне доказ.

Тестування сполучень - контроль сполучень між частинами системи (модулями, компонентами підсистемами).

Комплексне тестування - контроль випробування системи по відношенню до вихідних цілям. Комплексне тестування є процесом контролю, якщо воно виконується в моделюється середовищі, і процесом випробування, якщо виконується в середовищі реальної, життєвої.

Тестування прийнятності - перевірка відповідності програми вимогам користувача.

### **3.3 Процеси верифікації.**

Верифікацію, тестування та випробування розроблюваної системи будемо проводити у відповідності зі стандартами ES-PSS-05.

Процес верифікації включає в себе:

технічні перевірки, наскрізні контролю та інспекції програмного забезпечення;

– перевірки того, що вимоги до програмного забезпечення відповідають вимогам замовника;

– перевірки того, що вимоги до проекту, є відповідними вимогам програмного забезпечення;

– автономне тестування;

– системне тестування;

– приймальне тестування;

– ревізії.

Виходячи з вище викладеного, були проведені тестові випробування програмного продукту.



### **3.3.1 Скрізний контроль**

Ефективний прийом оцінки детальних зовнішніх специфікацій - підготувати тести і потім скористатися детальними зовнішніми специфікаціями для імітації поведінки системи. Цей процес часто називають скрізним контролем або дослідженням.

Для перевірки окремих зовнішніх функцій повинні бути виконані наступні дії. Хтось (не автор специфікацій) повинен спочатку побудувати "тести на папері" для цієї функції, тобто список конкретних вхідних даних (допустимі і недопустимі). Разом з автором специфікацій потім імітують введення цих даних у систему, використовуючи специфікації як опис поведінки системи. Якщо виявляється, що технічні характеристики містять вихідні дані або перетворення для якогось набору вхідних даних недостатньо повно і правильно, це означає, що виявлена помилка.

Важливо відзначити, що мета всякого такого сеансу наскрізного контролю - виявити помилки, але не виправляти їх відразу.

Використовуючи цей прийом тестування, були протестовані запити здійснюються до бази даних (БД) створеної системи. Для цього на вхід подавалися різні запити до БД.

У результаті проведення тесту було зафіксовано, що коректні запити обробляються БД згідно передбачуваного результату, час обробки запиту відповідає зазначеному не більше 3 секунд при мінімальній конфігурації. При спробі здійснити некоректний запит до БД не завжди видаються повідомлення про помилки, або не зазначено які дії необхідно зробити для правильної роботи системи.

### **3.3.2 Трасування вимог до програмного забезпечення і вимог користувача**

Для здійснення перевірки вимог до програмного забезпечення та вимог користувача на повноту (пошук всіх пропущених вимог), тобто задоволення всіх

вимог користувача в програмному продукті, і відсутності неоднозначності застосовується матриця трасування.

Відповідність вимог перевірялося на ранніх стадіях програмного продукту. Використовуючи матрицю трасування було встановлено повна відповідність між вимогами користувачів та вимогами до програмного забезпечення, неоднозначності у вимогах виявлені не були.

### **3.3.3 Тестування зовнішніх функцій**

Мета тесту зовнішньої функції - знайти розбіжності між програмою і її зовнішніми специфікаціями. Необхідною умовою успішного тестування функцій є наявність чітких і точних зовнішніх специфікацій. Якщо зовнішні специфікації неповні або неоднозначні, результати тестування не можуть не бути такими ж.

Зовнішні специфікації звичайно розбиваються на окремі зовнішні функції (наприклад, за типом вхідних повідомлень або команд користувача), і після ретельного вивчення кожної функції будуються тести. Тести повинні будуватися для всіх вхідних умов і варіантів, а також на межах всіх областей допустимих значень на вході і області зміни на виході. Тести повинні також перевіряти поведінку програми у функціональних кордонів і у випадках і у випадках введення неприпустимих або непередбачуваних даних. Розглянемо методологію проектування тестів, засновану на функціональних діаграмах (cause-effect graphing).

Тестування функцій - процес контролю, оскільки воно зазвичай виконується в моделюється середовищі (на противагу обстановці реальної). Іншими словами, тестування функцій зазвичай виконується для компонент системи перш, ніж вона буде зібрана воедино. Наприклад, можуть бути недоступні певні пристрої введення-виведення, внаслідок чого буде потрібно написати спеціальні програми для імітації їх роботи, можуть бути відсутніми або бути неповними окремі компоненти програмного забезпечення, що також вимагатиме імітації або застосування допоміжних програм.

Метод функціональних діаграм, пропонує спосіб переказу специфікацій, написаних природною мовою, на мову формальний. Це сприяє проектуванню високорезультативних тестів, що не страждають надлишковістю, і що виявляють випадки неповноти й неоднозначності у вхідних специфікаціях. Метод передбачає аналіз семантичного змісту зовнішніх специфікацій і переведення їх на мову логічних відносин між вхідними даними (ситуаціями) і вихідними даними та перетвореннями (ефектами), представлених у вигляді логічної діаграми ("і-або"-графа), званої функціональної діаграмою.

Діаграма забезпечується примітками у вигляді синтаксичних правил і обмежень зовнішнього середовища і потім перетворюється в таблицю рішень з обмеженим входом. Кожен стовпець таблиці відповідає майбутнього тесту.

Послідовність застосування методу:

Перший крок: розбити зовнішні специфікації на окремі функції, комбінаторні властивості яких і повинні тестуватися;

Другий крок: проаналізувати специфікації в пошуках усіх явних і неявних ситуацій (умови на вході) та ефектів (дії на виході). Найкраще робити це, підкреслюючи кожну ситуацію і кожен ефект, у міру того як вони зустрічаються при читанні специфікацій. Всі ситуації і ефекти нумеруються довільним чином.

Третій крок: намалювати функціональну діаграму. Ситуації зображуються у вигляді вершин на лівому краю аркуша паперу, а ефекти - на правому.

Четвертий крок: перетворити діаграму в таблицю рішень з обмеженим виходом. Для цього потрібно вибрати деякий ефект і записати всі комбінації ситуацій, які його викликають, потім виписати також стану всіх інших ефектів при цих комбінаціях ситуацій.

### **3.3.4 Тестування модуля**

Метою тестування модуля є знаходження невідповідності між логікою і сполученнями модуля, з одного боку, і його зовнішніми специфікаціями (описом

функцій, вхідних і вихідних даних, зовнішніх ефектів), з іншого боку. Процес проектування тестів для модуля складається з наступних чотирьох кроків:

Керуючись зовнішніми специфікаціями модуля, були підготовлені тести для кожної ситуації і кожної можливості, для кожної межі областей допустимих значень всіх вхідних даних, областей зміни даних, для всіх неприпустимих умов.

Був перевірений текст програми, щоб переконатися, що всі умовні переходи були виконані в кожному напрямку. (Текст програми визначався з використанням створеного логічного аналізатора).

Для циклів модулів були проведені тести, відповідні шляхи без виконання тіла циклів, з його однократним виконанням і максимальним числом повторень.

Був перевірений текст програми на її чутливість до окремих особливим значенням вхідних даних і були додані відповідні тести.

Слід зазначити, що компіляцію модуля також можна розглядати як частину процесу тестування, оскільки компілятор виявляє більшість синтаксичних помилок, а також деякі семантичні та логічні помилки.

В результаті реалізації даного типу тестування було зафіксовано, що всі умовні переходи виконуються в кожному напрямку, не відбувається "зациклення" в модулі при граничних значеннях індексів циклів, також як і не виявлено збоїв в роботі модуля при невиконанні тіла будь-якого з циклів, система реагує на граничні значення хто водиться даних коректно.

### **3.3.5 Комплексне тестування**

Комплексне тестування - процес пошуків невідповідності системи її вихідним цілям . Це найбільш творчий з усіх видів тестування. Воно складається з наступних кроків:

– Тестування стресів. Поширений недолік великих систем у тому, що вони функціонують як ніби нормально при слабкій або помірній навантаженні, але виходять з ладу при великому навантаженні і в стресових ситуаціях реального середовища. Тестування стресів представляє спроби піддати систему крайнього

"тиску". Для проведення тестів здійснювалося велику кількість запитів до БД (200 запитів). В результаті тесту не було зафіксовано ніяких відхилень у роботі програми, але було відзначено певне уповільнення роботи БД із запитами.

– Тестування обсягу. У той час як при тестуванні стресів робиться спроба піддати систему серйозним навантаженням у короткий інтервал часу, тестування обсягу являє собою спробу пред'явити системі великі обсяги даних (максимальний об'єм бази даних) протягом більш тривалого часу. Для проведення тестів створювалася БД якомога більших розмірів, створювалися черги документів, використовувалися граничні значення числових форматів. В результаті тесту також не було зафіксовано відхилень у роботі програми, обробка запитів БД здійснювалася з незначним уповільненням.

– Тестування конфігурації. Багато систем забезпечують роботу різних конфігурацій апаратури і ПЗ. Число таких конфігурацій часто занадто великий, але необхідно перевірити хоча б максимальну і мінімальну конфігурації. Система була перевірена з усіма апаратними пристроями, з якими вона може здійснювати роботу (гнучкі накопичувачі даних, принтери). При роботі з різними типами накопичувачів даних (НЖМД) не було виявлено помилок.

– Тестування захисту. Так як увага до питань збереження секретності в сьогодишньому автоматизованому суспільстві зростає, до більшості систем пред'являються певні вимоги щодо забезпечення захисту від несанкціонованого доступу. Мета тестування захисту - порушити секретність в системі. У результаті проведення тесту було зафіксовано, що користувач не має доступу до системи проникнути в неї не може.

– Тестування продуктивності. Вимоги до продуктивності та ефективності (час відповіді для різних навантажень і різних конфігурацій) - важлива частина проєктів систем. У порівнянні з іншими типами комплексного тестування системи про тестування продуктивності відомо дуже багато, цій проблемі присвячена монографія.

Для проведення даного тесту були використані персональні комп'ютери різної конфігурації. У результаті проведення тесту була зафіксована коректна роботи системи.

### **3.3.6 Висновки по тестуванню системи мультимедійного конференц-зв'язку**

На підставі проведення вищеперелічених тестів можна зробити висновок, що:

- Створена система виконує всі функції, зазначені в постановці задачі.
- При аварійному відключенні зберігає максимально можливу кількість даних.
- Система здатна працювати на компютері різноманітною конфігурацією, в тому числі і мінімальної.
- Система відповідає поставленим вимогам щодо захисту від несанкціонованого доступу.
- Система коректно здійснює свою роботу при роботі з великими обсягами даних і при великій кількості запитів.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У рамках дипломної магістерської роботи був розроблений програмно-апаратний комплекс мультимедійного конференц-зв'язку на основі сервера з множинним доступом, який повинен забезпечити комунікаційний канал зв'язку на підприємстві.

У результаті виконаної розробки можна зробити наступні висновки:

1 При розробці системи був пройдений повний цикл проектування програми від постановки задачі до введення програмно-апаратного комплексу в експлуатацію.

2 Запропонований програмно-апаратний комплекс дозволяє досягти наступних ефектів:

- Використання вже наявних каналів зв'язку;
- Зменшення часу на отримку нової інформації в колектив підприємства;
- Зменшити затрати на розробку;
- Прискорення впровадження на підприємстві.

3 Доцільність розробки обумовлюється наявністю вільного сегмента ринку для реалізації розробленої системи. Для цього були проведені необхідні дослідження наявних аналогів розробки.

4 Виходячи з вхідних даних на роботу, була обрана відповідна конфігурація сервера, операційна система, необхідне програмне забезпечення і відповідні об'єктно-орієнтовані мови програмування.

5 Заявлена в постановці задачі функціональність була повністю реалізована.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Аннабел З. Додд. Мир телекоммуникаций. Обзор технологий и отрасли. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2002. – 400с.
- 2 Гради Буч Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений. М.: Вильямс 2010. – 720с.
- 3 Дейтел Х., Дейтел П. Как программировать на С++: Пер. с англ. – М.: ЗАО "Издательство БИНОМ", 1998. – 1024с.
- 4 Джамса К. Учимся программировать на языке С++: Пер. с англ. – Москва: Мир, 1997. – 320с.
- 5 Дженнингс Ф. Практическая передача данных: Модемы, сети и протоколы/Перев. с англ. – М.:Мир, 1989.– 272с.
- 6 Дни науки. – М.:Наука и образование, 2010 – 408с.
- 7 Дуглас Э. Камер. Сети TCP/IP. Том 1. Принципы, протоколы и структура. – Вильямс, 2003. – 680с.
- 8 Крейг Хант. Персональные компьютеры в сетях TCP/IP/Перев. с англ. – М.:ВНУ-Киев, 1997. – 510с.
- 9 Куинн Л., Рассел Р. Fast Ethernet. – М.:ВНУ-Киев, 1998. – 448с.
- 10 Луиза Тамре Введение в тестирование программного обеспечения. – М.: Вильямс 2003. – 368с.
- 11 Марк Спортак, Френк Паппас и др. Компьютерные сети и сетевые технологии. – М.:ТИД «ДС», 2004. – 720с.
- 12 Олег Гордеев Программирование звука в Windows. – М.:С-П. 2000. – 257с.
- 13 Оливер Ибе. Сети и удаленный доступ. Протоколы, проблемы, решения. – М.:ДМК Пресс, 2002. – 540с.
- 14 Рихтер Джеффри Windows для профессионалов.– М.:С-П. Русская редакция 1995. – 365с.



- 15 Скляр В.А. Язык С++ и объектно-ориентированное программирование: Справочное издание. – Минск: Высшая школа, 1997. – 480с.
- 16 Стивен Браун. Виртуальные частные сети. – М.:Лори, 2001. – 504с.
- 17 Столлингс В. Передача данных, 4-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 784с.
- 18 Столлингс В. Современные компьютерные сети, 2-е изд.. – СПб.: Питер, 2003. – 783с.
- 19 Сэвитч У. С++ в примерах: Пер. с англ. - Москва: ЭКОМ, 1997. – 736с.
- 20 Т. Сван. Освоение Borland С++ 4.5: Пер. с англ. – М.:Киев: Диалектика, 1996. – 544с.
- 21 Таненбаум Э. Компьютерные сети, 4-е изд.. – СПб.: Питер, 2010. – 992с.
- 22 Фейт Сидни. TCP/IP. Архитектура, протоколы, реализация. – М.:Лори, 2000. – 424с.
- 23 Халсалл Фред Передача данных, сети компьютеров и взаимосвязь открытых систем. – М.:Радио и связь, 1995. – 408с.
- 24 Шилдт Г. Самоучитель С++: Пер. с англ. – Санкт-Петербург.: ВHV-Санкт-Петербург, 1998. – 620с.
- 25 Шринивас Вегешна. Качество обслуживания в сетях IP. – М.:Вильямс, 2003.– 368с.