

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**

Пояснювальна записка

до бакалаврської роботи

на тему: **“ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ
IP-ТЕЛЕФОНІЇ”**

Виконав: студент 4 курсу, групи ТСД-41
спеціальності

172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

Чичерін Е. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Варфоломєєва О.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(прізвище та ініціали)

Київ – 2021

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра Телекомунікаційних систем та мереж

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТСМ

В.Ф. Заїка

“

2021

”

року

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Чичерін Ернест Сергійович

1. Тема роботи: “**Загальні принципи управління якістю IP-телефонії**”, керівник роботи Варфоломеєва Оксана Григорівна, к.т.н., доцент, затверджені наказом вищого навчального закладу від __.__.2021 р. № ____

2. Строк подання студентом роботи __.__.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Структура протоколу ТСП/IP.
2. Міжнародні стандарти ТСП.
3. Науково-технічна література.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Принцип побудови пакетних мереж.
2. Структура стека ТСП/IP.
3. Маршрутизація в мережах ТСП/IP.
4. Дата видачі завдання _____ р.
5. Графічна частина роботи представлена на 10 слайдах презентації

РЕФЕРАТ

Текстова частина бакалаврської роботи: 48 сторінок, 14 рисунків, 11 джерел.

Об'єкт дослідження – IP-телефонія, її якості та управління ними

Предмет дослідження – системи керування телекомунікаційними мережами.

Мета роботи – дослідити методи управління якістю IP-телефонії.

Методи роботи – аналіз матеріалів та літератури взятої з мережі Інтернет.

В даній роботі будуть розглянуті IP-телефонія та процеси управління її якістю, управління мережею зв'язку, технології Smart TMN та TMN, підсистеми управління мережами та їх характеристики. За основу роботи беремо процеси, що впливають на якість зв'язку. Під час виконання роботи проводимо комплексну оцінку IP-телефонії, Проаналізуємо IP-телефонію на базі протоколів RTP, RTCP і RSVP. Також проводимо розрахунки для мінімальної пропускної спроможності.

TMN, QOS, ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, КЕРУВАННЯ ТРАФІКОМ, АТС, ДЖИТЕР, VOIP, IP, КОДЕК, DIFFSERV, SLA, RSVP, RTP, RTCP

ЗМІСТ

<u>ВСТУП</u>	8
<u>1.ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА ЗАВДАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ</u>	9
<u>1.1 Принципи побудови системи керування мережами зв'язку</u>	9
<u>1.2 Підсистеми керування і їх характеристики</u>	13
<u>1.3 Основні положення концепції TMN</u>	15
<u>1.4 Область застосування TMN</u>	15
<u>1.5 Технологія SMART TMN</u>	17
<u>2. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНОЇ ТЕЛЕФОНІЇ ТА МЕРЕЖІ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ</u>	18
<u>2.1 Передумови виникнення сервісу ІР-телефонії</u>	18
<u>2.2 Стандарти ІР-телефонії</u>	20
<u>2.3 Переваги використання сервісу ІР-телефонії</u>	24
<u>2.4 Недоліки використання ІР-телефонії порівняно з традиційною телефонією</u>	25
<u>3.ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ</u>	26
<u>3.1 Показники якості ІР-телефонії</u>	26
<u>3.2 Вплив мережі на показники якості ІР-телефонії</u>	27
<u>3.3 Процедури обробки мови ІР-телефонії</u>	32
<u>3.5 Методи забезпечення якості ІР-телефонії</u>	39
<u>3.6 Розрахунок мінімальної пропускної спроможності</u>	44
<u>ВИСНОВКИ</u>	47
<u>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</u>	48

ВСТУП

Наразі важливим фактором життя є технології передачі даних в мережі. Інформація стала стратегічно важливим фактором від якого часто залежать успішність бізнесу. Данні, що передаються мають не лише дійти до отримувача інформації цілими, але й зробити це швидко. Завдяки безперебійній системі управління потрібно забезпечити якість та надійність передачі інформації. IP-телефонія стала популярним видом обміну інформації. У наш час це особливо актуально для працівників, що працюють дистанційно. Для IP-телефонії необхідно забезпечити високий рівень надійності сервісу керування, щоб забезпечити якісний зв'язок.

Для ефективного керування IP-телефонією необхідні сумісні обладнання та програмне забезпечення у мережі. Ці фактори впливають на розвиток управління якості зв'язку. Показники якості та автоматизація керування є важливими питаннями для надання послуг IP-телефонії.

У своїй роботі я визначаю фактори, що впливають на якість зв'язку, перебої у з'єднанні затримки між абонентами та способи позбутись їх. Також я розглянув методи покращення систем керування та контролю якості IP-телефонії.

1. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА ЗАВДАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

1.1 Принципи побудови системи керування мережами зв'язку

Для передачі повідомлень мережі телекомунікаційного зв'язку використовують електричні сигнали. Для реалізації послуг зв'язку потрібно забезпечити роботу служб, для надійної роботи системи та мережі зв'язку. Системи нумерації, тарифікації, технічної експлуатації є одними з небагатьох прикладів таких систем. За видами мережі зв'язку (первинна, вторинна) визначають які системи будуть використовуватись. Визначені системи утворюють та підтримують потрібний рівень показників, що буде задовольняти вимогам споживачів. Системи керування – це система, що об'єднує попередні поняття та взаємодіє з мережею через певні інтерфейси.

Вище зазначені інтерфейси - це пристрої, що узгоджують між собою системи: системи технічної експлуатації, мережі зв'язку та системи технічних засобів керування. Мережа зв'язку включає у себе систему керування та об'єкт керування. Зовнішні фактори можуть впливати на мережу зв'язку та пов'язуються потоками даних. Процес управління інформаційними системами показаний на рис. 1.1.

Система керування – це сукупність засобів контролю та технічного обслуговування в межах норм, від якого залежить підтримка мережі оператора.

АСУД – автоматизована система управління діяльністю, що призначена для ефективного використання ресурсів та надання послуг на велику кількість пристроїв.

Основні принципи організації управління мережами зв'язку:

- Принцип максимальної автоматизації процесів управління і модернізація технологій обробки інформації;
- Принцип централізації управління із можливістю децентралізації функцій управління при необхідності;
- Принцип створення гнучкої архітектури на, що надає можливість розширення функцій управління;

- Принцип вбудованого підходу до вирішення задач управління мережами телекомунікацій;
- Принцип стандартизації з технічного, інформаційного і програмно-алгоритмічного забезпечення на базі Рекомендацій ІТУ-Т та інших міжнародних і галузевих стандартів.

Функціональна модель систем управління реалізується завдяки взаємодії відкритих систем, концепціях TMN та Smart TMN.

Існує 2 рівні управління послугами оператора:

перший – це супровід абонентів, другий – підтримка та покращення послуг.

Загальні процеси управління оператора показана на рис. 1.1.

До процесів належать : розвитку мережі і послуг, реалізації послуг, експлуатації мережі – відображають в основному реальні процеси управління оператора телекомунікацій.

Надання послуг з високою якістю та повна або часткова автоматизація процесів є метою кожної АСУД, а побудова різних потоків надання послуг є основним завданням.

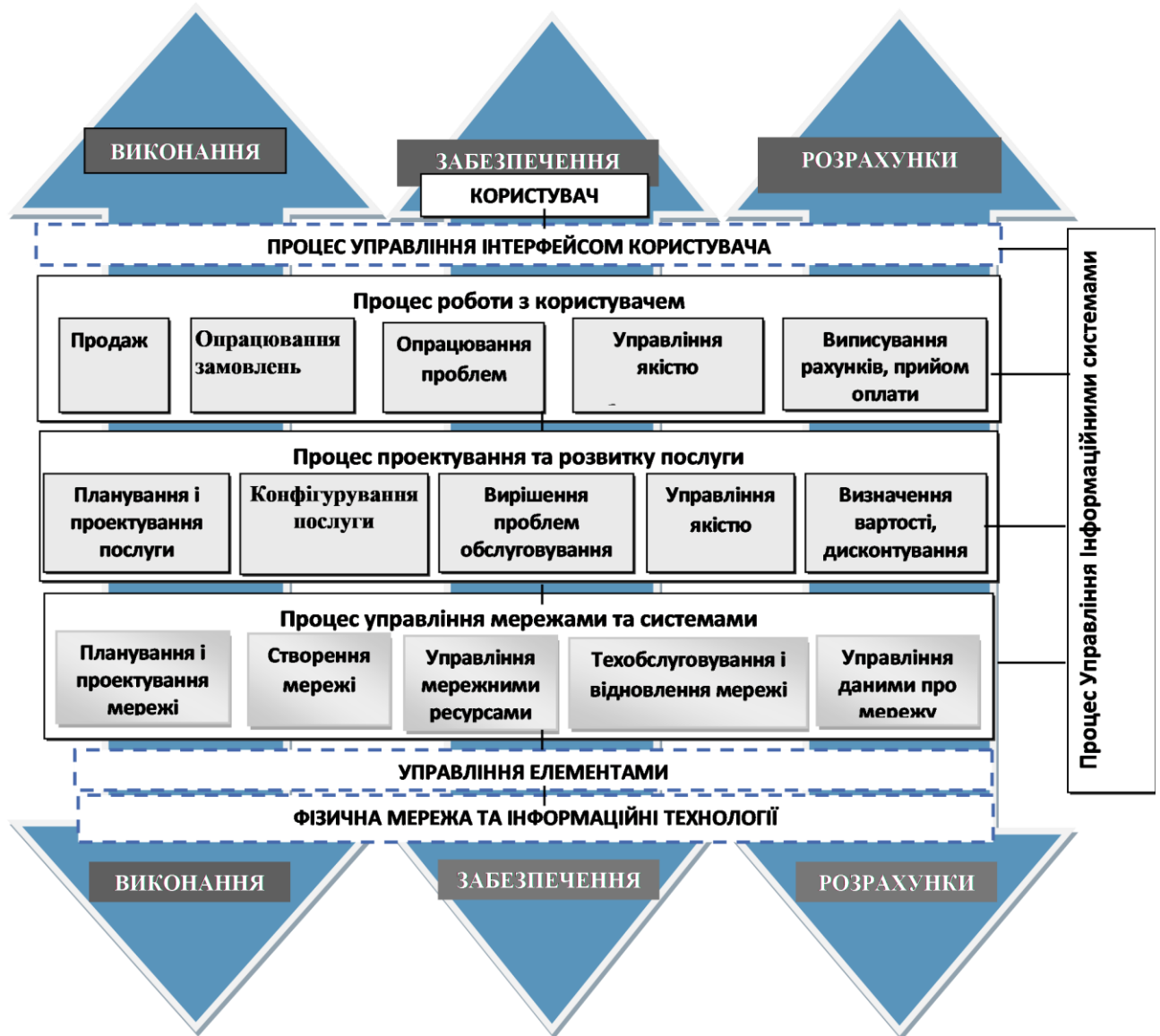


Рис. 1.1. Процеси управління інформаційними системами

В мережевому зв'язку роль керування закладається у розвитку та вдосконаленні мереж. Систему технічної експлуатації розуміють, як складову системи керування, що забезпечує виконання команд, наданих системою керування і повідомляє про їх виконання. Дві основні частини системи керування це: системи прийняття та виконання рішень. Система прийняття - це операційна системи. А система виконання – це система, яка виконує аналіз даних.

Необхідний мінімум рівнів ієрархії включає в себе:

- нижній рівень, який здійснює взаємодію з елементами мережі і контроль над ними;

- верхній рівень - це центр керування сервісами та мережею.

Необхідний мінімум структур системи керування мережею державного значення включає такі рівні:

- центр керування елементами на нижньому рівні ієрархії

- центр керування мережею і сервісами оператора зв'язку на верхньому рівні ієрархії

- вузловий центр керування, який здійснює керування на частини виділеної території територіального центру керування в безпосередній взаємодії з ним.

- територіальний центр керування, який здійснює функції по управлінню мережею та сервісами зв'язку в зоні, визначеній адміністрацією зв'язку;

Метою створення мережі керування зв'язком являються:

- підвищення пропускної здатності мережі

- підвищення якості

- збільшення номенклатури послуг

- створення умов для інтеграції національних мереж зв'язку у всесвітню інфраструктуру;

- зниження збитків від простоїв ресурсів мережі при своєчасному і точному діагностуванні відмов

- підвищення рівня автоматизації операцій керування, централізації кваліфікованого персоналу

- зниження експлуатаційних витрат

Підвищення пропускної здатності мережі може бути реалізовано впровадженням керування первинної і вторинної мережами зв'язку.

Основними завданнями системи керування мережами зв'язку на протязі всього життєвого циклу мереж є:

- введення в експлуатацію мереж (створення баз даних, монтаж та встановлення обладнання, пуско-налагоджувальні роботи);
- здійснення процесу експлуатації (технічне обслуговування, відновлення зв'язків, керування трафіком і сервісами, контроль якості, розрахунки зі споживачами);
- розвиток мереж (планування, прогнозування трафіку, модернізація та реконструкція мереж).

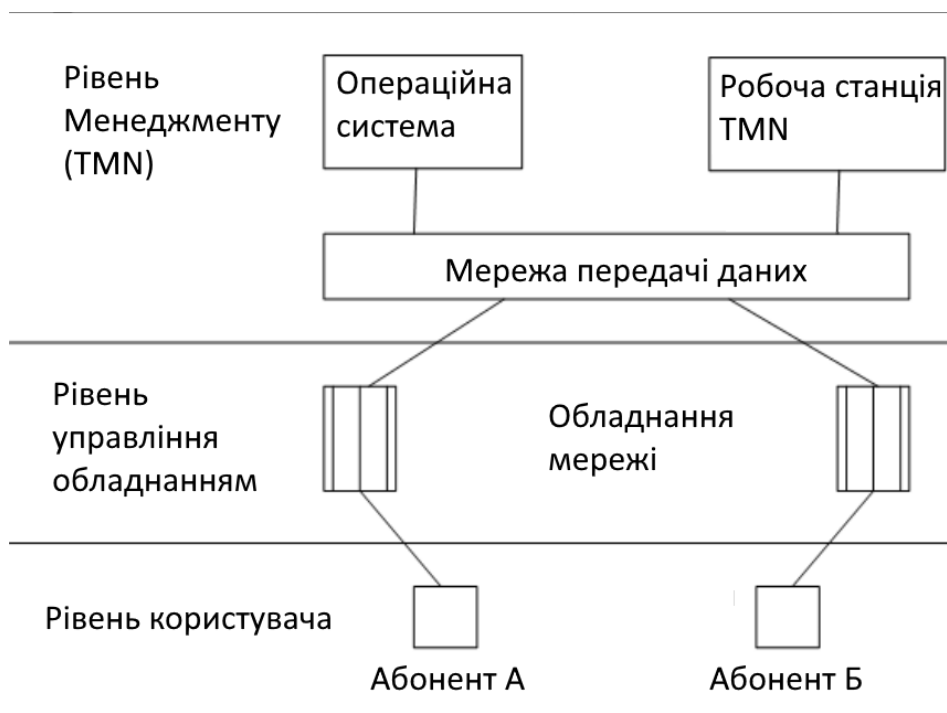


Рис. 1.2. Структура рівнів керування в мережі TMN

1.2 Підсистеми керування і їх характеристики

Існують 4 взаємодіючих рівня керування мережею зв'язку:

1 рівень – ідтримання справності технічних засобів таких, як прилади, передавачі, приймачі, канали, блоки комутаційної апаратури, ЕОМ, пристрої живлення і т. п., так і цілком станції, вузли, обчислювальні центри, магістралі та інші пункти і елементи мережі зв'язку. передавачі, приймачі. Мета управління є регулювання параметрів апаратури і підтримка її справності.

2 рівень - встановлення з'єднання для передачі пакетів.

3 рівень – регулювання шляхів повідомлень за допомогою системи перемикачів, На цьому рівні перерозподіляються канали між вторинними мережами.

4 рівень – підтримка функціонування і технічне забезпечення процесу, планування розвитку мережі, забезпечення підготовки кадрів, створення законодавчих актів користування мережею

На кожному рівні виконуються такі функції:

- Збір інформації про стан об'єкта керування,
- Вироблення рішення про необхідність і можливості зміни стану мережі
- Доставка інформації до пристроїв керування і від них.

В системі керування мережами виділяють наступні такі підсистеми:

- технічної експлуатації;
- керування робочою силою;
- керування якістю передачі;
- керування трафіком;
- адміністративного керування;
- технічного обслуговування;
- керування мережею як економічним об'єктом;
- адміністративного керування маршрутизацією;
- керування безпекою;
- керування тарифами, нарахуваннями і розрахунками;
- керування ресурсами;
- керування вимірюванням та аналізом трафіку;
- керування якістю послуги і характеристиками мережі;
- адміністрування користувача.

1.3 Основні положення концепції TMN

TMN (Telecommunication Management Network) - це мережа, що керує, здійснює моніторинг та автоматизує експлуатацію телекомунікаційного обладнання.

TMN забезпечує взаємозв'язок між телекомунікаційною мережею та приладами. Ця мережа обирає інтерфейси, з якими будуть взаємодіяти елементи мережі, для забезпечення управління. CMIP – це протокол, завдяки якому взаємодіють елементи мережі.

Багатошарова організація TMN використовується як фундаментальна основа для програмного забезпечення управління мережами ISDN , B-ISDN , ATM та SDH , SONET та GSM .

На сьогоднішній день телекомунікації впроваджені автоматизованими функціями керування і управлінням ПЗ підтримки функціонування (OSS). Ці програмні забезпечення надають мережі необхідні данні і керують їх передачею. Додатково OSS активує або дезактивує послуги.

Особливості TMN та їх значення в архітектурі:

- управління різними мережами, за рахунок різноманітних стандартів ІТУ;
- можливість розширення або згортання архітектури, дотримуючись еталонної моделі OSI і додаткових спец елементів при побудові систем великих розмірів з розподільчим характером
- використання стандартів безпеки Міжнародної організації зі стандартизації.

1.4 Область застосування TMN

Приклади мереж, послуг електрозв'язку, головних типів апаратури і систем, керування якими може здійснюватися по мережі TMN:

- мережі загального і приватного користування, включаючи: вузькосмуговою і широкосмуговий мережі;
- мережі рухомого зв'язку;
- приватні телефонні мережі;
- центральні та процеси інтерфейсів, кластерні контролери, файлові процесори тощо;
- цифрові та аналогові системи комутації;
- локальні комп'ютерні мережі (WAN, MAN, LAN);
- мережі з пакетною комутацією;
- термінали та системи сигналізації (STP) і бази даних реального масштабу часу;
- послуги перенесення та електрозв'язку;
- віртуальні приватні мережі;
- інтелектуальні мережі, керування найбільшою мережею TMN;
- термінали передачі (мультиплексори, обладнання кросової комутації, апаратура перетворення каналу тощо);
- цифрові та аналогові системи передачі (кабельні, оптоволоконні, радіо, супутникові тощо.);
- операційні системи та їх периферія;
- термінали користувачів мережі;
- програмні засоби, що забезпечуються сервісами електрозв'язку;
- прикладне програмне забезпечення в рамках центральних процесорів і інші;
- взаємодіючі допоміжні системи (випробувальні модулі, системи електроживлення, кондиціонери, системи аварійної сигналізації всередині будівлі і інші).

Крім того, мережа TMN можна використовувати для керування розподіленими об'єктами та сервісами, що надаються при об'єднанні перерахованих вище пунктів.

1.5 Технологія SMART TMN

Причинами удосконалення TMN стали:

- недосконалість управління системами;
- розробка нових, несумісних з TMN, технологій;
- повна автоматизація керування процесами;
- прозорість керування обміну даними;
- поєднання різних додатків, різних вендорів.

SMART TMN складається з наступних частин:

- ТОМ, в якій визначаються основні технологічні, управлінські та адміністративні процеси, спільні для більшості операторів.
- Основні інформаційні засоби CIF – це набір інструментів та методик для моделювання процесів та об'єктів в ТОМ.
- Модель інтеграції технологій TIM (Model to Integrations Technology), в якій на основі практичних досліджень і аналізів відбирається група найбільш технічно адекватних і рентабельних технологій для побудови реальних систем керування з концепції TMN.
- Каталізують процеси CP (Catalyzising Processes), через які TMF перевіряє життєздатність своїх технічних стандартів.

2. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНОЇ ТЕЛЕФОНІЇ ТА МЕРЕЖІ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ

2.1 Передумови виникнення сервісу ІР-телефонії

Використання інтернету, як засобом комунікації набуло світового масштабу. Транспортування голосу стало значимим кроком розвитку спектру послуг. Це дало змогу ввести процеси конвергенції мереж з різними регуляторними засади:

- ТМЗК (Телефонна Мережа Загального Користування), що займається комутації каналів;
- публічна мережа, що займається комутації пакетів.

Телефонні мережі пройшли довгий шлях розвитку від аналогових мереж. Звуки, які перетворювалися в електричні сигнали, передавалися по мідним жилам. Раніше для передачі сигналів багатьох абонентів по одному кабелю смугу пропускання ділилася на декілька частотних підканалів. Чим більше створювали таких підканалів, тим вузьчою ставала смуга пропускання кожного підканалу. Це, в свою чергу, викликало погіршення якості зв'язку. Цю проблему вдалося вирішити завдяки конвергентній мережі і часовому розділенню. В цьому випадку поділ каналів здійснюється на певний період часу, що називається тайм-слот. Але на цьому розвиток мереж не зупинився. Створили принципово новий спосіб розділення - пакетну комутацію з встановленням з'єднання. Пакетна комутація використовує асинхронність передачі інформації, що оптимізує пропускну спроможність каналів. Застосування протоколу ІР дало змогу, не встановлювати з'єднання, а передавати дані за допомогою динамічної.

ІР-телефонія, також відома, як VoIP, схожа на телефонний зв'язок, але з використанням інтернет протоколу. При передачі даних сигнал стискається і передається у вигляді цифрових даних.

Головною перевагою ІР-телефонії перед ТМЗК є менша складність виконання наступних вимог:

- Масштабованість. Можливість приєднання або від'єднання абонентів без внесення великих змін в структуру мережі.
- Сумісність. Обладнання має набір протоколів, що здатен працювати в існуючій мережі.
- Перспективність. Можливість додавання нових або покращення уже існуючих послуг для абонентів.

Будь-яка система IP-телефонії зібрана з чотирьох взаємодіючих рівнів та багатьох пристроїв на них. Як приклад, розглянемо архітектуру систем з інтеграцією голосу, відео і даних розроблену компанією Cisco, що об'єднує ці рівні, зображена на рисунку 2.1.



Рис. 2.1. Архітектура систем з інтеграцією голосу

Найнижчим рівнем є рівень взаємодії абонента з системою. На цьому рівні знаходяться пристрої, що взаємодіють з людиною. До цих приладів можна

віднести: IP телефони, персональні комп'ютери із спеціалізованим програмним забезпеченням, програмні емулятори телефонів чи відео-клієнти.

Вони перетворюють, аудіо, відео, голосову інформацію та зображення в цифровий сигнал, і навпаки відтворюють цифрові сигнали у сприйнятій людиною вигляд.

Другим рівнем являється рівень додатків. Він є найважливіший для клієнта рівнем і складається з додатків підтримкою голосу, відео і даних. Такі програми створені для зручність і ефективність використання системи і надання абонентам додаткових можливостей.

На рівні обробки викликів знаходяться службові серверні додатки, що забезпечують управління системою IP телефонії, систему директорій чи відео-сервери.

Останнім рівнем являється рівень інтелектуальної мережної інфраструктури. На цьому рівні знаходяться пристрої, що формують інфраструктуру на базі протоколу IP. Цей рівень включає маршрутизатори, комутатори, шлюзи та інше мережне обладнання. IP інфраструктура є основою для подальшого впровадження призначених для користувача додатків і необхідна забезпечувати підтримку таких важливих для мережі сервісів, як безпека, мережне керування і механізмів гарантії якості сервісу (QoS – Quality of Service).

З цього робимо висновок, що можливість передавання голосу по IP мережі стала значним кроком розвитку телекомунікаційних послуг. Це підсилило значимість розвитку конвергентної мережі.

2.2 Стандарти IP-телефонії

IP-телефонія – це можливість голосового та відео зв'язку, що передається по мережах передачі даних. На сьогоднішній день IP-телефонія витісняє традиційні телефонні мережі. Її легше розгортання, низької вартості дзвінка, простоти конфігурації, високої якості зв'язку та відносній безпеці з'єднання.

IP-телефонія дотримується принципів еталонної моделі OSI.

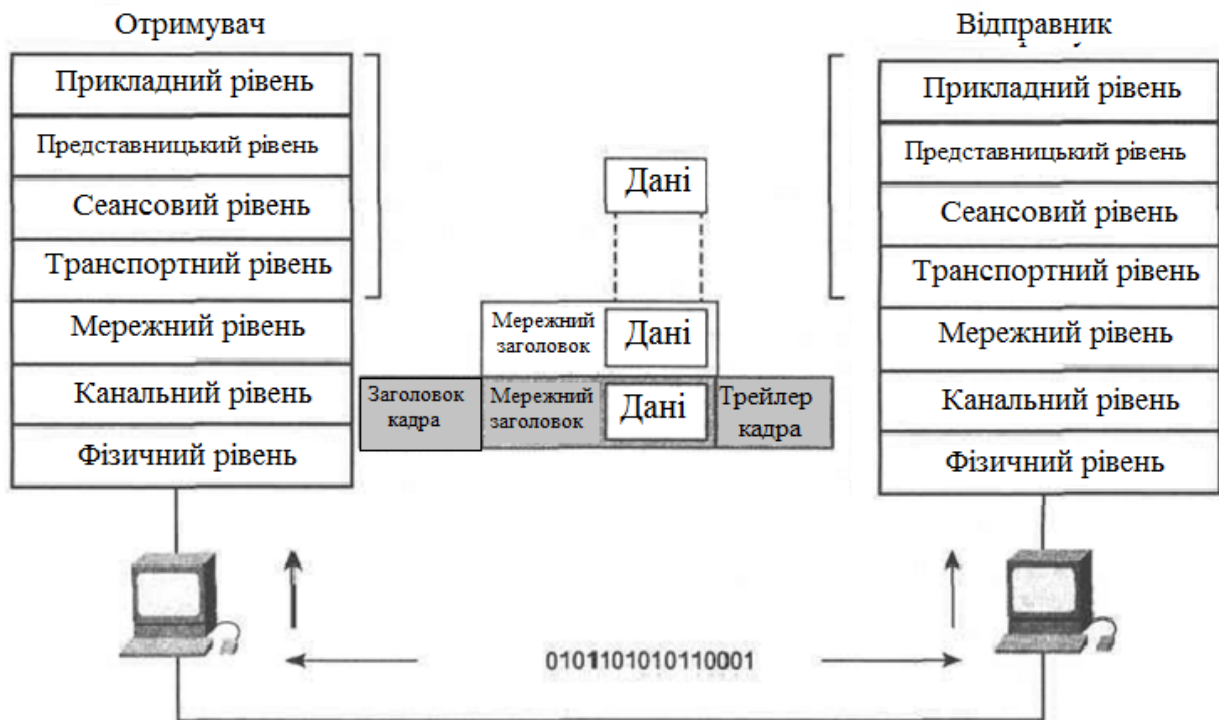


Рис. 2.2. Передача даних в комп'ютерних мережах за моделлю OSI

При використанні IP-телефонії голос перетвориться в пакет даних. Доцільно розглянути передачу даних IP-телефонії за еталонною моделлю OSI.

- Фізичний рівень. На фізичному рівні по середовищу передачі даних відправляються та приймаються біти через відповідний інтерфейс. Середовищем передачі інформації використовується зазвичай виступають одномодове або багатомодове оптичне волокно, коаксіальний кабель або кручена пара категорії 5 (UTP5).

- Канальний рівень. Згідно зі специфікацією IEEE 802 канальний рівень поділяється на два підрівні:

1. MAC – забезпечує взаємодію з нижнім рівнем;
2. LLC – забезпечує взаємодію з верхнім рівнем.

На каналному рівні працюють мости, комутатори та концентратори – пристрої, що передають кадри на основі фізичних (MAC) адрес.

У IP-телефонії використовується голосова віртуальна локальна мережа (Voice VLAN) для розділення голосового трафіку IP-телефонів та інших даних (рис. 2.3). Її застосовують з декількох причин:

1. Безпека. Ця технологія зменшує ймовірність перехоплення і аналізу голосових пакетів.

2. Підвищення якості передачі. Ця технологія підвищує пріоритет голосовим пакетам і поліпшує якість зв'язку.

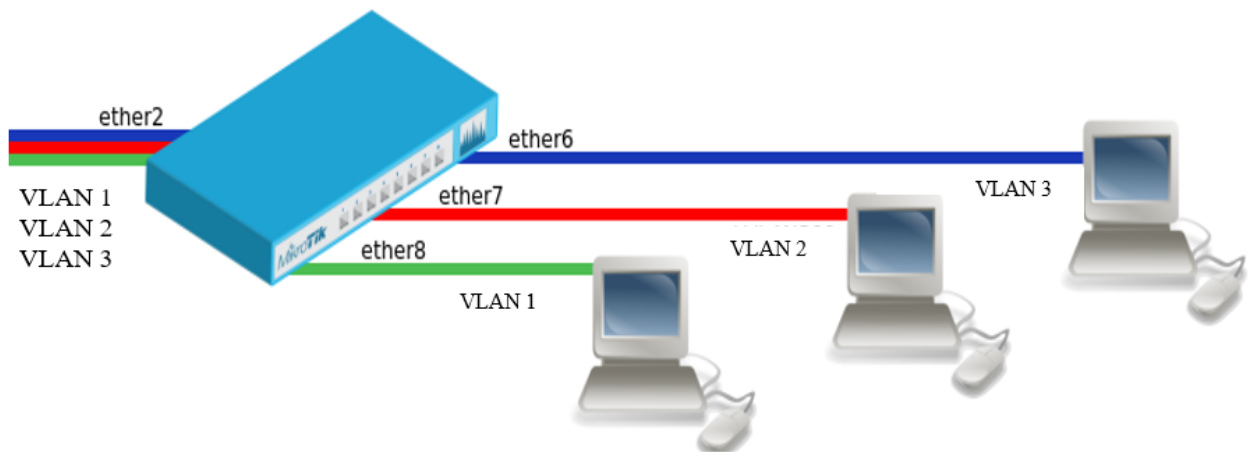


Рис. 2.3. Використання механізму VLAN в IP-телефонії

- Мережний рівень. На даному рівні відбувається маршрутизація. Основними приладами є маршрутизатори та багаторівневі комутатори, що налаштовані для маршрутизації. Тут визначається шлях даних від відправника до одержувача з певним логічним (IP) адресом.

Основний протокол маршрутизації – IP, в основі якого побудована IP-телефонія і всесвітня мережа. Маршрут може бути статичним та динамічним. Статичний прописується вручну, а динамічний визначається спеціальними протоколами. На сьогоднішній день, найпопулярніший протоколом внутрішньої динамічної маршрутизації являється OSPF. Він будує маршрут основуючись на швидкості передачі даних проміжних приладів.

Також використовуються спеціальні VoIP-шлюзи, що здатні підключати аналогові телефони до IP-мереж. З фронтової сторони використовують порт для

підключення до IP-мережі, а з іншого – порти FXS для телефонних апаратів (рис. 2.4).

Серед стандартних функцій VoIP-шлюзів:

- Функції безпеки;
- Підтримка факсимільного зв'язку;
- Підтримка голосової пошти;
- Підтримка протоколів H.323, SIP.

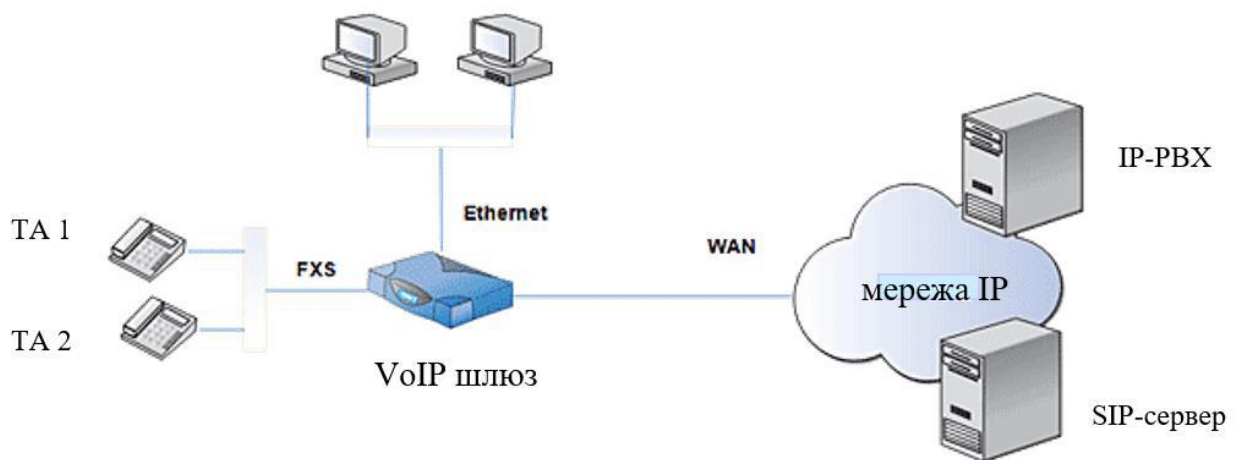


Рис. 2 .4. Схема IP-телефонії з використанням VoIP-шлюзу

- Транспортний рівень. Для транспортного рівня характерні:

- Сегментація даних;
- Забезпечення з'єднання хостів віддалених мереж, що можуть мати різну топологію та технологію реалізації;
- Гарантія надійності даних.

Основні протоколи транспортного рівня – TCP, UDP, RTP. В IP-телефонії використовуються протоколи UDP і RTP. На відмінно від TCP, ці протоколи не встановлюють зв'язок з одержувачем, тому і не гарантують доставку. Цей варіант прийнятний, оскільки для телефонного зв'язку досить залежний від затримка передачі більш критична, ніж втрата поодиноких пакетів.

Протокол UDP забезпечення негарантовану доставку. Він не дає підтверджень при відправці і отриманні даних.

Протокол RTP реалізує розпізнавання тип трафіку, робота з мітками часу, контроль передачі і нумерація послідовності пакетів. Основна задача RTP – присвоювати кожному вихідному пакету тимчасову мітку, що дозволяє приймати дані в належному порядку, не зважаючи на вплив нерівномірності часу проходження пакетів по мережі, відновлює синхронізацію між аудіо- і відеоданими.

- Сеансовий, представницький та прикладний. Останні рівні моделі OSI розглядаються спільно, оскільки процеси даних рівнів тісно пов'язані.

2.3 Переваги використання сервісу IP-телефонії

У ТМЗК не можна забувати, що що одна підлінія відається на одну пару людей и вимагає пропускну здатність 64 Кбіт/с. Важливою перевагою IP-телефонії є те, що оператор зв'язку не використовує конкретні підканали для кожної пари абонентів. Це дає більший спектр пропускну здатності для каналів. Голос перетворюється в цифровий сигнал, піддається стисненню і розбивається на окремі пакети, які передаються по IP-мережі.

Завдяки стисненню звукового сигналу, для передачі однієї розмови потрібен підканал з пропускну здатністю всього 12 Кбіт/с. Крім того, якщо в розмові тимчасово відсутній інформаційний сигнал, то цей же підканал буде задіяний для передачі інших даних. Це дозволяє операторам IP-телефонії пропонувати свої послуги за значно нижчими тарифами.

Перевагами можна вважати використання IP-телефонії:

Забезпечення телефонних послуг IP телефонії дозволяє отримати деякі переваги по технічній частині, а саме:

- надання послуг і передача даних об'єднуються в загальну інфраструктуру IP
- реалізацію послуг відбувається на дешевшому обладнанні.

IP-телефонії обмежується лише рівнями затримки при передачі пакетів.

Головними перевагами являються:

- конфіденційність переговорів.
- менші витрати
- наявність відомчих мереж
- надання додаткових можливостей
- безкоштовний зв'язок для обонентів, що підключені до одного Wi-Fi.
- організація зв'язку через публічну мережу.

Послуга віртуальної АТС є дуже популярною сьогодні. Функція її полягає в тому, що за допомогою публічної мережі телефон клієнта підключається до встановленої на технічному майданчику VoIP-станції IP-АТС. Станція IP-АТС виконує роль офісної АТС, забезпечує телефонний зв'язок не лише всередині установи, а й за її межами.

2.4 Недоліки використання IP-телефонії порівняно з традиційною телефонією

Недоліки сервісу викликані наступними чинниками:

- перестановкою пакетів, які прийшли різними шляхами;
- затримкою пакетів, що визначається трафіком, числом маршрутизаторів, реальними фізичними властивостями каналів передачі, які утворюють в даний момент часу віртуальний канал, затримками на обробку сигналів, що виникають в вокодерах і шлюзах.

З підвищенням трафіку зростають затримки і втрати пакетів в мережі. При обмеженій пропускній здатності це проявляється збільшенням джерел інформації та завантаженістю систем.

Таким чином, попри те, що є ще деякі недоліки у впровадженні даного сервісу, IP-телефонії володіє рядом вагомих переваг, які сприяють подальшому її розвитку та активному впровадженню як у спеціальних відомчих мережах так і в публічних мережах, наприклад, мережа Інтернет.

3.ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ

3.1 Показники якості ІР-телефонії

Основними складовими якості ІР-телефонії є:

1. Якість мови:

- діалог;
- розбірливість;
- відлуння;
- гучність мови.

2. Якість сигналізації, що включає:

- встановлення виклику;
- завершення виклику;
- утримання виклику.

Фактори, які впливають на якість ІР-телефонії, можуть бути розділені на дві категорії:

1.Фактори якості ІР-мережі:

- максимальна пропускна;
- затримка;
- джитер;
- втрата пакета.

2. Фактори якості шлюзу:

- необхідна смуга пропускання - різні вокодери потребують різну смугу пропускання;

- затримка;
- буфер джитера;
- втрата пакетів;
- подавляючі відлуння;
- управління гучністю.

3.2 Вплив мережі на показники якості IP-телефонії

Затримка

Затримка здатна створити певну незручність при діалозі, виникнення відлуння, або перекриття розмови. Відлуння стає важкою проблемою, коли затримка в петлі передачі більше, ніж 50 мс. Системи комутації мови мають ефективні методи придушення відлуння. Перекриття розмов стає серйозним питанням якості, коли затримка в одному напрямку передачі перевищує 250 мс. Можна виділити наступні джерела затримки при пакетній передачі мови з кінця в кінець (рис. 3.1).

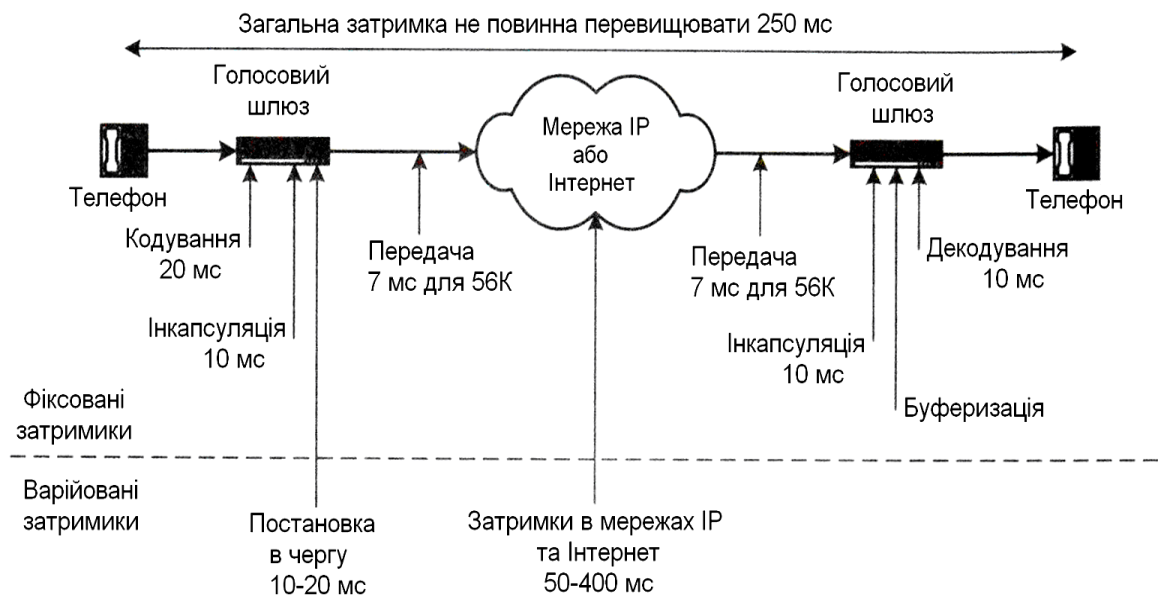


Рис. 3.1. Складові затримки в мережі IP-телефонії

- Затримка накопичення - це затримка, що виникає при зборі кадрів мовних відліків, яка виконується в мовному кодері. Залежно від мовного кодера затримка може прийняти значення від 0,125 мкс до декількох мс.

- Затримка кодування : процес кодування може створити певні затримки, що залежать від алгоритму та часу роботи процесора, що використовується. Для зменшення завантаження пакетної мережі зазвичай декілька кадрів мовного кодера об'єднуються в один пакет.

- Мережева затримка – затримка, що може з’явитись через навантаження протоколів або несприятливими умовами для фізичного середовища. Мережева затримка залежить від процесів передачі пакетів та ємності в мережі.

Можна виділити 3 рівні часової затримки:

- перший рівень до 200 мс - відмінна якість зв'язку;
- другий рівень до 400 мс - вважається гарною якістю зв'язку;
- третій рівень до 700 мс - прийнятною якістю зв'язку.

Якість IP-телефонії потрапляє під 2-3 рівні, оскільки затримки в мережі Інтернет мінливі. Провайдери IP-телефонії, які працюють по виділених каналах вважаються більш якісними, оскільки потрапляють під 1 і 2 рівні. При використанні IP-телефонії середні показники затримки дорівнюють 150-250 мс.

Важливо відзначити той факт, що набір рекомендацій H.323 орієнтований на додатки, що здійснювали аудіо та відео зв'язок через мережі IP, тому не зважали роботи сигналізації на стиках шлюзу, що понизило вартість у порівнянні з їх аналогами в мережах традиційної телефонії з комутацією каналів. Під час перетворення IP-телефонії в окремий напрям послуги операторського рівня виникла необхідність поєднання IP-шлюзів з ТМЗК по цифровим трактам E1 / T1. Шлюзи були під'єднані до цифрових АТС, з застосуванням стандартних механізмів телефонної сигналізації Q.931, що були взяті і змінені зі списку команд стандарту H.225 і транслюються в IP-мережі з використанням протоколу TSP.

За рекомендаціями стандарту Q.931 затримки між фазами виконання команд сигналізації строго регламентовані, але при інтерпретації стеком H.225 / TSP IP, затримки перевищують їх, і здатні порушити цілісність функціонування протоколу. Набір рекомендацій H.323 версії 2 в фазі другій надає змогу запустити процедуру H.323v2 Fast Connect, яка здатна пришвидшує обробку команд Q.931 стеком H.225 / TSP, але затримка все одно буде завищена. Дана обставина можна розцінювати як ще один аргумент на користь використання виділених каналів при побудові мереж IP-телефонії.

Оскільки при передачі даних ми використовуємо UDP, пакети часто приходять отримувачу в різній послідовності і в різний час. Через це з'являється джитер.

Джитер

Джитер здатен призвести специфічні порушення мови при передачі

Умовно можна виділити три форми джитера:

1. Data Dependent Jitter – утворюється в недостатній смузі пропускання даних або в зіпсованих мережевих компонентах.
2. Duty Cycle Distortion – утворюється при спотворенні даних під час передачі у мережі;
3. Random Jitter – утворюється від зовнішніх завад.

На рис. 3.2 приведені гістограми джитера пакетів у локальній мережі та у мережі Інтернет зі швидкостями 28 кбіт/с, 56 кбіт/с та 112 кбіт/с. В мережі не можливо створити пакет, що зміг би передатися без затримки, тому на осі абсцис зображуємо вірогідність затримки, де відносна затримка показує поточне положення пакету на часовій осі.

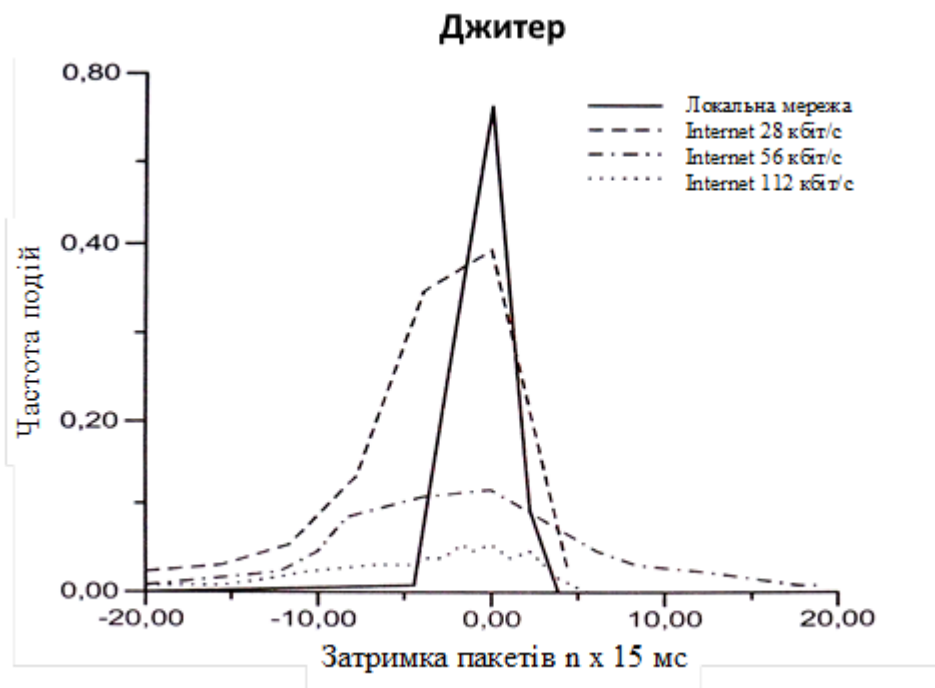


Рис. 3.2. Гістограма джитера пакетів

Для організації і обробки пакетів важливими показниками величина затримок і їх ймовірність на шляху. З часом структура мовного пакетного потоку зміниться. Для перетворення пакетної мови, перестановками пакетів і перетворення сигналу у голос і навпаки з'явилась необхідність створення спеціального буфера. За параметрами буфера встановлюється величина затримки телефонного сигналу в режимі дуплексного зв'язку і відсоток втрачених пакетів. Так в IP-телефонії з'являється ще один серйозний недолік – втрата пакетів.

Втрата пакетів

Через втрату пакетів змінюється темп розмови і порушується мова. На сьогодні всі голосові кадри обробляються, як дані. При пікових навантаженнях і перевантаженнях голосові кадри будуть оброблятися, як і кадри даних. Кадри даних не мають відношення до часу, і забраковані пакети можна відтворити шляхом повторення. Нажаль, голосові пакети не можна відтворити таким чином, тому й відбудеться неповна передача даних. Втрата до 5% пакетів вважається не суттєвою, а понад 10-15% - неприпустимою. Дані цих параметрів в значній мірі залежать, від алгоритмів компресії / декомпресії.

На рис. 3.3 представлені гістограми втрат пакетів про осі абсцис відкладено число посліпль втрачених пакетів. Аналіз гістограми показує, що найбільш вірогідно втрати одного, двох і трьох пакетів. Втрати великих пачок пакетів рідкісні.

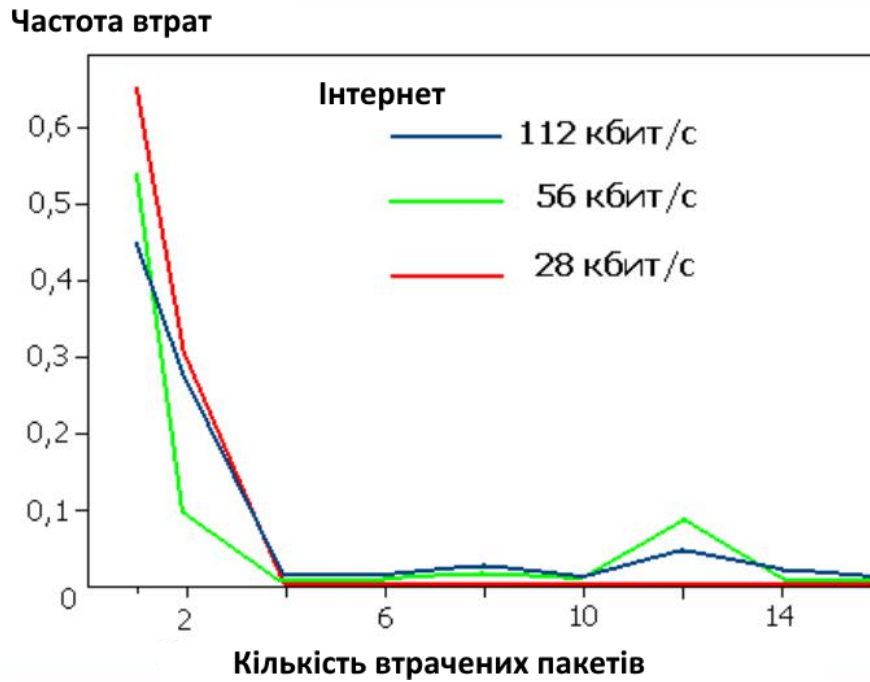


Рис. 3.3. Гістограма втрати пакетів

Втрату двох трьох пакетів можна компенсувати, а втрата великої групи пакетів призведе до значного спотворення мови. Чим більше трафіку, тим більшими будуть затримки і втрати в каналі.

Взаємозв'язок методів забезпечення якості IP-телефонії показана на рисунку 3.4.

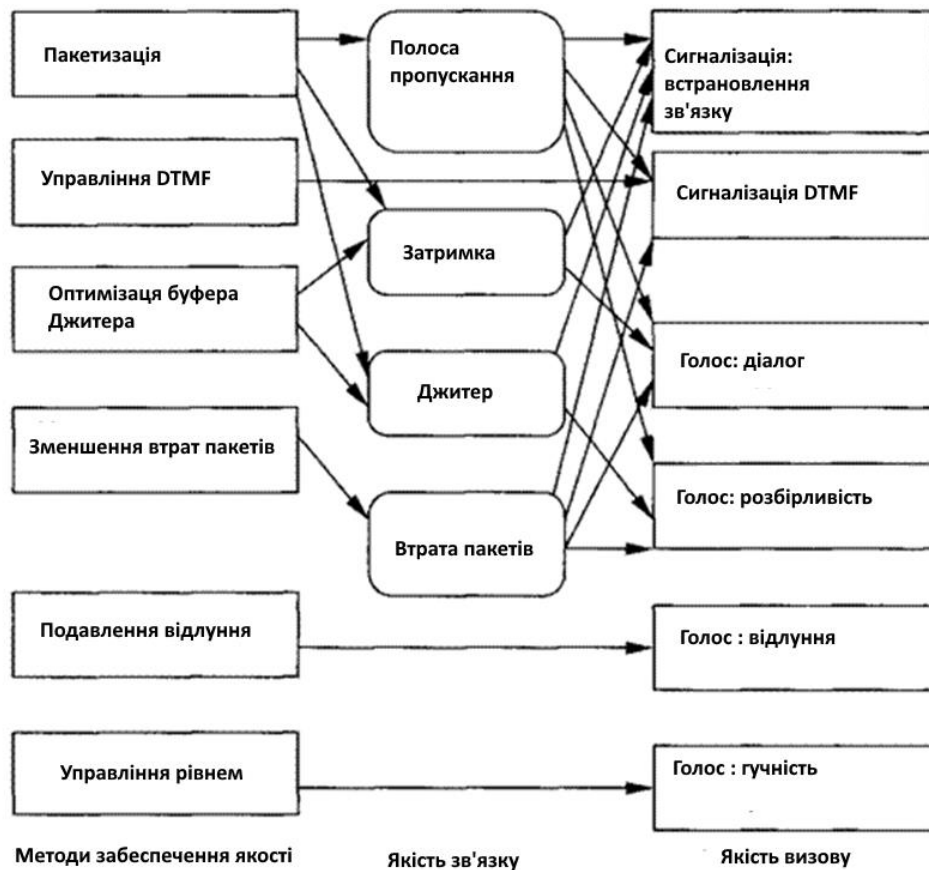


Рис. 3.4. Взаємозв'язок методів забезпечення якості IP-телефонії

3.3 Процедури обробки мови IP-телефонії

Обробка даних мовних сигналів здійснюється таким чином:

1. Фільтрування фонового звуку: відлуння з динаміка, кімнатне відлуння і фоновий шум і шум змінного струму низькочастотного спектру.

Ці функції все в значній мірі виконують компоненти ПК, тому система IP-телефонії може їх не мати. Зазвичай УАТС і телефонна мережа реалізує фільтрацію і зменшення шумів.

2. Паузи в мові: зазвичай паузи пригнічуються на ближньому кінці. Сигнал набору номера DTMF, а також інші сигнали можливо замінити на короткі коди для відновлення на дальньому кінці. Недоліком такої функція придушення являється можливе обрізання слів в періоди наростання і зниження гучності мови.

3. Стиснення голосових даних. Це рішення має бути досить швидким для виконання і при цьому зберігати якість мови і давати на виході малі пакети даних.

4. Сегментація, нумерація, встановлення заголовків пакетів і їх передача. Оскільки в IP-телефонії використовується протокол UDP, після отримання пакетів пристрій має встановити сегменти в правильне положення.

5. Сортування пакетів даних в адаптивному «буфері синхронізації» для забезпечення інтелектуальної обробки затримок та втрат даних. Для цього існує буферизація поступаючих пакетів. Компоненти IP-телефонії зменшують буфер синхронізації, коли мережа прогнозована, та збільшують в непрогнозованій мережі.

Методи кодування голосових даних

В IP-телефонії важливо правильно розділяти пропускну спроможність між каналами і для цього використовуються мовні кодеки. Розділяють три види мовних кодеків:

1. Кодек з ІКМ сигналом. Вони зазвичай являються поєднання АЦП / ЦАП.
2. Кодеки з вокодерним мовним перетворенням сигналу, такі як аналогові пристрої.
3. Гібридні кодеки, що поєднують в собі характеристики вищезгаданих кодеків. На рис. 3.5 представлена усереднена суб'єктивна оцінка якості кодування мови для вище вказаних типів кодеків.

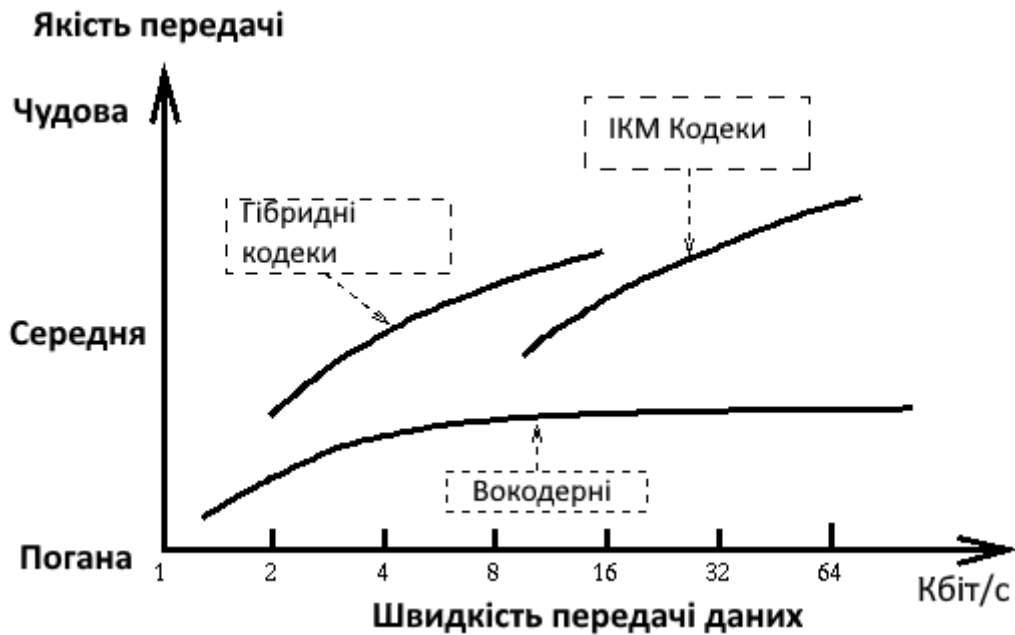


Рис. 3.5. Якість передачі кодеків, в залежності від швидкості передачі даних.

Кодування засновується на формі сигналу, що формується від амплітуди. Тому з'являється значна вимога до точності показників обчислювальних процесорів, а також затримка через накопичення даних у буфері.

Лінійне LPC кодування забезпечує стиснення даних, що відповідає смузі пропускання 2,4 або 4,8 кбіт/с, але через це погіршується якість звуку. З часом такі кодеки удосконалили і дали їм можливість кодувати форму сигналу. Процесор з таким кодеком здатен відновлювати форму і змінювати параметри кодування. Отриманий сигнал передається отримувачу і відтвориться у звуковий сигнал.

Розглянемо метод стиснення мови MP-MLQ. З цим методом можна отримати значуще стиснення мови і залишити якісний звук. З цим методом можна стискати мову до рівня 4,8; 6,4; 7,2 і 8,0 кбіт/с. Цей алгоритму дозволяє змінити ступінь стиснення голосу під час передачі. З таким кодуванням затримка не перевищить 20 мс. Підвищуючи ефективність використання смуги пропускання, механізми стиснення мови в той же час можуть привести до погіршення її якості і збільшення затримок.

Комплексна оцінка якості IP-телефонії

Опитуванням різних людей можна оцінити погіршення мови після декомпресії за п'ятибальною шкалою одиницями суб'єктивної оцінки MOS.

2.5-3 - синтезованим звуком

3-3.5 - прийнятний звук

3.5 і вище – висока якість звуку

Для передачі мови з гарною якістю доцільно орієнтуватися на MOS не нижче 3,5 балів. Значення MOS для різних стандартами кодеків наведені в табл.3.2

Таблиця 3.2

Середні суб'єктивні оцінки якості різних методів кодування

Кодек	Швидкість передачі, кбіт / с	MOS	Размер кадра, мс
G.711 PCM	64	4,3	0,125
G.726 Multi-rate ADPCM	16-40	2-4,3	0,125
G.723 MP-MLQ ACELP	5,3; 6,3	3,7; 3,8	30
G.728 LD-CEL	16	4,1	0,625
G.729 CS-ACELP	8	4,0	10
G.729a CS-ACELP	9	3,4	10
GSM RPE-LPC	13	3,9	30

Мережу Інтернет можна охарактеризувати за такими показниками:

- пропускною спроможність;
- трафіком, також є функцією часу;
- втратою пакетів;
- перестановкою пакетів;
- затримкою пакетів.

Для провайдерів IP-телефонії являється вигідною можливість надання послуг. Для цього провайдер зобов'язаний створити усі умови для якісних викликів між мережами усіх операторів.

Показники обслуговування:

- час встановлення;
- пауза між натисков виклику і тональним сигналом.

Оцінка якості мультисервісної мережі:

- Час встановлення з'єднання;
- Можливість втрати пакета.
- Сумарний час затримки;

В таблиці 3.3 наведені показники якості базової станції

Таблиця 3.3

Норми показників тривалості встановлення зв'язку

Найменування показника	Навантаження типу А середня величина	Навантаження типу А середня величина
1.Затримка відповіді станції, мс	<300	<400
2.Тривалість встановлення зв'язку станцією, мс	<250	<400

Продовження таблиці 3.3

3.Затримка звільнення зв'язку станцією, мс	<250	<400
--	------	------

В таблиці 3.4 ми можемо побачити, які на практиці втрати є в мережах різного типу.

Таблиця 3.4

Експлуатаційні норми сумарних втрат викликів

Тип мережі	Експлуатаційні норми			
	Цільовий рівень		Граничний рівень	
	Аналогова, %	Цифрова, %	Аналогова, %	Цифрова, %
Місцева	1	0.3	3	1
Внутрішня	7	1	13	2
Міжміська	7	1	13	2
Міжнародна	3	1	10	3

Кодеки, що використовуються в шлюзах IP-телефонії

Кодеки, що використовуються в шлюзах IP-телефонії та їх характеристики описані в таблиці 3.5

Таблиця 3.5

Характеристика кодерів

Кодек	Метод компресії	Швидкість кодування	Складність реалізації	Якість	Затримка
G.726	ADPCM	32/24/16 кбіт/с	Низька (8 MIPS)	Хороша	Дуже низька

Продовження таблиці 3.5

G.729	CS-ACELP	8 кбіт/с	Висока (30 MIPS)	Хороша	Низька
G.729A	SA- ACELP	8 кбіт/с	Помірна (20 MIPS)	Середня	Низька
G.723.1	MP-MLQ	6,4/5,3 кбіт/с	Помірна (16 MIPS)	Хороша	Висока
G.728	LD-CELP	16 кбіт/с	Дуже висока (40 MIPS)	Хороша	Дуже низька

Погіршення якості мови вимірюється у QDU; значення QDU для головних методів компресії наведені в таблиці 3.6

Додаткова обробка призведе до більшого погіршення якості, тому для якісної передачі мови в мережі не бажано використовувати процедуру компресії більше одного разу.

Придушення пауз – здатність комутатора визначити різницю між активною мовою і мовчання. В результаті придушення пауз, під час активної розмови матиме місце генерація осередків .

В процесі розмови тиша займає до 60% часу. Стиснення мови і придушення пауз призведе до зменшення потоку даних до восьми разів.

Таблиця 3.6

Одиниці погіршення якості мови QDU для різних методів компресії

Метод компресії	QDU
ADPCM 32 кбіт/с	3,5
ADPCM 24 кбіт/с	7
LD-CELP 16 кбіт/с	3,5
CS-CELP 8 кбіт/с	3,5

3.5 Методи забезпечення якості IP-телефонії

Протоколу RSVP

RSVP це протокол резервування, що забезпечує якісну роботу IP-телефонії. Основним призначенням RSVP являється резервація частини пропускної спроможності. Завдяки RSVP, посилач час від часу відправляє інформацію про місцезнаходження пакета про вільні ресурси за допомогою повідомлення RSVP Path (рис. 3.6).

Транзитні засоби під час проходження такого повідомлення також перевіряють свої вільних ресурсів і підтверджують його за допомогою RSVP Resv. Відправник почне передачу після звільнення достатньої кількості ресурсів. При недостатній кількості ресурсів, одержувач змінює спосіб передачі або понижує умови.

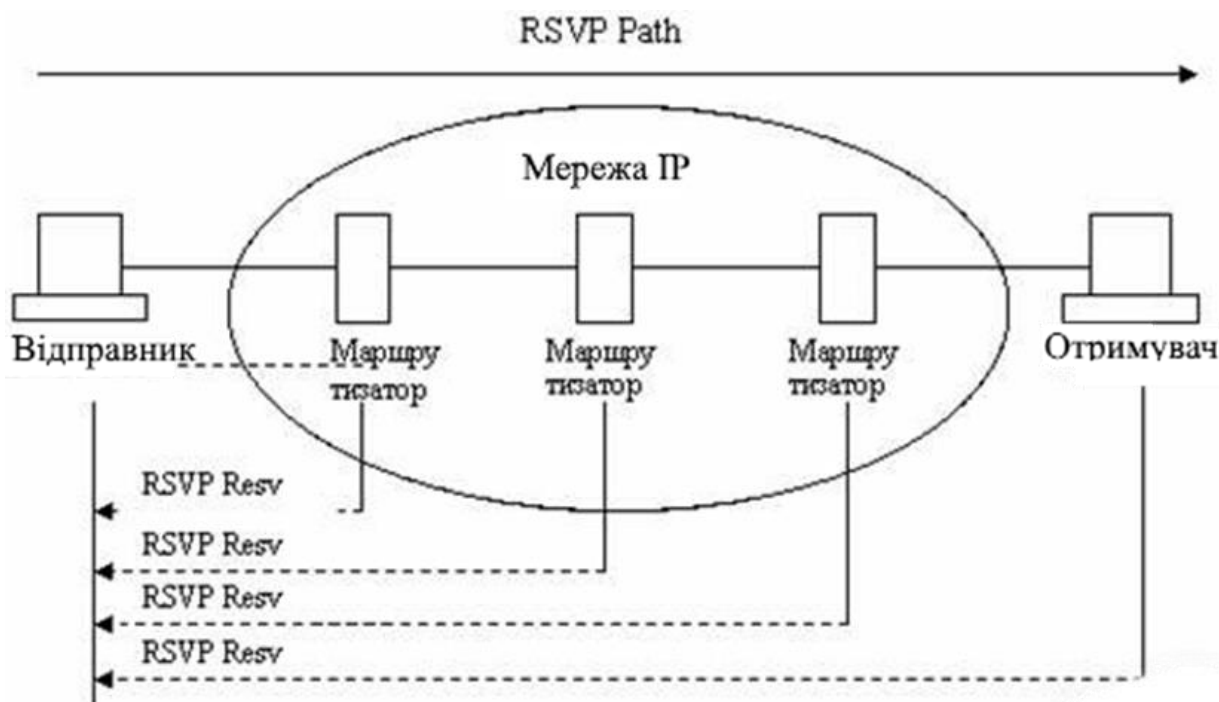


Рис. 3.6. Застосування протоколу RSVP

Навідмінно від інших протоколів резервування RSVP отримує запити від отримувачів. Це зумовлено тим, що одержувач знає з якою швидкістю він має отримати повідомлення. Іншою відмінністю RSVP є те, що резервування відбувається для одного напрямлення. RSVP не змішує аудіо- і відео-сигналів на зарезервованому каналі. Під час закінчення сеансу зв'язку RSVP програми анулює всі запити на ресурси.

Недоліком протоколу RSVP є те, що джерела інформації займають окрему смугу пропускання, що не зможе бути використана для передачі інших даних. Як тільки канал зарезервований, він стає недоступним для інших користувачів. Цю проблему вирішує мережевий адміністратор.

Зважаючи на залежність RSVP від сумісності проміжних вузлів, RSVP тягне за собою неминучі проблеми, зокрема. Маршрутизатор, що досяг межі пропускнуої спроможності буде ігноруватись. Система RSVP розпадається, при відмові лише одного маршрутизатора. RSVP має перспективи в корпоративній мережі, де адміністратор контролюватиме його.

Забезпечення якості IP-телефонії на базі протоколів RTP і RTCP

Протокол RTP призначений для доставки чутливої до затримок інформації. RTP, зазвичай, працює поверх UDP і використовує його служби, але може функціонувати і поверх інших транспортних протоколів.

Служба RTP застосовує тимчасові мітки для обрахування затримки одержувачем. Це дозволє знайти джитер і пом'якшити його.

Особливість RTP - знаходження середньої затримки і видача пакетів з постійною затримкою, рівною цього середньому значенню.

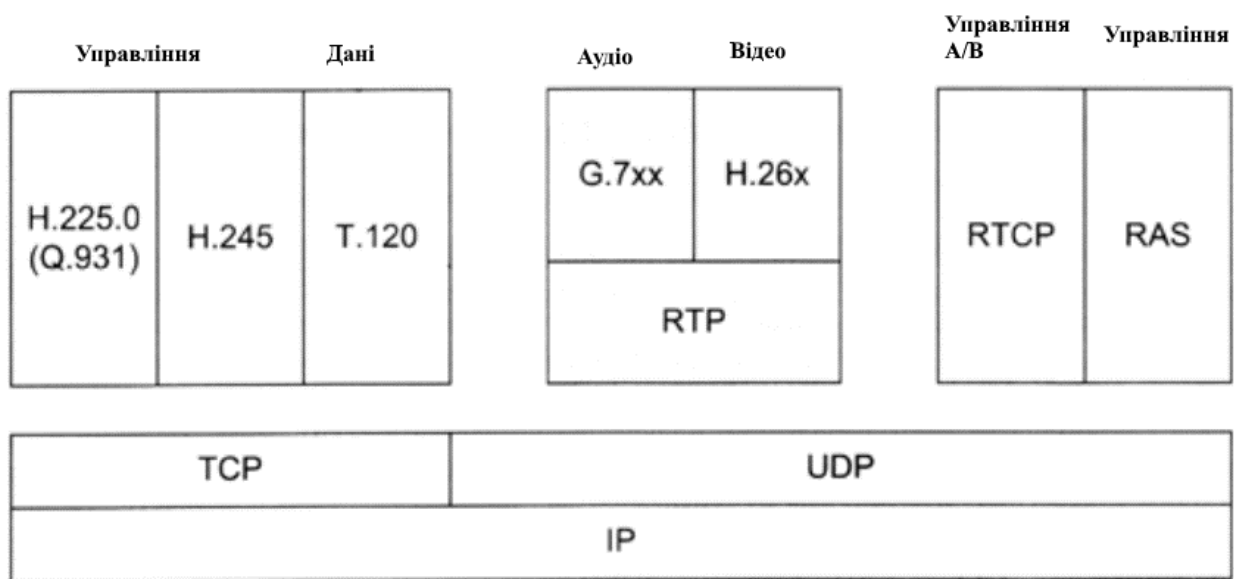


Рис. 3.7. Стек протоколів H.323

RTF можна поєднати з RSVP для передачі синхронізованої мультимедіа інформації з певним рівнем якості обслуговування. Оскільки розмови ведуться без шифрування, будь-який вузол, через який ідуть дані, може підключитися до лінії і прослухати розмову. Тому у RTF є певний механізм, що забезпечує захист від несанкціонованого доступу. Нажаль цей механізм не досить надійний, тому його можна вважати тільки тимчасовим рішенням.

Для розширення можливостей RTF можна об'єднавши з RTCP. З RTCP можна контролювати доставку RTF-пакетів і забезпечується зворотний зв'язок з іншими учасниками сеансу RTCP.

У RTF також є і негативні сторони. Він не може вплинути на затримку, але він скорочує тремтіння звуку при відтворенні. RTP не робить ніяких заходів для відновлення втрачених пакетів. Поєднання RTP і RSVP офіційно не входить в комплект протоколів H.323.

Забезпечення якості IP-телефонії на базі диференційованого обслуговування

DiffServ – це ще одна технологія, що була розроблена для покращення QoS.

DiffServ використовує RSVP для відправлення пакетів.

Існує три класи DiffServ для IP-мереж:

- по мірі можливості;
- з контрольованою завантаженістю;
- з гарантованим обслуговуванням.

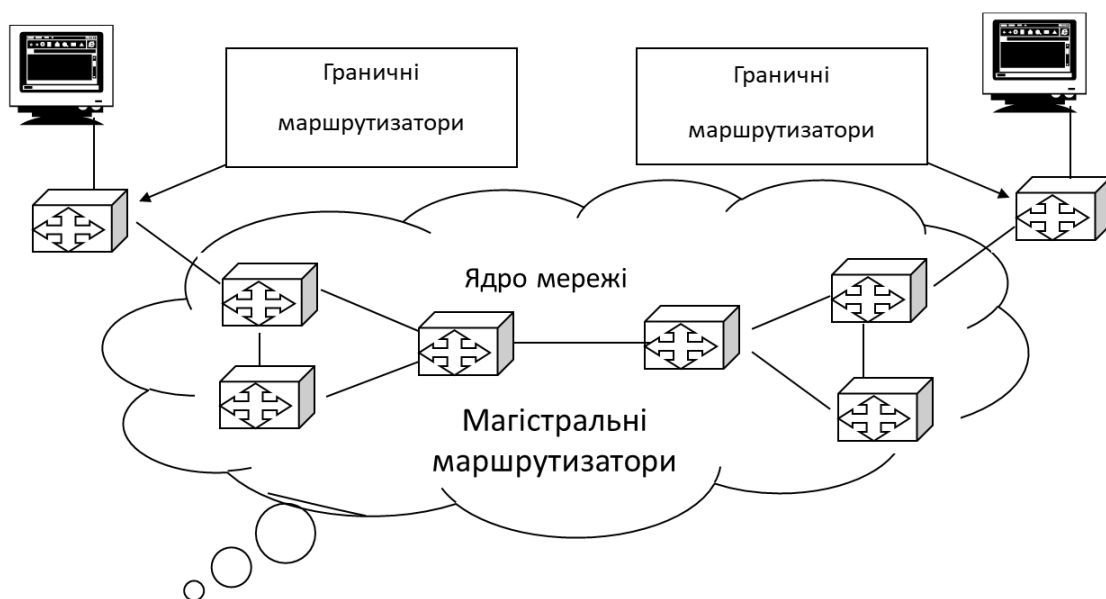


Рис. 3.8. Модель обслуговування різнотипного трафіка (Diff-Serv)

Diff-Serv зазвичай використовується в корпоративних мережах, оскільки має проблеми з масштабованістю.

Диференційоване обслуговування пропонує більш простий і масштабований метод QoS, ніж RSVP. Головною особливістю DiffServ є поле «Тип сервісу» в заголовку IPv4, що називається «Диференційованим обслуговуванням» (DS). Це поле може містити інформацію, на підставі якої вузли вздовж маршруту визначають як їм варто оброблювати пакети і передавати їх наступному маршрутизатору. Це поле має інформацію за якою вузлі оброблюють пакети і перенаправляють їх.

Для використання DiffServ потрібні маршрутизатори, що розуміють мітки на потоках даних і можуть реагувати їх. З популяризацією DiffServ все більше компаній підтримує цю архітектуру.

Організаційні аспекти забезпечення параметрів якості IP-телефонії

До провайдерів часто звертаються компанії, що не мають досвіду керування мережею за сервісами IP-телефонії. Зараз є багато постачальників цього сервісу і кожен провайдер вживає спеціальні заходи для утримання та підвищення кількості нових клієнтів.

Один із способів зробити це – різного роду акції. Але більш оптимальним варіантом буде укладання контракту з чітко прописаними рівнем якості сервісу, цінами, та очікуваними втратами між провайдером та клієнтом. Для таких контрактів провайдери повинні забезпечити безперебійну роботу сервісів, вказати дні для регламентних робіт, а також клас якості послуги, де будуть вказані пропускна здатність, затримка і втрата пакетів.

Провайдер визначає кілька рівнів QoS і визначає ціну на них. Найнижчий рівень QoS може використовуватися для передачі звичайних даних в Інтернеті. Більш високий для важливих даних. Найвищий рівень обслуговування - для додатків реального часу (відео-конференції).

Замовники та сервіс-провайдери мають ввести моніторинг для ведення облікового журналу, щоб бути впевненими у виконанні контракту з обох сторін.

Якість послуг може бути ключовим фактором між сервісом-провайдером та її боротьбу за клієнтуру.

3.6 Розрахунок мінімальної пропускної спроможності

Під QoS розуміється можливість телекомунікаційної мережі забезпечити параметри передачі, необхідні для даного класу трафіку. Такими параметрами можуть бути:

- затримка;
- варіація затримки;
- процент загублених пакетів;
- кількість помилок в каналі;
- гарантована швидкість передачі та ін.

Клас трафіку - тип інформації, що передається, наприклад, HTTP, HTTPS, FTP, голос, відео, та ін.

Розглянемо формулу підрахунку мінімальної пропускної здатності V_{\min} для одного голосового з'єднання:

$$V_{\min} = L * V * 8 \text{ біт} \quad (1)$$

де

V_{\min} - мінімальна пропускної здатність

L – повний розмір пакету (включаючи сумму усіх заголовків);

V – швидкість генерації (співвідношення 1000/розміру пакету в мілісекундах);

Для різних кодеків зв'язок розміру пакету в байтах та розміру пакету в мсек звичайно, відрізняється.

Наприклад, для G.711 1мс - це 8 байт, а для G.729 1мс – це 1 байт.

Для прикладу розглянемо G.729 через IP, які рекомендується використовувати на каналах менше 768 кбіт/с:

$$L = 20 \text{ байт IP заголовок} + 8 \text{ байт заголовок UDP} + 12 \text{ байт заголовок RTP} + l$$

де l - розмір голосового блоку (розглянемо три варіанта: $l_1 = 20$ байт,

$l_2 = 40$ байт та $l_3 = 60$ байт).

Швидкість генерації:

$$V_1 = 1000 / 20 = 50 \text{ пакетів};$$

$$V_2 = 1000 / 40 = 25 \text{ пакетів};$$

$$V_3 = 1000 / 60 = 17 \text{ пакетів};$$

Мінімальна пропускна здатність для кодека G.729 при голосових блоках різного розміру становить:

$$B_{1\min} = (46 + 20) \times 50 \times 8 = 27000 \text{ біт/с} = 27 \text{ кбіт/с};$$

$$B_{2\min} = (46 + 40) \times 25 \times 8 = 18000 \text{ біт/с} = 18 \text{ кбіт/с};$$

$$B_{3\min} = (46 + 60) \times 17 \times 8 = 14416 \text{ біт/с} \approx 14 \text{ кбіт/с}.$$

По цим розрахункам можна побачити, як заголовки змінюють необхідну пропускну здатність. Технологія компресування службової інформації дозволяє це виправити. Таким чином, ми змінюємо 40 байтний заголовок на 2 байтний. Тоді при стисненні кодеком G.729 одного голосового сигналу ми отримаємо:

$$B_{1\min} = (8 + 20) * 50 * 8 = 11200 \text{ біт/с} = 12 \text{ кбіт/с};$$

$$B_{2\min} = (8 + 40) * 25 * 8 = 9600 \text{ біт/с} = 10 \text{ кбіт/с};$$

$$B_{3\min} = (8 + 60) * 17 * 8 = 9248 \text{ біт/с} = 9.5 \text{ кбіт/с};$$

Врахуємо, що при розмові 40 % - це паузи, отримаємо:

$$B_{1\min} = (8 + 20) * 50 * 8 * 0.6 = 6720 \text{ біт/с} = 7 \text{ кбіт/с};$$

$$B_{2\min} = (8 + 40) * 25 * 8 * 0.6 = 11520 \text{ біт/с} = 11.5 \text{ кбіт/с};$$

$$B_{3\min} = (8 + 60) * 17 * 8 * 0.6 = 16320 \text{ біт/с} = 16 \text{ кбіт/с};$$

Чим більший розмір голосового блоку, тим тим більша буде загальна затримка.

Існують два основні фактори, що впливають на якість голосового трафіку:

- Затримка пакетів;
- Втрати пакетів.

Затримки пакетів в мережі можуть виражатись в погіршенні якості голосу в зв'язку із загальною затримкою між абонентами або втратами пакетів, якщо затримка змінюється.

Втрати пакетів виражаються в обривах та пропусканнях в розмовах.

Мережа виконує свої зобов'язання вести стан кожного інформаційного потоку та застосовувати конкретно до нього класифікацію пакетів, контроль та обробку черг. Необхідність ведення стану кожного потоку погіршує масштабування даної моделі. На сьогоднішній день модель IntServ забезпечується протоколом RSVP.

ВИСНОВКИ

В цій роботі розглянули способи управління IP-телефонії, її побудови, проаналізували структури та параметрів цих систем. Провели аналіз процесів автоматизації систем управління IP-телефонією. Також ми побачили якими були виклики до появи IP-телефонії і як тогочасна телефонія пересікається з сучасною. Для надійну роботу системи управління важливими чинниками є сучасне обладнання та операційно-програмна складова. Сам процес організації необхідно здійснюватися у відповідності до дій, які спрямовані на створення безперебійної та прогнозованої, продуктивної системи управління, що в свою чергу має забезпечувати необхідну якість послуг для теперішніх та потенціальних споживачів.

В цій роботі було розглянуто: протоколи різних рівнів, показники мережі, методи оцінки якості та класифікація якості передачі голосових повідомлень.

Підсумовуючи всі данні своєї роботи я виділяю такі переваги та недоліки використання IP-телефонії:

1) Переваги:

- конфіденційність переговорів;
- ефективність використанні;
- Забезпечення безкоштовного зв'язку в межах зон Wi-Fi;
- Можливість використанні телефонії на ПК;
- менші витрати на міжміські і міжнародні переговори;

2) Недоліки:

- втрати пакетів в мережі при збільшенні трафіку;
- затримка пакетів, що визначається трафіком;
- перестановкою пакетів, які прийшли різними шляхами;

Проведено розрахункову частину роботи ми побачили вплив використання різних кодеків, довжина повідомлень та розміри заголовків.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Что важно знать об IP-телефонии? -22.04.2020- Режим доступа до ресурсу: https://www.opennet.ru/docs/RUS/voip_asterisk/1.html
2. Управління телекомунікаційними мережами - 05.04. 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.its.kpi.ua/subjects/25/default.aspx>
3. Voip кодеки – подробное описание и характеристики – 01.05.2020 - Режим доступу до ресурсу <https://wiki.merionet.ru/ip-telephony/5/voip-codecs/>
4. Основи Інфокомунікацій – В.Г.Кривуца Л.Н. Беркман В.В. Лапінський. Київ ДУІКТ 2011, 276 с.
5. Quality of service – 05.04.2020 - Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Quality_of_service
6. Преимущества IP-телефонии – 29.04.2020 - Режим доступу до ресурсу: <http://allta.com.ua/ip-calls-benefits>
7. Заїка В.Ф., Варфоломеева О.Г., Домрачева К.О., Гринкевич Г.О. «Навчальний посібник для самостійної роботи з дисципліни “ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ”» - Київ – 2019. – 314 с
8. Voice over IP – 01.04. 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Voice_over_IP
9. Підсистема технічної діагностики для автоматизації процесів керування в інтегрованих інформаційних системах - А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко 129с.
10. Energy Efficient Smart Phones for 5G Networks - Ayman Radwan, Jonathan Rodriguez 229с.
11. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі.- К.: Техніка, 2001.- 650с.

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Дослідження принципів управління якістю IP-телефонії

*Виконав:
Студент групи ТСД-41
Чичерін Е. С.*

Значимі особливості архітектури TMN є :

- Можливість інтеграції управління різномірними мережами, за рахунок комплексної стандартизації великого числа аспектів поведінки і структури системи управління а також в силу того, що стандарти TMN є офіційними стандартами ITU-t;
- Високий ступінь масштабованості рішень завдяки підтримці моделі OSI і специфічним елементам для побудови великих розподільчих систем: проміжної мережі передачі даних, що зберігає інформацію про їх властивості та місцезнаходження, тощо;
- Захищеність управління за допомогою використання відкритих стандартів безпеки, Міжнародної організації зі стандартизації і взаємодії відкритих систем



Структура рівнів керування мережі TMN

Цілі при впровадженні TMN:

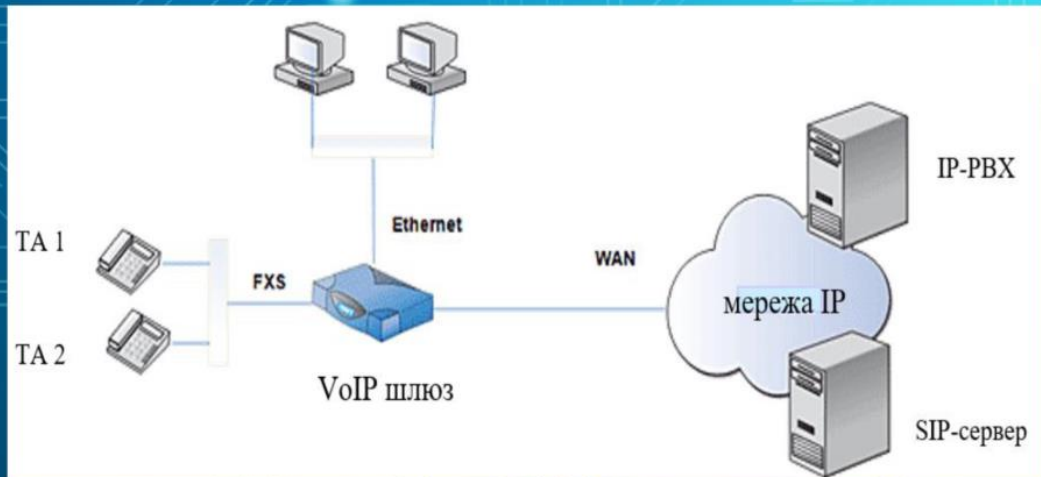
- мінімальний час реакції системи
- мінімізація навантаження, створюваної системою управління (особливо при використанні електрозв'язку)
- ізоляція місць пошкодження
- ізоляція місць можливості дистанційних викликів

IP-телефонія



IP-телефонія – технологія, медіа-передачі даних за допомогою протоколів TCP/IP. В IP-телефонії аналоговий звуковий сигнал дискретизується у бінарний код і передається іншому абоненту, де проведеться зворотня операція.

Схема IP-телефонії з використанням шлюзу VoIP



Переваги та недоліки IP-телефонії

Переваги:

- конфіденційність переговорів;
- ефективність використання;
- забезпечення безкоштовного зв'язку в межах зон Wi-Fi;
- можливість використання телефонії на ПК;
- менші витрати на міжміські і міжнародні переговори;

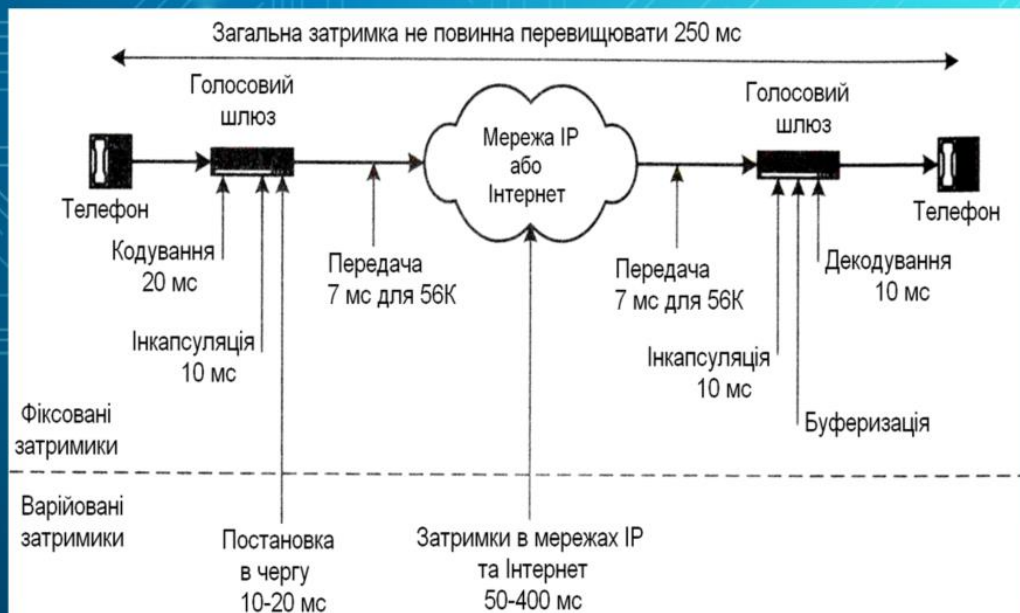
Недоліки:

- втрати пакетів в мережі при збільшенні трафіку;
- затримка пакетів, що визначається трафіком;
- перестановкою пакетів, які прийшли різними шляхами;

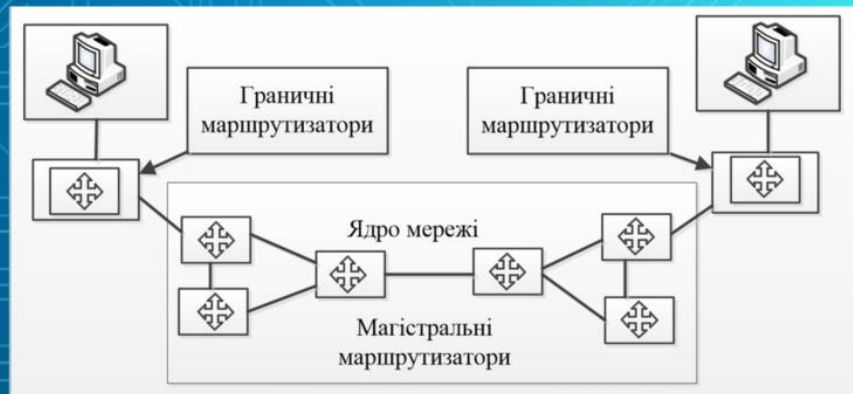
Негативно впливаючі фактори на якість IP-телефонії

Якість передачі голосу	Якість передачі сигналізації
<ul style="list-style-type: none"> - Відлуння - Гучність - Діалог - Розбірливість 	<ul style="list-style-type: none"> - Встановлення а завершення зв'язку - Багато-частотний набір (DTMF)
Якість шлюзу	Якість передачі сигналізації
<ul style="list-style-type: none"> - Продавлення відлуння - Пакетизація - Буфер для встановлення джитера - Запобігання перевантаження - Керування DTMF 	<ul style="list-style-type: none"> - Максимальна якість на всьому шляху - Затримка - Джитер - Втрата пакетів

Джерела затримки в мережі IP-телефонії



Модель обслуговування трафіка Diffserv



- 1) Трафік, що поступає в мережу, класифікується, маркується, обмежується або вирівнюється граничними маршрутизаторами.
- 2) Маршрутизатор ядра мережі реалізує функцію планувальника РНВ політики, тобто обробки черг
- 3) Diffserv визначено два класи трафіку:
 - клас термінової пересилки
 - клас гарантованої пересилки пакетів

Висновки

1. Проаналізовано переваги та недоліки IP.
2. Досліджено 2 базові концепції управління: TMN I Smart TMN.
3. Визначено взаємодію процесів та протоколів різних рівнів.
4. Проаналізовано існуючі оцінки якості функціонування IP-мережі.



**Дякую за
увагу**