

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА ПІДПРИЄМСТВА З
ВИКОРИСТАННЯМ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ»

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
за спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(код, найменування спеціальності)

освітньо-професійної програми Комп'ютерні системи та мережі
(назва)

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело*

(підпис)

Владислав НОРЕЦЬ
(ім'я, ПРИЗВИЩЕ здобувача)

Виконав: здобувач вищої освіти гр.КІД-42
Владислав НОРЕЦЬ
(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник: В'ячеслав ЧЕРЕВИК
К.т.н., доцент (ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Рецензент: _____
(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Київ 2024

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій

Кафедра Комп'ютерної інженерії
 Ступінь вищої освіти «Бакалавр»
 Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
 Освітньо-професійна програма Комп'ютерні системи та мережі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедру Комп'ютерної інженерії
Наталія ЛАЩЕВСЬКА
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
 “___” ___ 2024 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Нореця Владислава Романовича

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Комп'ютерна мережа підприємства з використанням IP-телефонії

керівник роботи В'ячеслав ЧЕРЕВИК, к.т.н, доцент
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від “___” __ 2024 р. №___

2. Строк подання кваліфікаційної роботи _____

3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи:
Показники якості мережі.

Програмне забезпечення VoIP.

Фактори впливу на мережу.

Науково-технічна література.

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

1. Дослідження перспектив розвитку та особливостей реалізації IP-телефонії.

2. Дослідження шляхів забезпечення якості та факторів впливу на ефективність роботи мережі.

3. Практична реалізація телефонної мережі IP-телефонії на базі підприємства.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу: *презентація*

6. Дата видачі завдання “ ” _____ 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підбір технічної літератури		Виконано
2.	Аналіз поширення та застосування IP-телефонії. Перспективи подальшого розвитку		Виконано
3.	Дослідження шляхів забезпечення якості та факторів впливу на ефективність роботи мережі		Виконано
4.	Практична реалізація мережі IP-телефонії на підприємстві		Виконано
5.	Розробка демонстраційних матеріалів, доповідь.		Виконано
6.	Оформлення роботи		Виконано

Здобувач вищої освіти _____ Владислав НОРЕЦЬ
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ В'ячеслав ЧЕРЕВИК
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття ступня бакалавр: 68 стор., 36 рис., 3 табл., 31 джерело.

Мета роботи - підвищення показників якості та практичних аспектів реалізації мережі IP-телефонії для підприємства.

Об'єкт дослідження - процес функціонування та реалізації мережі IP-телефонії

Предмет дослідження – мережа IP-телефонії.

Короткий зміст роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи виконано огляд сучасного стану, тенденції розвитку та особливості застосування IP-телефонії, на базі яких будуються корпоративні мережі. Розглянуто структуру, архітектуру та реалізацію мереж з IP-телефонією. наведено приклад можливих типів з'єднання і особливості їх організації.

Проаналізовано методи забезпечення якості IP-телефонії. Встановлено, що для забезпечення якості IP-телефонії використовують протоколи, диференційне обслуговування та MPLS.

У практичній частині проаналізовано використання обладнання для організації IP-телефонії та було розглянуто особливості побудови корпоративної телефонної мережі на базі підприємства. Проведений аналіз щодо забезпечення якості обслуговування в мережі. Так само були протестовані різні моделі абонентських терміналів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МЕРЕЖА, ТЕЛЕФОНІЯ, КОМУТАЦІЯ, ДЖИТЕР, ПРОТОКОЛ, VOIP, АТС, SIP, IP, ШЛЮЗ, IP-МЕРЕЖА, QOS, MPLS, МАРШРУТИЦЗАЦІЯ, ТМЗК, МАГІСТРАЛЬ, ПАКЕТ.

ABSTRACT

The text part of the qualification work for obtaining a bachelor degree: 68 pages, 36 figures, 3 tables, 31 sources.

The purpose of the work is to increase the quality indicators and practical aspects of the implementation of the IR-telephony network for the enterprise.

The object of the research is the process of functioning and implementation of the IR-telephony network

The subject of the research is the IR-telephony network.

Brief content of the work: In the first section of the qualification work, an overview of the current state, development trends and features of the use of IP telephony, on the basis of which corporate networks are being built, is performed. The structure, architecture and implementation of networks with IR telephony are considered. an example of possible types of connection and features of their organization is given.

The methods of ensuring the quality of IP telephony are analyzed. It has been established that protocols, differential service and MPLS are used to ensure the quality of IP telephony.

In the practical part, the use of equipment for the organization of IP telephony was analyzed and the peculiarities of building a corporate telephone network on the basis of the enterprise were considered. Conducted analysis on ensuring the quality of service in the network. Different models of subscriber terminals were also tested.

KEY WORDS: NETWORK, TELEPHONY, SWITCHING, JITTER, PROTOCOL, VOIP, PBX, SIP, IP, GATEWAY, IR-NETWORK, QOS, MPLS, ROUTING, TMZK, BUS, PACKET.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ.....	11
1.1 Огляд світового ринку ІР-телефонії.....	11
1.2 Аналіз ринку ІР-телефонії.....	12
1.3 Аналіз перспектив розвитку ІР-телефонії.....	17
1.4 Огляд сучасного програмного забезпечення VoIP.....	21
1.5 Дослідження особливостей функціонування та технічних особливостей ІР-телефонії.....	25
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ МЕРЕЖІ.....	34
2.1 Дослідження показників якості ІР-телефонії.....	34
2.2 Фактори впливу на показники якості ІР-телефонії.....	37
2.3 Шляхи забезпечення якості ІР-телефонії.....	46
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ МЕРЕЖІ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ...54	54
3.1 Огляд мережі підприємства ТОВ "WESTCOM".....	54
3.2 Аналіз технічних особливостей комутації VoIP мереж.....	58
3.3 Особливості комутації з корпоративною телефонною мережею.....	60
3.4 Огляд технічного забезпечення підприємства.....	62
ВИСНОВКИ.....	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	73
ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....	76

ВСТУП

Актуальність теми. Постійне зростання ринку IP-телефонії зумовлене зростанням попиту на гнучкі та масштабовані комунікаційні рішення. Іншим фактором, що сприяє, є економічна ефективність IP-телефонії, яка пропонує потенційну економію порівняно з традиційними системами телефонії.

Підприємства приваблюють ці заощадження та шукають ефективну комунікаційну інфраструктуру. Потреба в рішеннях IP-телефонії ще більше підкреслюється зростанням віддаленої та мобільної роботи, що забезпечує безперебійне підключення в різних місцях.

Ринок IP-телефонії зазнав значного зростання через різні фактори. Компанії приваблюють підвищення ефективності та потенційна економія коштів, які забезпечує IP-телефонія, що призводить до її широкого впровадження. Ринок демонструє стійкість, адаптуючись до глобальних економічних змін, як це видно через його фокус на інноваціях, стратегічних партнерствах та інвестиціях у технології.

На сучасних рівнях розвитку та реалізації у VoIP є низка переваг при порівнянні з звичайною телефонією, а саме: дешевизна VoIP; порівнюючи звичайну телефонію, а саме технічне забезпечення каналу зв'язку більш простіше, тому нижча експлуатаційна витрата; мережі з використанням комутації пакетів є більш стійкою, ніж мережа яка використовує комутацію каналів, в них більш ефективніша продуктивність каналу; кінцевий клієнт має змогу використовувати новіший набір обладнання доступу в порівнянні від традиційних апаратів та факсів до ПК; можливість доступу до набору послуг незалежно від місця знаходження; можливість налаштування набору різноманітних послуг. Таким чином, мета бакалаврської роботи, яка присвячена дослідженню теоретичного та практичного аспектів застосування та розгортання мереж IP-телефонії на базі підприємства є актуальною.

Мета роботи - підвищення показників якості та практичних аспектів реалізації мережі IP-телефонії для підприємства.

Для виконання поставленої мети, у бакалаврській роботі розроблено та виконано наступні завдання:

- дослідження перспектив розвитку та особливостей реалізації IP телефонії;
- дослідження шляхів забезпечення якості та факторів впливу на ефективність роботи мережі;
- практична реалізація телефонної мережі IP-телефонії на базі підприємства.

Об'єкт дослідження - процес функціонування та реалізації мережі IP-телефонії

Предмет дослідження – мережа IP-телефонії

Методи дослідження. У роботі використані методи теорії інформації, теорії масового обслуговування, методи комунікації, методи математичного моделювання, методи оптимізації системи, теорії електрозв'язку.

Джерела дослідження:

- <https://financesonline.com/voip-trends>;
- <https://financesonline.com/voip-software-trends>;
- <https://www.livebusiness.com.ua/tools/voip>;
- <http://voip.ua>;
- <https://vega.ua/blog/yak-pracuje-voip>.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна кваліфікаційної роботи, полягає у розробці практичних рекомендацій підвищення показників якості мережі IP-телефонії

Практична значущість одержаних результатів. Практична значимість дослідження полягає у можливості практичного застосування досліджуваних технологій, які дозволяють мінімізувати витрати реалізації мережі.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Основні положення і результати кваліфікаційної роботи доповідались і обговорювались на двох науково-практичних конференціях.

РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ

1.1 Огляд світового ринку ІР-телефонії

У 2022 році розмір ринку ІР-телефонії оцінювався в 25,9 мільярда доларів США. Прогнозується, що галузь ринку ІР-телефонії зросте з 29,57 мільярда доларів США у 2023 році до 85,564 мільярда доларів США до 2032 року, демонструючи сукупний річний темп зростання (CAGR) 14,20% під час прогнозу. період (2023 - 2032). Основним фактором ринку, який впливає на ринок ІР-телефонії, є економічна ефективність послуг. Очікується, що провідні компанії галузі, які купують і розширюють свій бізнес, також сприятимуть зростанню ринку [1].

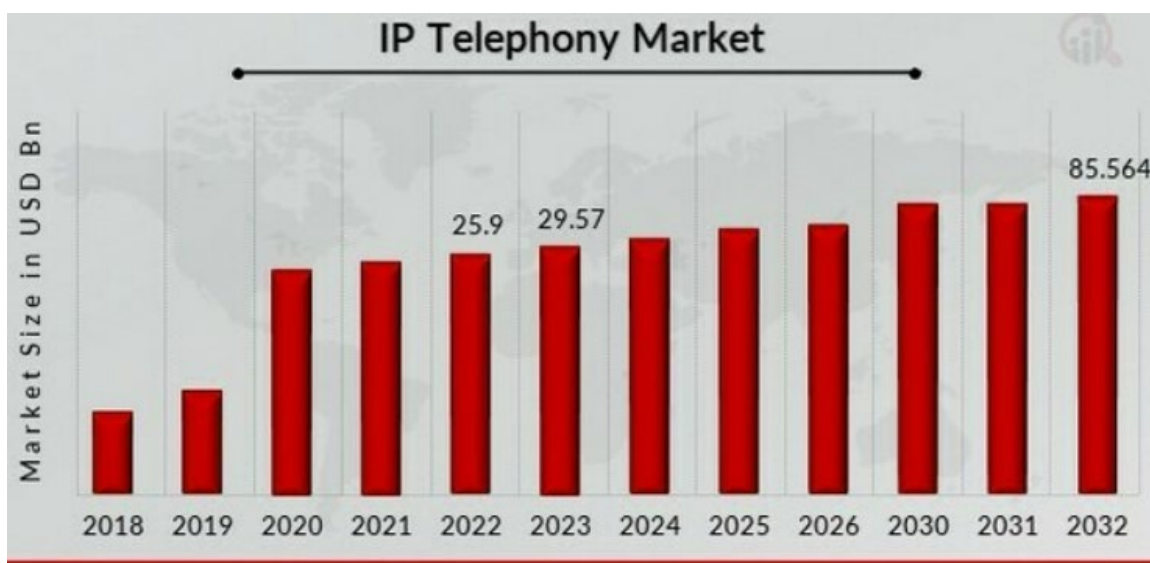


Рисунок 1.1 – Графік зростання ринку ІР-телефонії

Стрімкий розвиток технологій також призвів до зростання вразливостей в останні роки. Компанії все більше покладаються на товари та послуги ІР-телефонії через зростання кількості кібератак і небезпек. За даними ІВМ, лише у 2021 році загальна вартість витоку даних в організаціях становитиме майже 6 трильйонів доларів. Очікується, що цифри зростуть протягом очікуваного періоду часу. Тому надзвичайно важливо захистити дані та уникнути їх витоку. Тому підприємства

впроваджують системи IP-телефонії. Очікується, що ці елементи розширять CAGR ринку IP-телефонії протягом очікуваного періоду часу.

Крім того, уряди або підприємства з монополією або майже монополією часто домінують у традиційних телефонних системах. Вони прагнуть домінування на ринку у своїй країні та покладаються на гонорари для отримання доходу. У результаті системи IP-телефонії дешевші, ніж звичайні послуги, а деякі провайдери навіть пропонують безкоштовні дзвінки. Для рішень IP-телефонії потрібне лише наявне підключення до Інтернету; не потрібні додаткові апаратні засоби чи інфраструктура. У результаті організації можуть покращити комунікацію, витрачаючи менше грошей і працюючи ефективніше. Як наслідок, розширення ринку IP-телефонії відбувається завдяки низькій вартості систем IP-телефонії.

Однак Інтернет речей (IoT) об'єднує всі гаджети, що підтримують доступ до Інтернету, щоб спростити обмін даними. У міру розвитку технології IoT системи IP-телефонії ставатимуть все більш важливими для передачі та збору даних. Інтернет речей та IP-телефонія можуть революціонізувати бізнес, якщо їх використовувати разом. Корпорації також можуть будувати розумні офіси. Ці робочі місця можуть бути такими ж простими, як мережа, яка збирає всі дані з офісного обладнання, щоб надати працівникам доступ до необхідної інформації незалежно від місця розташування. Іншим складним варіантом є робочі місця з голосовою активацією, які дозволяють користувачам вимагати, щоб VoIP записував зустрічі для них. Таким чином, прогнозується, що поєднання систем IP-телефонії з Інтернетом речей представить різноманітні перспективи зростання ринку. Таким чином, стимулюючи дохід на ринку IP-телефонії [2].

1.2 Аналіз ринку IP-телефонії

Огляд компонентів IP-телефонії. Сегментація ринку IP-телефонії на основі компонентів включає обладнання та послуги. На ринку домінував апаратний сегмент. Ринок рішень IP-телефонії нещодавно розширився завдяки швидкому розвитку обладнання для віддаленої роботи. Ще одним ключовим фактором, що

сприяв розширенню підсегменту апаратного забезпечення IP-телефонії в останні роки, стало зростання визнання IP-телефонії в різних глобальних секторах.

Розмір організації IP-телефонії. Сегментація ринку IP-телефонії на основі розміру організації включає МСП і великі підприємства. Найбільший дохід принесла категорія МСП. Основним драйвером зростання IP-телефонії є вибуховий розвиток глобального сектору малого та середнього бізнесу. Малий і середній бізнес віддає перевагу IP-телефонії, оскільки у нього немає великих грошей, щоб витратити на численні підписки, дорогі міжнародні дзвінки та інші послуги.

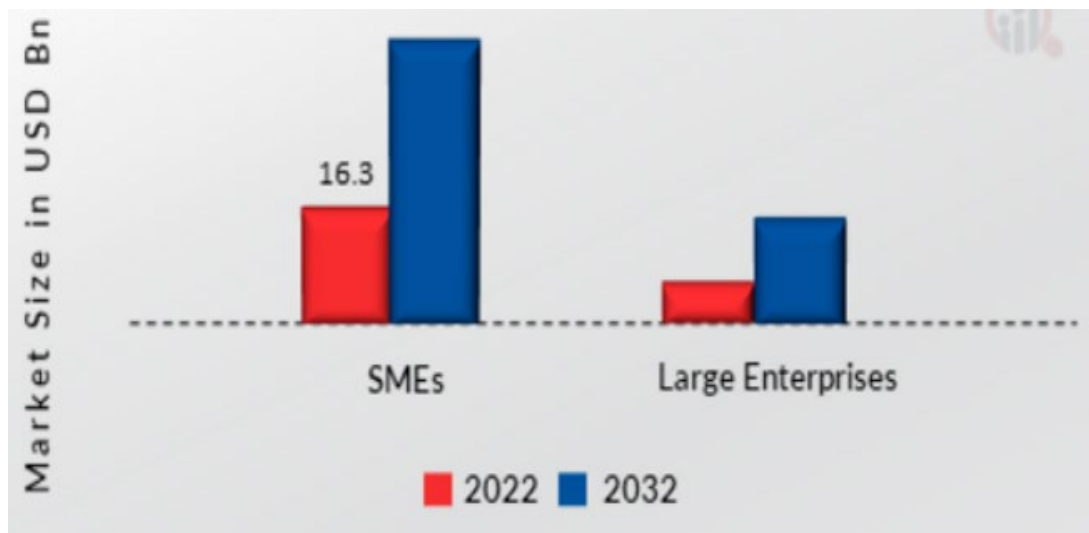


Рисунок 1.2 - Ринок IP-телефонії за розміром організації, 2022 та 2032 млрд.

Статистика підключення IP-телефонії. Сегментація ринку IP-телефонії на основі підключення включає дротові та бездротові. Категорія бездротового зв'язку принесла найбільший дохід. Одна з головних переваг бездротових інсталяційних інструментів — простота їх використання. Крім того, наявність бездротового з'єднання для здійснення міжнародних дзвінків з будь-якої точки світу має значні фінансові переваги [3].

IP Telephony Vertical Insights. Сегментація ринку IP-телефонії за вертикаллю включає BFSI, IT та телекомунікації, роздрібну торгівлю та уряд. Категорія BFSI принесла найбільший дохід. Зараз сектор BFSI значною мірою покладається на комунікацію через різноманітні канали. Щоб взаємодіяти зі своїми

партнерами по ланцюжку створення вартості, основні гравці у фінансовому та страховому секторах хочуть мати надійні рішення для голосового зв'язку на вимогу. Технологія IP-телефонії є відповідним рішенням у галузі BFSI, щоб гарантувати підключення та покращити швидкість реагування.

Регіональна інформація про IP-телефонію. За регіонами дослідження надає інформацію про ринок Північної Америки, Європи, Азіатсько-Тихоокеанського регіону та решти світу. Північноамериканський ринок IP-телефонії буде домінувати на цьому ринку. Ці чинники є результатом глобального зростання використання програм IP-телефонії та технологічного вдосконалення. Ці програми зазвичай розробляються в певних галузях промисловості, зокрема BFSI, охорона здоров'я, роздрібна торгівля, ІТ та телекомунікації. Крім того, очікується, що зростання регіону сприятиме широкому використанню послуг IP-телефонії, передовій телекомунікаційній інфраструктурі та привабливості мобільності робочої сили [4].

Крім того, основними країнами, дослідженими у звіті про ринок, є США, Канада, Німеччина, Франція, Великобританія, Італія, Іспанія, Китай, Японія, Індія, Австралія, Південна Корея та Бразилія.

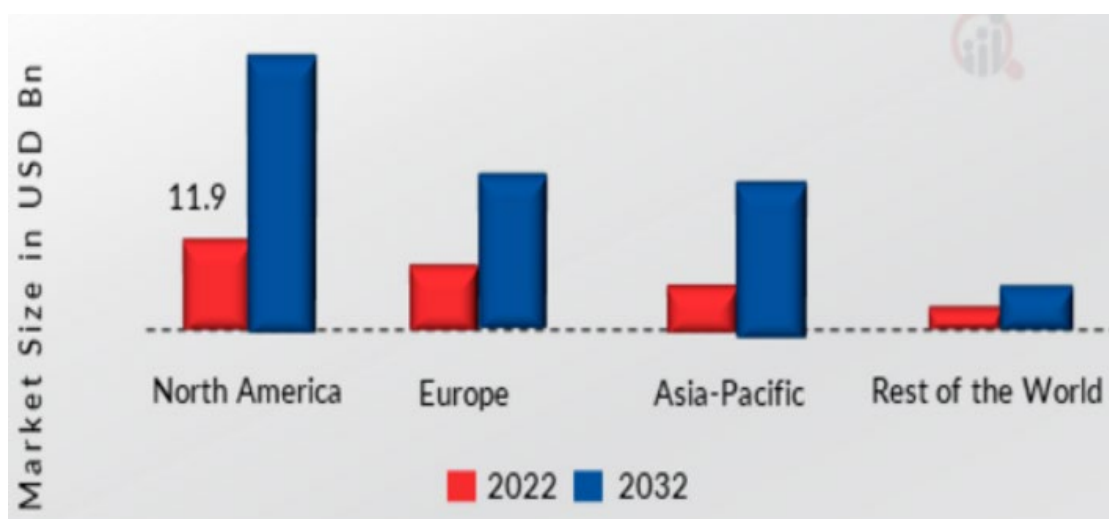


Рисунок 1.3- Частка ринку IP-телефонії за регіонами 2022 (млрд дол.)

Європейський ринок IP-телефонії займає другу за величиною частку ринку завдяки численним регіональним гравцям. Ключові організації також

використовують різні методи, включаючи створення продукту та злиття та поглинання, серед іншого, щоб отримати конкурентну перевагу над конкурентами. Крім того, зростання використання смартфонів, проникнення Інтернету та впровадження хмарних комунікаційних систем сприятиме розширенню ринку. Крім того, ринок IP-телефонії Німеччини займав найбільшу частку ринку, а ринок IP-телефонії Великобританії був ринком, що розвивався найшвидше в європейському регіоні.

Очікується, що ринок IP-телефонії в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні зросте найшвидшим CAGR з 2023 по 2032 роки завдяки розширенню підприємств у цій галузі. Обсяг технологічних проривів у цій галузі є ще одним важливим фактором, що стимулює зростання ринку Азіатсько-Тихоокеанського регіону протягом прогнозованого періоду. Однак підприємства в регіоні загалом спостерігають зростання попиту на рішення IP-телефонії та програми UC, особливо в більш розвинутих економіках, таких як Японія, Південна Корея, Сінгапур та Австралія. Крім того, ринок IP-телефонії Китаю займав найбільшу частку ринку, а ринок IP-телефонії Індії був ринком, що розвивався найшвидше в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні. [5].

Ключові учасники ринку IP-телефонії та аналіз конкуренції.

Провідні гравці ринку вкладають значні кошти в дослідження та розробки, щоб розширити лінійку своїх продуктів, що допоможе ринку IP-телефонії зрости ще більше. Учасники ринку також здійснюють низку стратегічних заходів, щоб розширити свій глобальний слід, з важливими ринковими подіями, включаючи запуск нових продуктів, контрактні угоди, злиття та поглинання, збільшення інвестицій та співпрацю з іншими організаціями. Щоб розширюватися та виживати в більш конкурентному та зростаючому ринковому кліматі, індустрія IP-телефонії повинна пропонувати економічно ефективні продукти.

Виробництво на місцевому рівні для мінімізації операційних витрат є однією з ключових бізнес-тактик, які використовують виробники в глобальній індустрії IP-телефонії, щоб принести користь клієнтам і збільшити ринковий сектор. В останні роки індустрія IP-телефонії запропонувала ринку деякі з найбільш значних переваг.

Основними гравцями на ринку IP-телефонії, які намагаються збільшити ринковий попит шляхом інвестування в дослідження та розробки, є Ascom Holding AG (Швейцарія), Avaya Inc. (США), Cisco Systems Inc. (США), Gigaset Communications (Німеччина), LG Electronics. Inc. (Південна Корея), Mitel Networks Corporation (Канада), Panasonic Corporation (Японія), Polycom Inc. (США), Yealink Inc. (Китай), NEC Corporation (Японія) і Grandstream Networks Inc. (США).

Cisco Systems Inc. є інтегратором хмарних рішень, мережових рішень, рішень для безпеки, співпраці та на основі намірів. Компанія продає бездротове обладнання, контролери, точки доступу, комутатори, модулі, маршрутизатори та інтерфейси. Продукти та технології компанії допомагають клієнтам керувати додатковими мережевими підключеннями від пристроїв, користувачів та інших об'єктів. Нафта й газ, освіта, уряд, охорона здоров'я, видобуток корисних копалин, спорт, медіа, розваги, фінансові послуги, роздрібна торгівля, комунальні послуги та транспорт – це лише деякі з багатьох галузей, які підтримує Cisco. У березні 2020 року Cisco оголосила, що NTT EAST (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION) вибрала Cisco SD-WAN на базі Viptela для своїх нових керованих служб SD-WAN як частину портфоліо послуг VPN NTT EAST для бізнесу. Ці нові послуги допоможуть організаціям вирішити проблеми з мережею, викликані збільшенням кількості мобільних співробітників, браком ІТ-фахівців і зростанням витрат на технічне обслуговування мережі [6].

Побутову електроніку та побутову техніку виробляє та продає компанія LG Electronics Inc., підрозділ LG Corp. Телевізори, монітори, персональні комп'ютери, холодильники, аудіотехніка, косметична та відеотехніка, очищувачі повітря, осушувачі повітря, пральні машини, посудомийні машини, побутова та бізнес-техніка Кондиціонери повітря та пилососи є серед пропозицій продукції компанії. Крім того, компанія пропонує сонячні панелі, мобільні телефони, інформаційні дисплеї, компоненти двигунів і датчиків, оптичні рішення, виробництво обладнання, автомобільні компоненти, модулі камер, підкладки та матеріали.

1.3 Аналіз перспектив розвитку IP-телефонії

Як показав аналіз, технологія VoIP може допомогти зменшити телефонні рахунки та витрати на телеконференції до 30%. Водночас ці гнучкі системи зв'язку можуть заощадити 40% на місцевих дзвінках. І останнє, але не менш важливе: це може допомогти вам заощадити 90% на міжнародних дзвінках, рис. 1.4.

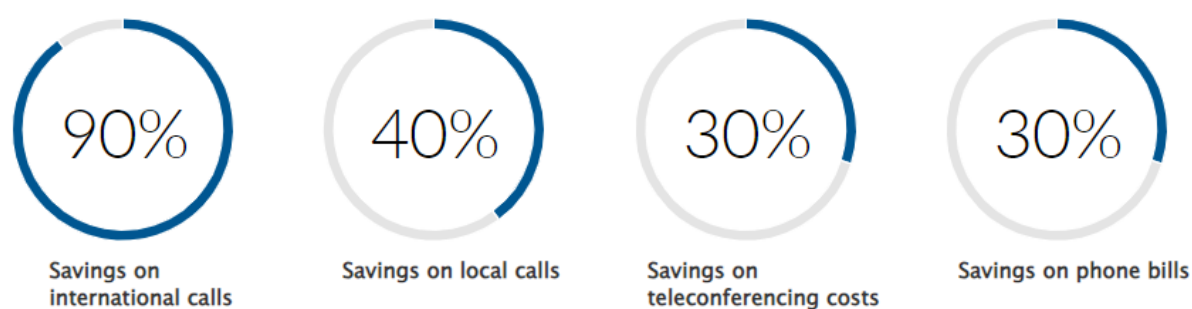


Рисунок 1.4 - Скільки можна заощадити, використовуючи технологію VoIP

Оскільки компанії виходять на глобальний рівень, їм потрібні рішення для покращення спілкування та співпраці з віддаленими співробітниками. Це збільшує попит на такі продукти VoIP, як IP-телефони та дешеві тарифні плани.

Крім того, державні установи та приватні компанії по всьому світу інвестують величезні суми в бездротові телекомунікаційні технології, такі як 4G/LTE і майбутню мережу 5G. Ці розробки сприяють підвищенню швидкості передачі для високоякісних послуг голосу та даних для компаній.

Аналізуючи подальший розвиток IP-телефонії є ряд тенденцій на які варто звернути увагу, а саме: технології 5G, штучний інтелект, розумніші помічники VoIP, застосування UCaaS, розвиток мобільних уніфікованих комунікацій, підтримка VoIP для IoT [7].

Впровадження мереж 5G є однією з найбільш обговорюваних тенденцій ринку VoIP сьогодні, оскільки це дозволить користувачам Інтернету мати кращий мобільний широкопasmовий зв'язок, блискавичну швидкість веб-перегляду, а також збільшену пропускну здатність мережі.

Крім того, нещодавнє дослідження Verizon показує, що серед інших передбачуваних переваг наявності мережі 5G – краща швидкість передачі даних (72%), покращене підключення носимих пристроїв (50%) та зменшення кількості випадків переривання викликів (47%) (Verizon Media, 2019).

У результаті ці переваги можуть лише заохочувати більше компаній використовувати VoIP, а ті, хто впроваджує VoIP, ще більше розширять їх використання [6].

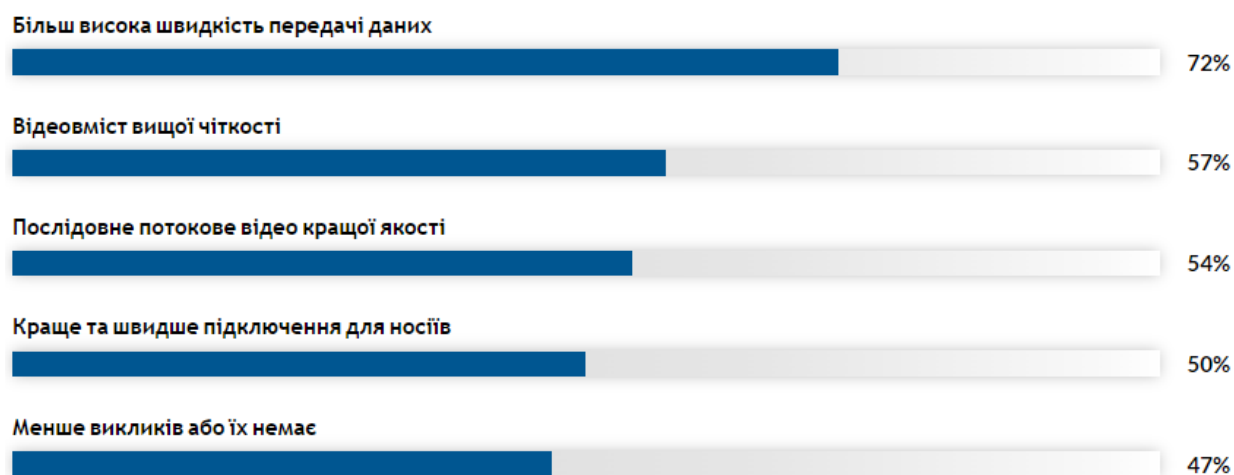


Рисунок 1.5 - Очікувані переваги мереж 5G

Застосування штучного інтелекту. У найближчі кілька років VoIP нічим не зміниться. Фактично, згідно з нещодавнім дослідженням IDC, деякі з найбільших інвестицій у штучний інтелект включають автоматизованих агентів обслуговування клієнтів (4,5 мільярда доларів), автоматизацію процесів продажів (2,7 мільярда доларів) і запобігання загрозам (2,7 мільярда доларів) (Business Wire, 2019). Більше того, дослідження показують, що до 2025 року 95% взаємодії з клієнтами відбуватимуться без участі людей (Finance Digest).

Як результат, у 2022 році спостерігалось збільшення кількості стартапів зі штучним інтелектом і впровадження цієї технології в різних галузях. Очікується, що ця тенденція триватиме до 2025 року та далі. Зрештою, він пропонує чимало переваг для професіоналів [8].

Наприклад, індустрія кол-центрів покращила надання послуг, запропонувавши варіанти самодопомоги, які ведуть клієнтів до швидких рішень, дозволяючи агентам кол-центру зосередитися та реагувати на більш складні проблеми. Штучний інтелект через ботів також буде використовуватися для прогнозування поведінки клієнтів і надання неоціненної інформації компаніям. Ви можете перевірити, як інші компанії використовують чат-ботів, щоб краще зрозуміти, як ви можете скористатися цією технологією.

Розумний помічник. Як і раніше щодо теми штучного інтелекту, за останні кілька років спостерігається зростання віртуальних помічників. Дослідження eMarketer показало, що в 2022 році 39,4% користувачів Інтернету користуються голосовими помічниками щомісяця. Тобто приблизно 111,8 мільйонів людей використовують Siri від Apple, Alexa від Amazon і Ok Google від Google для серфінгу в Інтернеті. Більше того, звіти показують, що на початку пандемії COVID-19 кількість голосових помічників зросла на 7%.

З постійним прогресом у обробці мови ми можемо очікувати, що ці віртуальні помічники будуть ще розумнішими в тому сенсі, що вони зможуть відповідати на складніші запитання користувачів. Однак ми маємо зауважити, що ця технологія не обмежується прискоренням і простішим надсиланням запитів до Інтернету.

З точки зору внутрішніх комунікацій, можливо використовувати передові помічники VoIP для запису зустрічей і транскрибування їх під час проходження. Завдяки цьому ви можете скоротити час на виконання бек-офісних завдань.

Зростання UCaaS. Майбутнє сучасних комунікаційних інфраструктур — за хмарами. Завдяки доступності Інтернету хмарні телефонні системи є просто більш економічно ефективним варіантом для бізнесу, ніж підтримка внутрішніх мереж. У результаті прогнозується, що до 2025 року ринок UCaaS досягне 24,8 мільярдів доларів США.

Завдяки UCaaS компанії можуть зосередитися на критично важливих бізнес-функціях і отримати швидкий доступ до своїх даних, аудіо- та відеозв'язку через будь-який готовий до Інтернету пристрій. Крім того, хмарні платформи UC менш імовірно застаріють швидше. Вони більш масштабовані, оскільки постачальники

можуть їх регулярно оновлювати. Крім того, оскільки все зберігається в хмарі, аварійне відновлення та безперервність бізнесу набагато простіші. Вплив пандемії COVID-19 є одним із рушійних сил ринку для такого зростання, оскільки це змусило підприємства перенести свої внутрішні АТС у хмару (Nextiva). Насправді інтерес до цих рішень зріс на цілих 86% під час пандемії (AVANT).

Але, звісно, перш ніж інвестувати в одну, найкраще спершу отримати краще уявлення про всі тонкощі цих систем. Наприклад, ви можете дізнатися більше про те, як дані UCaaS можуть допомогти вашому бізнесу. Можливо, ви навіть можете перевірити, яких проблем очікувати, коли ви впроваджуєте його для своєї компанії.

Підтримка VoIP для IoT. Пристрої VoIP розвиваються за межі надсилання голосових і відеопакетів. Отже, ми можемо очікувати, що VoIP залишатиметься актуальним, забезпечуючи, щоб усі його кінцеві точки, такі як камери та динаміки, працювали для підключення до інших пристроїв. Тут зустрічаються IoT і VoIP.

IoT з'єднує всі пристрої, що підтримують доступ до Інтернету, щоб спростити обмін даними. Оскільки ця технологія стає все більш складною, VoIP відіграватиме вирішальну роль у зборі та передачі даних на рівнях IoT.

При спільному використанні VoIP та IoT можуть змінити спосіб роботи бізнесу. Наприклад, компанії можуть створювати розумні офіси. Ці робочі простори можуть бути такими ж простими, як наявність мережі, яка збирає всі дані з вашого офісного обладнання, щоб співробітники могли мати всю необхідну інформацію, де б вони не були. Це також може бути таким же складним, як мати робочі області з голосовою активацією, де ви можете попросити VoIP записувати зустрічі для вас [9].

Але, звичайно, перш ніж почати використовувати це на своєму робочому місці, ви повинні спочатку поспостерігати, як інші компанії використовують це. Для початку ви можете переглянути ці останні тенденції IoT.

1.4 Огляд сучасного програмного забезпечення VoIP

У даному підрозділі приділено увагу аналізу програмного забезпечення VoIP, яка формує галузь. Дослідження свідчать про значне зростання використання послуг VoIP у багатьох частинах світу. Наприклад, в Індії різко зросло використання мобільного VoIP, яке досягло піку на 20% більше, ніж до COVID-19. В Індонезії аналогічні дані показують, що щоденне використання платформ VoIP на мобільних пристроях зросло до 18%. Додатки, такі як Zoom і WhatsApp, також зазнали збільшення щоденного використання на 500% і 40% відповідно.

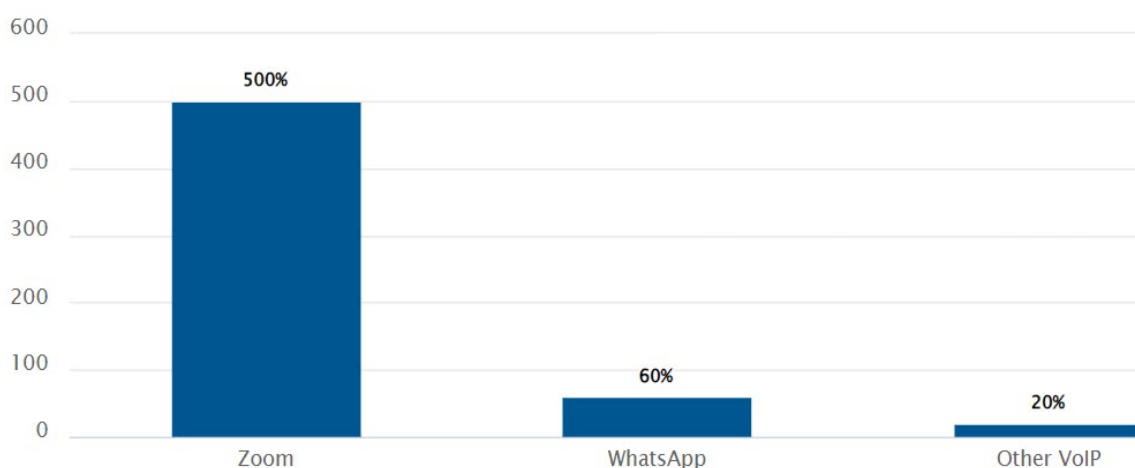


Рисунок 1.6 – Використання програм VoIP

До найкращих безкоштовних програм VoIP з відкритим кодом можливо віднести наступні програми [10]:

1. Asterisk — це безкоштовне програмне забезпечення VoIP із відкритим вихідним кодом, спонсором якого є Digium. Він пропонує ідеальне поєднання функцій АТС і розширених функцій VoIP. Asterisk використовується підприємствами, колл-центрами, малими та середніми підприємствами та державними органами по всьому світу для забезпечення своїх систем IP-АТС, конференц-серверів і шлюзів VoIP.

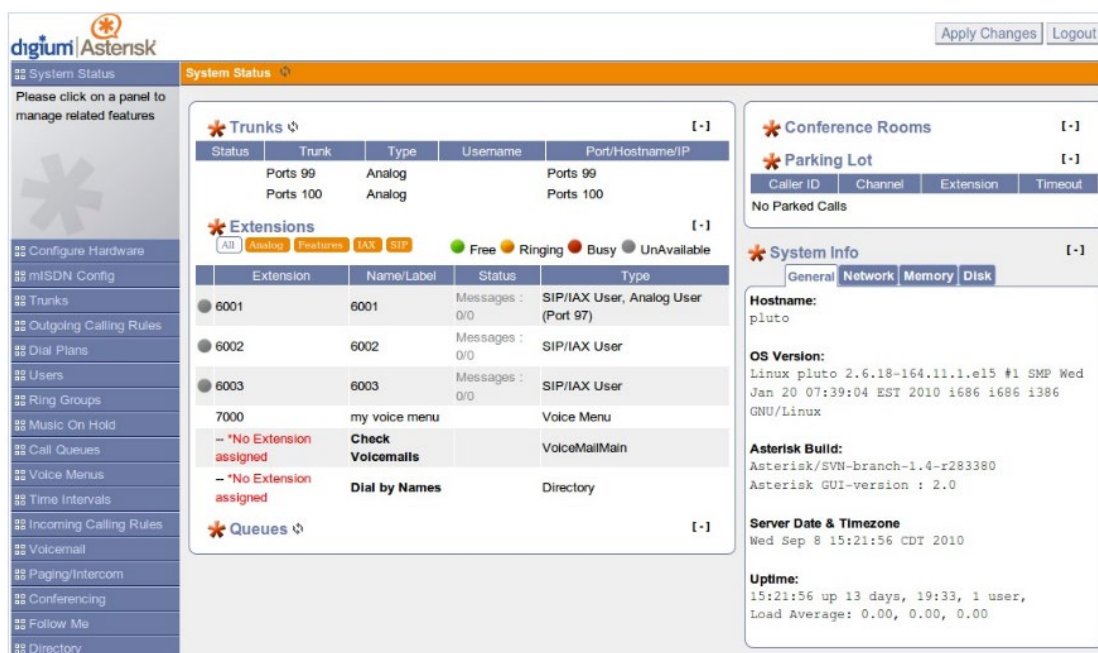


Рисунок 1.7 – Інтерфейс програмного рішення Asterisk

2. Sipxcom — це багатофункціональне програмне забезпечення для VoIP, яке надають перевагу підприємствам завдяки своїй відкритій архітектурі SIP на основі стандартів. Він дуже масштабований і підходить для середніх і великих підприємств. Він написаний з використанням C++ і Java і виконує RESTful API. Завдяки відкритому дизайну для легкої інтеграції його можна легко налаштувати відповідно до потреб вашого бізнесу.

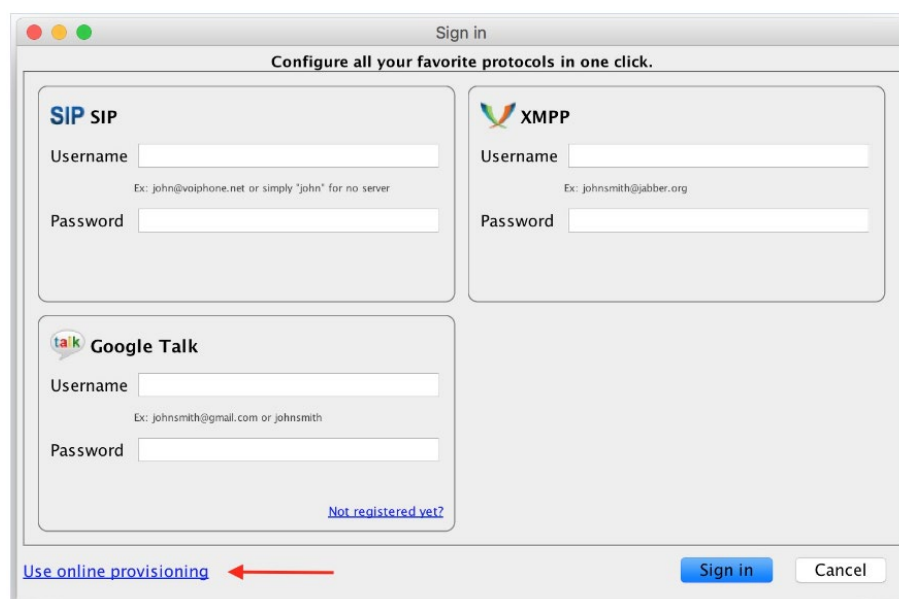


Рисунок 1.8 - Інтерфейс програмного Sipxcom

3. Linphone — це система VoIP з відкритим вихідним кодом, яка спеціалізується на обміні миттєвими повідомленнями та здійсненні голосових/відеодзвінків VoIP, допомагаючи компаніям легко спілкуватися з людьми за низькою ціною. Він сумісний з більшістю АТС і SIP-серверів, оскільки відповідає відкритим стандартам телекомунікаційної галузі. Завдяки простому у використанні графічному інтерфейсу та розширеним функціям виклику більшість підприємств віддають перевагу цьому для створення своїх комунікаційних рішень.



Рисунок 1.9 – Інтерфейс програмного Linphone

4. MicroSIP — це портативне програмне забезпечення SIP VoIP із відкритим кодом на основі PJSIP для ОС Windows. Це дозволяє здійснювати високоякісні VoIP-дзвінки на мобільні та стаціонарні телефони через відкритий протокол SIP. Дзвінки між особами безкоштовні, і навіть міжнародні дзвінки дешеві за допомогою цього безкоштовного програмного забезпечення VoIP. Це легке програмне забезпечення для VoIP, що використовує мінімальні системні ресурси.

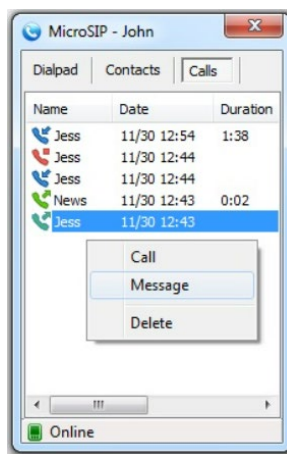


Рисунок 1.10 – Інтерфейс програмного MicroSIP

5. Тох — це абсолютно безкоштовне програмне забезпечення VoIP, яке можна змінювати відповідно до потреб вашого бізнесу. Розмови, що здійснюються за допомогою Тох, шифруються за допомогою бібліотек з відкритим кодом, і, отже, це вважається високобезпечним програмним забезпеченням VoIP для ПК. Оскільки це надзвичайно просте у використанні програмне забезпечення, йому віддають перевагу корпорації та уряди, а також організації цифрового спостереження по всьому світу.

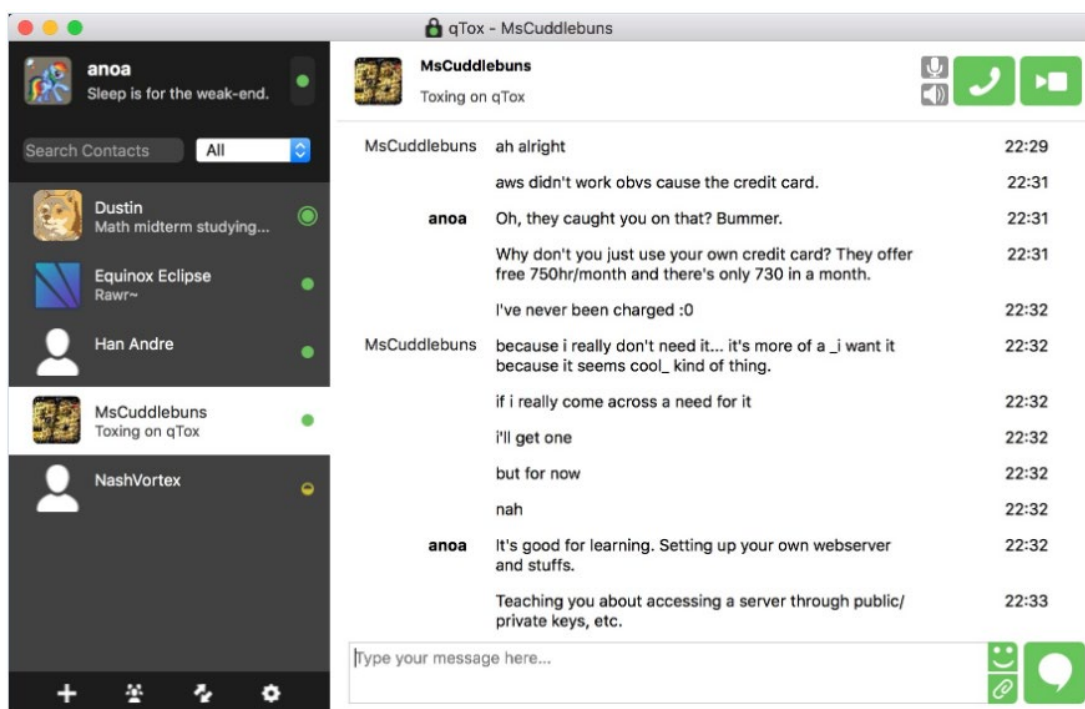


Рисунок 1.11 - Інтерфейс програмного Тох

1.5 Дослідження особливостей функціонування та технічних особливостей IP-телефонії

Вид з'єднання. Мережа IP-телефонії надає можливості для здійснення дзвінку за такими типами:

1. «З телефону на телефон» рис.1.12. Дзвінок здійснюється із простого телефонного пристрою до АТС, на один із виходів в який увімкнений шлюз IP-телефонії, та через IP-мережу надходять на інший шлюз, задача якого здійснювати зворотнє перетворення.

2. «З комп'ютера на телефон» рис. 1.13. Мультимедійний ПК, який має ПЗ IP-телефонії, адаптер, мікрофони і акустична система, вмикається до IP-мережі чи до глобальної мережі Інтернет, а з іншої сторони шлюз IP-телефонії повинен з'єднуватись а допомогою АТС із простим телефоном.

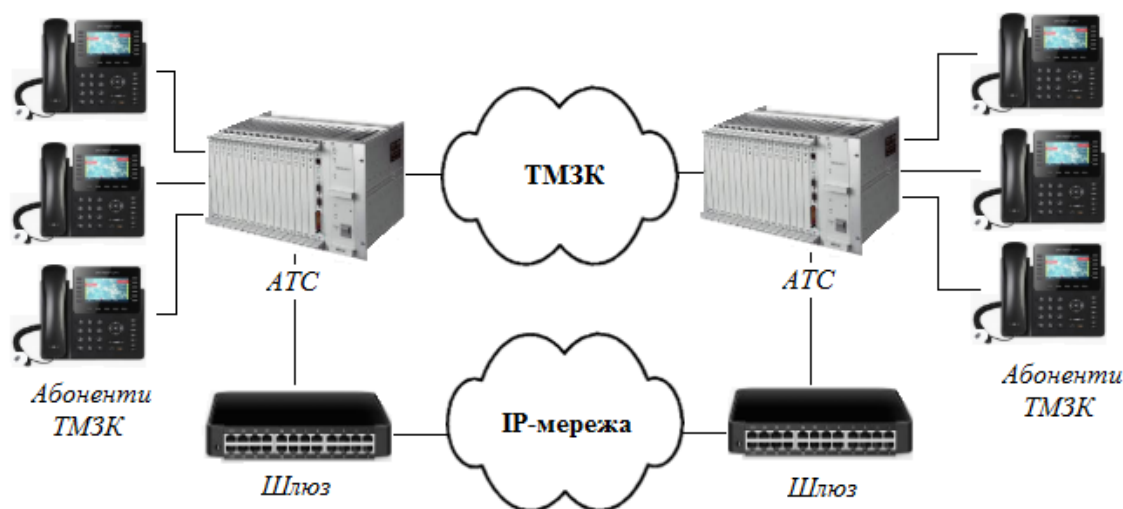


Рисунок 1.12 - Приклад схеми зв'язку «апарат-апарат»

Варто вказати, що у першому і другому типах з'єднання альтернативною телефонним апаратам можуть використовуватись факсимільні пристрої, в даному випадку IP-телефонна мережа має забезпечувати передавання факсимільних сповіщень [7].

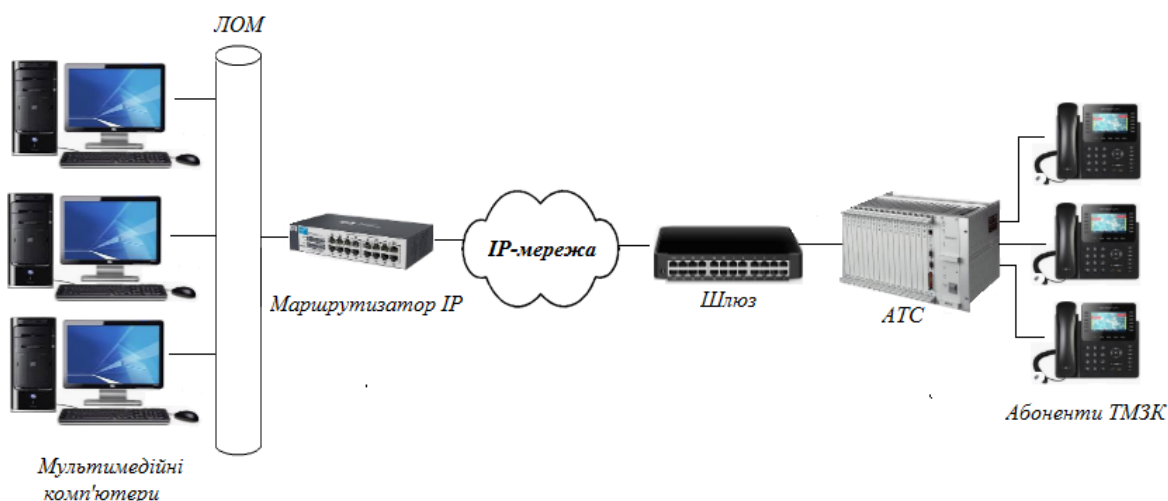


Рисунок 1.13 - Приклад схеми зв'язку «ПК- телефонний пристрій»

«Від ПК до ПК» рис. 1.14. В такій ситуації комутація установлюється через IP-мережі між двома мультимедійними ПК, які обладнані засобами апаратного і програмного типу для функціонування з VoIP

4. «Від браузера до телефонного апарату» рис. 1.15. З еволюцією Інтернет мереж виникла можливість доступу застосування мовного напрямку послуг. Як приклад, на WEB-сторінці певні компанії у вкладці «Контакти» розташована клавіша «Виклик», при натисканні якої можливо виконати мовне з'єднання із співробітником компанії не використовуючи набір номера телефону. Вартість даного дзвінка користувачеві враховується у тарифний план Інтернету.



Рисунок 1.14 - Приклад схеми зв'язку «ПК - ПК»

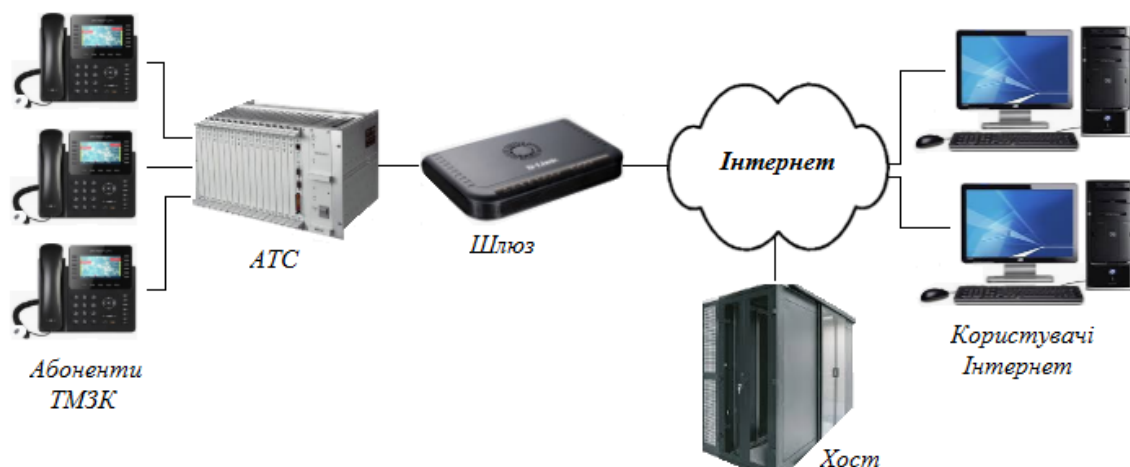


Рисунок 1.15 - Приклад схеми зв'язку «браузер – телефонний пристрій»

Аналіз загальних особливостей та протоколи VoIP. Оскільки технологія **VoIP** базується на використанні пакетної передачі цифрової мови, вона має застосовувати принципи моделі OSI [5,11].

При виконанні дзвінка, голос перетворюється в стислий пакет інформації. Наступним кроком виконується передача пакету поверх мережі використовуючи комутацію пакетів. У разі отримання пакетів отримувачем, виконується процедура декодування в початковий голосовий сигнал. Варто дослідити роботу технології VoIP на окремо взятому рівні.

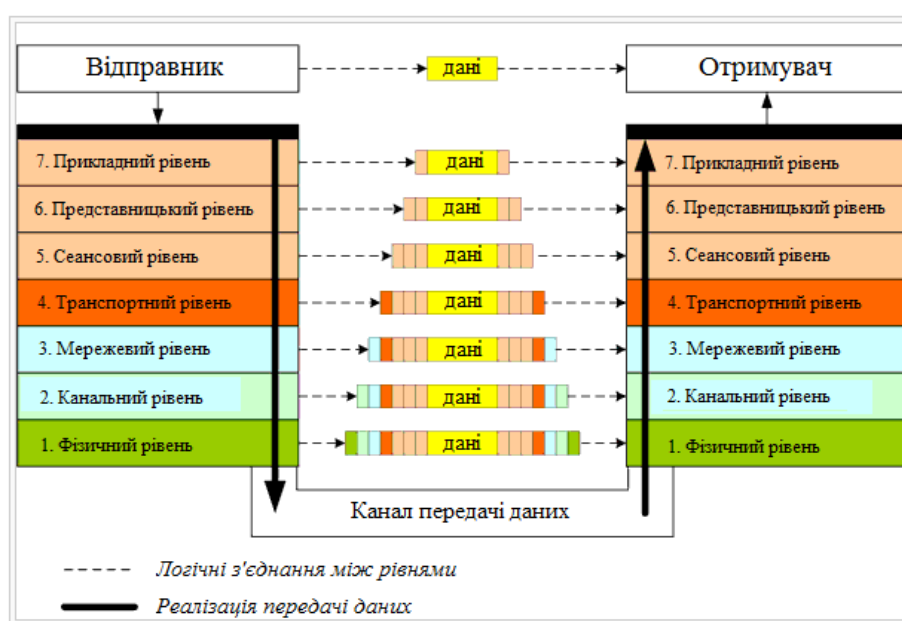


Рисунок 1.16 - Приклад застосування OSI при передачі даних

Фізичний рівень. На даному рівні виконується передавання потоків бітів у фізичних середовищах з використанням відповідних інтерфейсів. VoIP майже у повній мірі спирається на інфраструктури мережі яка вже існує. В якості середовища передачі застосовується кручена пара, одномодового чи багатомодового оптичного волокна чи коаксіалу, що дає змогу реалізувати конвергентну телеком мережу [9].

Рівень каналів. Згідно із специфікаціями даний рівень можна розподілити на наступні підрівні:

- перший підрівень MAC який організовує взаємозв'язок із рівнем фізичним;
- другий підрівень LLC є обслуговуючим мережевим рівнем.

На даному рівні функціонують різного роду комутатори, мости і концентруюче обладнання, які виконують об'єднувальну функцію вузлів та розподіляють фрейми між хостами на базі фізичної адреси.

Варто нагадати механізм функціонування віртуальної локальної мережі., що надає змогу створювати топологію мереж без врахування фізичних особливостей.

Слід зазначити, що Voice VLAN має широке використання у ізоляції голосу від іншого роду даних рис 1.17.

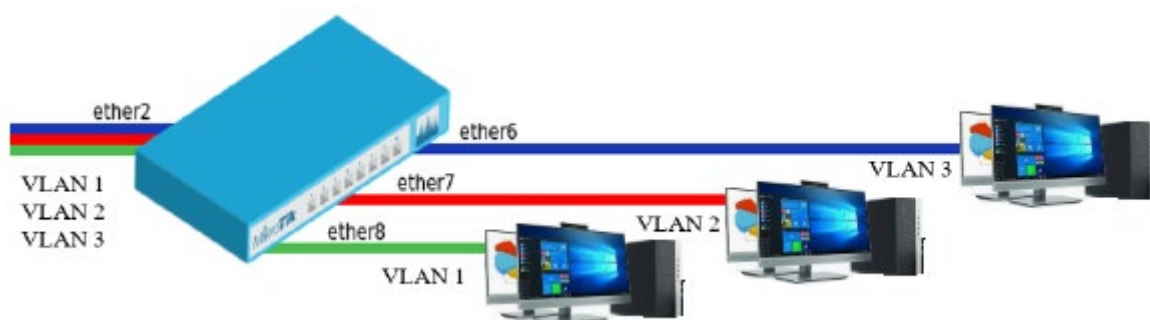


Рисунок 1.17 - Механізм застосування VLAN

Мережний рівень. На даному типі рівня виконується маршрутизація, відповідно пристроєм рівня є різного роду маршрутизатор. Визначається шлях передачі даних до користувача відповідною IP-адресою. Використовуваним протоколом маршрутизації є IP.

До загальних функцій шлюзів можливо віднести: безпека, використання факсимільного зв'язку, голосова пошта, та підтримка різних протоколів.

В якості боротьби з ймовірними затримками переавання IP варто доповнювати певними засобами, як приклад протоколом встановлення почерговості. Зазвичай на маршрутизаторі застосовується почерговість з невеликою затримкою LLQ чи урівноважена черга на базі класу CBWFQ.

А також, застосування схем маркування із пріоретизацією розгляду голосової інформації, яка є важливішою у передаванні [12].

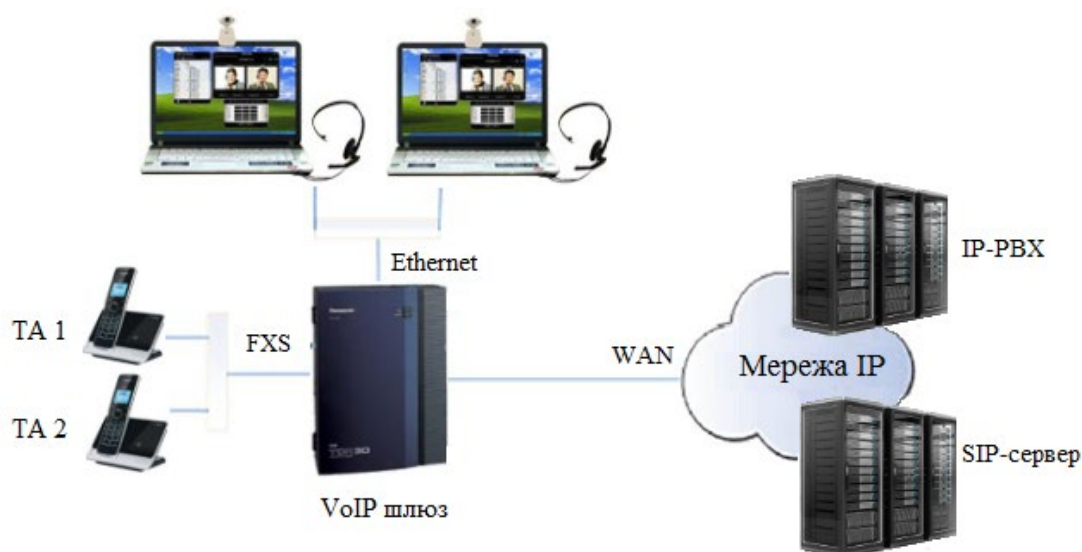


Рисунок 1.18 - Схематичне зображення використання шлюзу VoIP

Рівень транспорту. Загальними характеристиками рівня є:

- сегментування додатку верхніх рівнів;
- з'єднання хостів мереж які віддалені і мають різного роду топології та технології реалізації;
- гарантована надійність інформації.

Основним протоколом рівня є TCP, UDP, RTP.

Рівні інформації. Останні три рівні розглянутья разом. Дане об'єднання допускається, оскільки процеси які виконуються на цих рівнях мають зв'язок між собою.

На даний момент до загальних протоколів управління можна віднести SIP, H.323 та MGCP.

H.323. Протокол має опис різного обладнання, мережевих служб та пристроїв терміналів, що призначаються для використання аудіо- і відео-передачі в мережах на базі комутації пакетів.

Загальна схема на базі даного протоколу наведена на рис. 1.19.

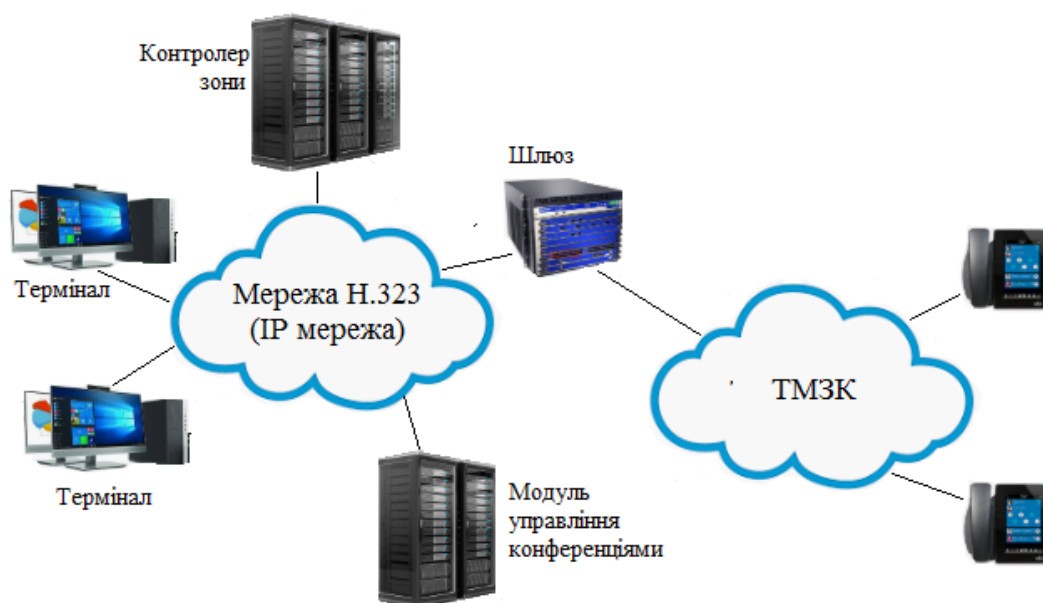


Рисунок 1.19 - Приклад схеми на базі протоколу H.323

MGCP. Даний протокол призначений для управління шлюзом. Він розроблений для підтримування архітектури VoIP, в якому функції мультимедії відокремлено від функцій сигналізацій. Його застосовують на величезному магістральному шлюзі, і також на шлюзі на малих районах. В основк даного протоколу покладено принцип master-slave, в якому MGC стає головним, а сам шлюз – допоміжним. Шлюз затверджує вказівки, контролює їх виконання і інформує контролер по результатам. Загальний принцип роботи MGCP представлено на рис. 1.20.

Контролер забезпечує контроль виконання функцій управління шлюзами на базі протоколу MGCP щоб інформувати медіашлюз про наступне:

- які саме події передавати контролеру;

- як кінцеве обладнання має з'єднуватись між собою;
- які саме тональності виклику мають відтворюється в кінці отримання пристроями.

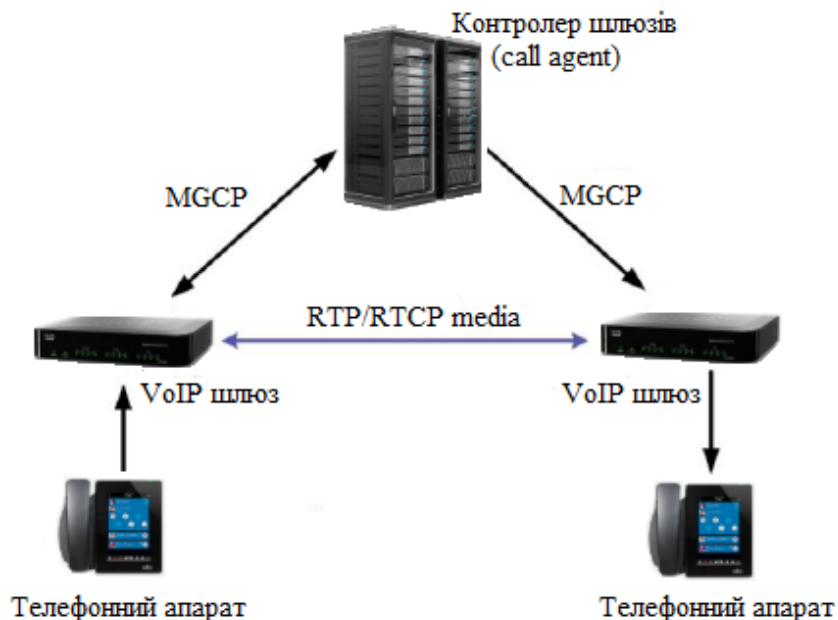


Рисунок 1.20 - Схема забезпечення контролювання VoIP шлюзу контролерами шлюзу MGCP

SIP протоколи. Даний тип протоколу забезпечує керування сеансами. Його основне призначення створення, перетворення та розриву сеансу між одним чи кількома користувачами. Визначення «сеанс» у протоколі має широке значення. По передбачає не тільки виклики телефонні, но і дзвінки по відео, передавання даних і різного роду конференції.

В SIP визначається два типа сигнальних сповіщень – запит та відповідь. Передбачає наступні процедури:

- INVITE – запрошення користувачеві прийняти участь в процедурі зв'язку;
- BYE – виконує завершуюче з'єднання між користувачами;
- OPTIONS – застосовується для передавання даних підтримуючих характеристик;
- ACK – застосовується для фіксування отриманого сповіщення а також для хорошої відповіді по команді INVITE;

- CANCEL – завершує пошук користувачів;
- REGISTER – виконує передачу даних про місце де знаходиться користувач на сервер SIP, який транслює її до серверу адрес.

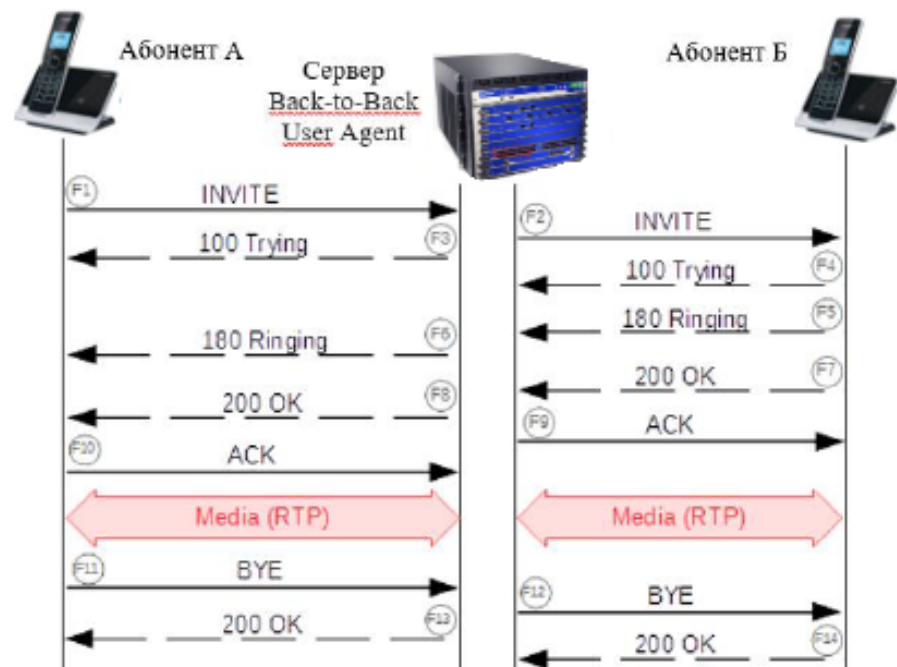


Рисунок 1.21 - Приклад комутації сеансу між кінцевим обладнанням із застосуванням SIP та протоколів RTP

Даний протокол дуже схожий з протоколом HTTP що широко застосовується у зв'язку і вважається сигнальним. При встановленні з'єднання параметр сеансу описують відповідно SDP і сумісно із заголовком SIP передають користувачу. Код відповіді протоколів SIP є дуже подібні до стандартних кодів протоколів HTTP. При вдалій відповіді користувачеві передається код 200, адреса не знайшло (404), похибка у авторизації (403).

Загальні особливості SIP:

- можлива мультимедійність;
- персоналізована мобільність клієнта. Користувачі мають змогу міняти локацію без обмежень але тільки в межах мереж, у цьому разі послуги мають надаватися у будь-якій точці даної мережі. Користувачам надають унікальний код, а мережа забезпечує послугами зв'язку.

- масштабність мережі. Вона має можливість збільшувати кількість елементів самої мережі при її збільшенні. Серверна частина мережі будується із застосуванням протоколів SIP, відповідає такій вимозі [11].

- простота та відкритість. На рахунок простоти, варто зауважити, що всі повідомлення які застосовуються в SIP є у текстовому форматі та підтримують формати будь-якого типу інформації. Таким чином голосовий зв'язок може бути у супроводі обміном інформації між різними додатками. Розмова по даному протоколу доволіно доповнюється передаванням інформації від одного користувача до іншого, як наприклад, електронні візитки, цифровою фотографією чи файлу MP3.

- архітектура клієнт-сервер;

- можлива реакція на подію. Клієнти мають змогу підписатись на деяку подію (як приклад, оновлювання статусу клієнта), у разі настання оновлення, сервер направляє певне сповіщення.

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ МЕРЕЖІ

2.1 Дослідження показників якості IP-телефонії

Загальна мережа телефонії здійснює комутацію електричних сигналів з постійною смугою пропуску, яка є достатньою щоб передавати сигнали голосового спектра. При зафіксованій пропускній здатності передаючого сигналу якість одиниці часу зв'язку зазвичай залежить від відстані і розміщення точки виклику і та місцезнаходження відповіді.

Мережа яка використовує комутацію пакетів не в змозі забезпечити гарантовану пропускну здатність, оскільки не мають змоги забезпечити гарантованих шляхів між пунктами зв'язку. Але якісні показники передачі мови у певній мірі залежна від шляху, яким надходять пакети від точки відправлення до точки отримання даних.

У додатках, в яких не важливо порядок та інтервал отримання пакетів, як приклад, e-mail, час затримки між деякими пакетами вирішальних значень не мають. IP-телефонія позиціонується як одна з областей передавання інформації, де важливою динамікою передавання сигналу, що забезпечений сучасним методом кодування та передавання даних, та збільшеною пропускну здатністю каналів, має можливість успішної конкурентної спроможності IP -телефонії з загальними мережами телефонії [13].

До основних складових показників якості VoIP є рис. 2.1:

1. Якість мовлення, що включає:

- діалог є можливістю користувачів виконати комутацію і вести розмову з іншими користувачами в реальному часі використовуючи повнодуплексний режим;

- розбірлива - чиста і тональна мова;

- ехо можливість чути власну мову;

- рівень гучності мови.

2. Якісні показники сигнальної інформації, передбачають:

- комутація викликів - швидкість вдалого доступу та час комутації з'єднання;
- завершальний процес виклику - час закінчення та швидкість завершення з'єднання;
- DTMF - виявлення та фіксування сигналу багаточастотних наборів номерів.

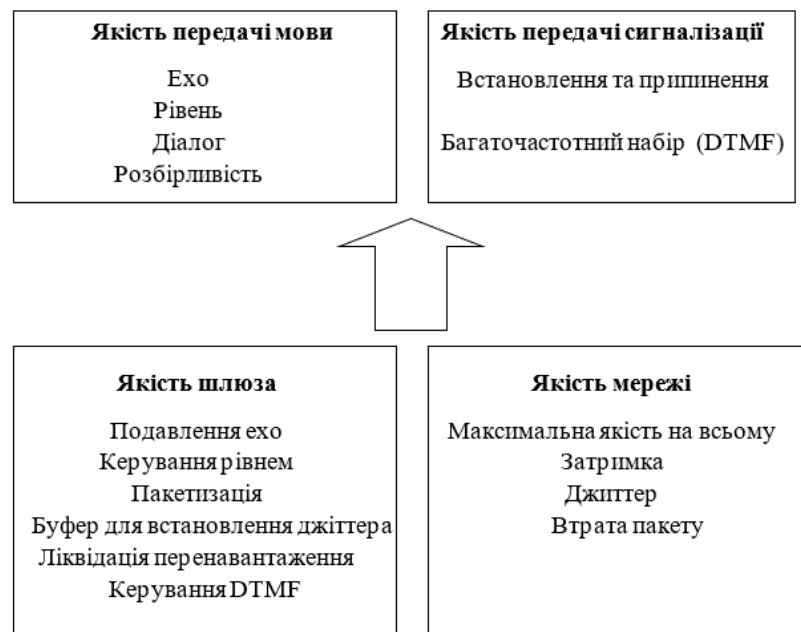


Рисунок 2.1 - Впливаючі фактори на якості

Фактори, які мають впливають на показники якості телефонії, поділяють на декілька категорій:

3. Фактори якості мережі:

- максимум пропускної спроможності – максимально допустима кількість якісної та надлишкової інформації, яка передається;
- затримки - проміжки часу, які потрібні для передавання пакету по мережі;
- втрати пакетів - пакет або інформація, що втрачено при передачі по мережі.

4. Фактори якісних показників якості шлюзу:

- потрібна смуга пропуску – різноманітні вокодери потребують різної смуги.

Як приклад, G.723 потребує смугу у розмірі 16,3 кбіт/с для окремого каналу мовлення;

- затримки мається на увазі час який необхідний цифровому сигналу процесу DSP чи іншому обладнанню обробку для необхідного кодування та декодування сигнальної мови;

- буфер джиттеру - відображення пакету даних поки весь перелік пакети не передадуться та можливо буде передавати в певній послідовності щоб мінімізувати джиттер;

- втрати пакету - втрати пакету при стисканні і передаванні в обладнанні IP-телефонії;

- придушування ехо - процес для придушування ехо, який з'являється при передаванні даних мережею.

Для виконання викликів з одної точки в іншу точку мережі потрібно використати наступну конфігурацію портів для голосу, яка може забезпечити надійну передачу сигнальної інформації між телефоном та маршрутизатором. Варто задати конфігурацію для маршрутизатора, що дозволяє встановити логічного голосового з'єднання з точкою адресації виклику. Точки адресації виклику виконують логічні відповідності між голосовим портом, та надають можливість реалізації таблиць викликів та можливість визначити потрібні маршрути. Порти голосу та точка виклику є ключовими конфігураційними елементами, що вони задають точку входу в мережі та виконують реалізацію транспортування служб для потоків голосу.

Таблиця 2.1 - Конфігурація команд codec

Параметр	Опис	Швидкість, біт/с
G711alaw	Стандарт G.711a	64000
G711ulaw	Стандарт G.711,μ	64000
G723r53	Стандарт G.723	5300
G723r63	Стандарт G.723	6300
G728	Стандарт G.728	16000
G729r8	Стандарт G.729	8000

Для всіх адресних точок виклику визначаються методи кодування, які застосовуються при обробці мовної інформації у шлюзі. Якприклад операційна система Cisco IOS із допомогою команд дозволяє *codec* застосовувати у

маршрутизаторі AS-5300 до десятка методів кодування, частка яких представлено у табл. 2.1.

2.2 Фактори впливу на показники якості IP-телефонії

Затримки. Аналіз показав, чим більшою ж швидкістю кодування, тим меншою є затримка при передачі мовного пакету по мережі. Але удадому випадку варто зауважити, що смуги пропускання застосовуються більш ефективноше. При застосуванні кодеку G.729 (16 кбіт/с) у мережах середнім часом затримки пакетів є 74 мс, G.723r53 (5,3 кбіт/с) – 92 мс, G.729 r8 – 81 мс. Час затримок, який отриманий у внаслідок розрахунку є більш перевищений у затримці при вимірюваннях, тому що розрахунки проводились для близьких до максимальних значень завантаження мереж (одночасно виконуються 100 розмов) [13].

Таблиця 2.2 - Час затримок при передачі мови мережею IP, мс

Компресія та кодування мови	30
Передача через ЛКМ (на вихід)	5
Доступ до мереж	18
Затримка на передачу по мережі	3,2
Вихід з мереж	18
Передавання через ЛКМ (на виході)	5
Компресуючий буфер	20
Декомпресія	20
Всього	119,2

Втрата пакетів залежать меншою мірою від використовуваного типу кодеків. Варто зазначити втрати чималої кількості пакетів на практиці зустрічається дуже рідко, зазвичай є втрати 1...4 пакетів, що представлено на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 - Гістограма втрат пакетів

Слід зауважити і те що вплив втрати пакету на якісні характеристики мови яка відтворюється, також залежить від обраного кодека. При втраті пакету, що складається з N-мовних відлікових кодека G.711, в такому разі на приймальній частині буде позначено пропускання звукових фрагментів тривалістю $125 \times N$ мкс. При застосуванні більш сучасних кодеків, втрата мінімальної кількості пакетів може відбитись на відтвореннях декількох які будуть надсилатись далі, оскільки кодекам необхідний час щоб досягти відповідної синхронізації – втрата кадрів тривалістю 20 мс призведе до відчутних ефектів тривалістю 150 мс а також ймовірно і більше [11].

Зміна параметрів величин корисних навантажень може впливати на наступну характеристику:

- виявляє кількість вибірки, які припадають на один з пакетів;
- може змінювати ширину смуг пропускання, затримковий час і кількісну частину пакетів на секунду;
- практичність застосування залежить від всієї затримки в загалом на мержі;
- зростання параметра призводить до мінімізації смуг пропускання та виконує збільшення затримки;

- мінімізація параметра призводить до розширення смуг пропускання і зменшення затримок.

Аналіз показав, при збільшенні розмірів пакета із використанням корисних навантажень веде до виникнення меншої кількості пакетів, які надсилаються на мережі. Дана залежність не здійснює покращення якості мови яка передається, а зовсім навпаки є погіршення. Зміна якості в гіршу сторону виникає у наслідок зростання розмірів пакетів і є найбільш виразною при застосуванні низько швидкісного каналу зв'язку, табл. 2.3., але і для більш швидкісних каналів відслідковується збільшення часу затримки та зростання рівня втрати пакетів на мережі. Слід мати на увазі, що пакети великого розміру несуть більшу кількість змістовних даних а їх втрата є відповідною значному зменшенню якісних характеристик які відтворюються на прийомній частині мови, рис. 2.3.

Для ефективності застосування смуг пропускання які є в наявності застосовують стиснення даних при передачі мови на базі пакетної мережі, в даному випадку якість інформації, яка передається, змінюється у випадку від способів кодування, що обрано. Але, при розгляданні структури телефонного діалогу, в такомуразі виявиться, що у розмовах є паузи, виникаючі при чеканні відповіді.

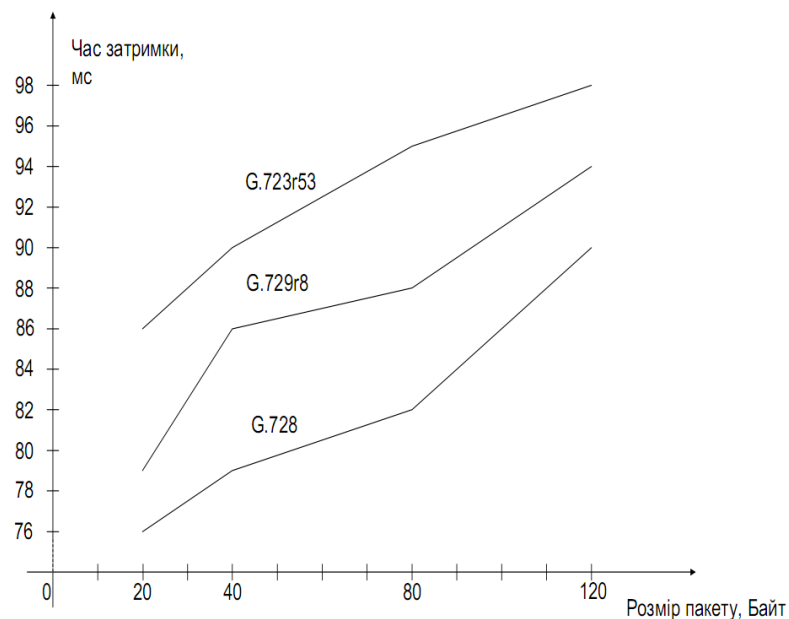


Рисунок 2.3 - Приклад залежності часу затримок від розмірів пакета

Найефективнішим та простим для систем VoIP є застосування кодеку, що має змінну швидкість кодування сигналу мови. В основі такого кодеку мови що має змінну швидкість є класифікатор сигналу на вході та визначає ступінь їх інформативності, в такому разі задавальні методи кодування і швидкісне передавання даних мови. Простими класифікаторами сигналу мови є VAD, який має змогу відокремити у вихідних мовних сигналах активне мовлення та можливі паузи. В такому разі, фрагмент сигналу, який класифікується як активна інформаційна мова, кодується будь-яким з відповідних алгоритмів з базовою швидкістю 3...8 Кбіт/с. Події, що класифікуються як паузи, кодують і передають низькими швидкостями (у нормі 0,1...0,2 Кбіт/с), чи не виконується передача взагалі. Схема більш ефективного класифікатора вхідних сигналів більш детально виконують класифікацію фрагменту, що відповідає активнішій мові [14]. Таким чином є можливість оптимізовувати вибір стратегій кодування, виділивши для особливо відповідальною за якістю мови ділянку мовних сигналів більшу кількість біт, для частини менш відповідальної – меншу кількість біт. З такою побудовою кодерів можливо досягти низькі середні швидкостя передачі (2...4 Кбіт/с) з високою якістю мови, яка синтезується.

Для цієї мети у голосовому порті маршрутизатора Cisco AS-5300 застосовується VAD, який аналізує мову щоб визначити її потужність, зміну потужностей, частот і змін частот. У період мовчання конфігуровані механізми розсилки посилають інформативні повідомлення «початку періодів мовчання», на протязі якого передавач виконує передачу слухачу тільки комфортний шум. На протязі періоду тиші передавач не виконує посилення приймачеві пустий пакет чи фрейм, у результаті чого лишається більше місця для можливої передачі повних пакетів.

Ефективне застосування VAD наглядно виглядає при завданнях високих значень параметрів періоду очікуванні в мс попереду визначення пауз і початку подавлення передавання голосового пакету (діапазон ймовірних значень: 250...65536 байт). Кількість в середньому пакетів які передані, які припадають на кожну 100 секунду розмови представлено на рис.2.4.

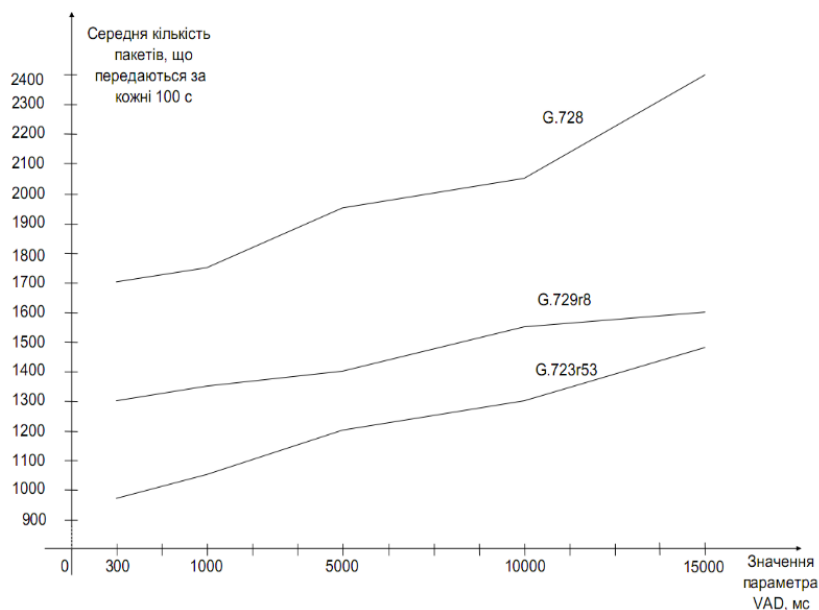


Рисунок 2.4 - Значення ефективності застосування технологій визначення і подавлення паузи

Затримки створюють незручності при діалозі, що призводить до перекривання розмови і виникненню ехо. Ехо може виникнути у тому разі, якщо відбитий сигнал мовлення разом із сигналами від дальнього кінця виконує повернення знову у вухо користувача який говорить. В такому разі ехо є важкою складністю, в тих умовах коли затримка у петлі передавання більша чим 50 мс.

Як бачимо ехо може бути проблемою якісних показників, систем з комутацією мови на базі пакетів повинна мати можливості керувати ехо та застосовувати ефективний метод ехоподавлення.

Чимала складність розмови і перекривання розмов набувають серйозність питання якості, в разі затримки в одному напрямку передаванні більша 250 мс.

Слід виділити такі джерела затримки передавання мови на базі пакетів з точки в точку:

Затримка яка накопичується (часом зветься алгоритмічними затримками): дана затримка представлена необхідністю збиранням кадру мовного відліку, щовиконується у мовних кодерах. Величини затримок визначаються за типом мовних кодерів та змінюються від маленьких величин (0,125 мкс) до пару

мілісекунд. Як приклад, стандартний мовний кодер має наступний час тривалості кадрів:

G.729 CS-ACELP (8 кбіт/с) - 10 мс

G.723.1 -Multi Rate Coder (5,3; 6,3 кбіт/с) - 30 мс.

Затримки обробки є процеси кодування та збирання закодованого відліку в пакети для передавання через пакетні мережі що створює деякі затримки. Затримки кодування чи обробки залежать від часу праці процесорів і застосованого типу алгоритмів обробки. Щоб зменшити завантаження мереж, виконується об'єднання декількох кадрів мовних кодерів у один пакет. Як приклад, три кадри кодованих слів G.729, які відповідають 30 мс мови, об'єднуються для зменшення розмірів одного пакету [14].

Затримка на мережі: затримка що обумовлена у фізичному середовищі та протоколами, які застосовуються для передавання мовної інформації, та буферами, що застосовуються для удаляння джиттерів пакетів накінці приймальної частини. Дана затримка в повній мірі залежить від ємкісної характеристики мереж і процесів передавання пакетів у самій мережі.

Час затримок при передаванні мовних сигналів можливо віднести до таких рівнів:

- рівень до 200 мс - чудова якість зв'язку. У якості порівняння, в PSTN допустиме значення затримок до 150-200 мс;

- рівень два до 400 мс - є доброю якістю зв'язку. Але в порівнянні з якістю зв'язку у мережі ТМЗК, то помітна буде різниця. У разі затримки постійно є стримання на вищому кордоні другого рівня (на 400 мс), в такому разі не варто застосовувати даний зв'язок для серйозних переговорів;

- рівень до 700 мс – якість є прийнятною для застосування у неділових розмовах. Дана якість зв'язку можлива у випадку передаванні пакетів із застосуванням супутників.

Якісні показники VoIP потрапляють до 2-3 рівнів, причому відсутня можливість з впевненістю сказати, що певний провайдер VoIP функціонує по іншому рівню, оскільки затримка в мережах Інтернет мають мінливих характер.

Хоча можливо сказати про провайдерів VoIP, які функціонують у виділених каналах зв'язку. Вони потрапили до 1-2 рівнів. Варто враховувати затримку при кодуванні/декодуванню голосових сигналів. Середньою сумарною затримкою при застосуванні VoIP знаходиться у наступному мережевому інтервалі 150-250 мс.

Вмережах Інтернет затримка пакету істотно може залежати від часу. Крива даної залежності отримала чималий динамічний діапазон та швидкість змін. Зміна часу поширення які помітно може статися на протязі одні нетривалої сесії зв'язку, а коливання часу передавання може бути у діапазоні від 10-ків до 10-нь мс а навіть більше чим секунда.

Варто відзначити наступний факт, затримка в мережі з пакетною комутацією впливає не лише на якісні показники перевання трафіку у реальному часі. Важливим є також те, що дані затримок в деяких ситуаціях мають можливість порушувати правильне функціонування сигналізації в цифровому тракті E1/T1 у стику голосового шлюзу з обладнанням комутованих мереж телефонії.

Джиттер. У разі якщо мова чи інформація розділяються у пакети для можливості передачі по мережі, пакети часом надходять в пункт призначення у різний інтервал часу та мають різну послідовність. Така ситуація створює розкидування часу передачі пакету (джиттер). Джиттер робить специфічні порушення передавання мовиерї інформації, у вигляді трісків і клацань. Є три основні форми джиттера:

Джиттер, якй залежить від даних (DDJ) – даний випадок відбувається в тому разі коли обмежена смуга пропускання чи при різних порушеннях в мережних компонентах.

Виникнення спотворень робочих циклів (DCD) зо обумовлено затримками поширення між передачами знизу у верх та зверху до низу.

Випадковий джиттер (RJ) - є результат теплових шумів.

На рис. 2.5 представлені гістограма джиттеру пакету в мережі та у мережах Інтернет які мають різні швидкостя роботи, та відображають емпіричний розподіл ймовірності затримки. На осі абсцис зафіксовано відносну затримку, яка

характеризуються реальним положенням пакету у послідовності на часовій осі у відношенню до ідеальних в припущеннях, що 1-й пакет надійшов без затримок.

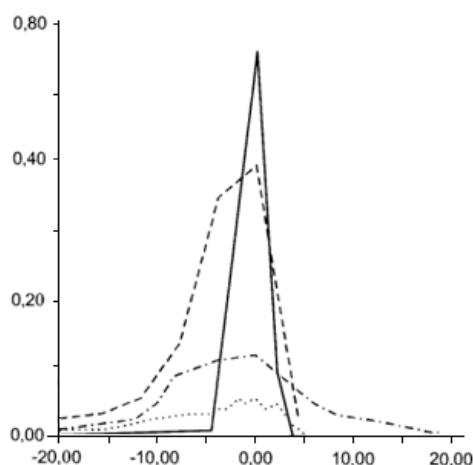


Рисунок 2.5 - Зображення гістограми джиттер пакетів

Величини затримки які виникають та їх ймовірності є важливими для організаційних процедур обробки а також вибору параметру обробки. Ясно, що часові структури пакетної передачі мови змінюється. Тому є необхідність виконати організацію буферу для змоги перетворення пакетів мови, яка обтяжена нестационарною затримкою в каналі, з можливою перестановкою пакетів, у неперервний природній сигнал мови в реальному часі. Параметр буферів можливо визначити компромісом між величинами запізнення телефонних сигналів на базі режиму дуплексного зв'язку та процентом не отриманих пакетів. Не отримання пакету є зовсім іншою серйозною негативною подією в мережі VoIP.

Втрата пакете. Втрата пакетів в мережі здійснюють порушення мови і виконують спотворення тембрів. У існуючій мережі всі кадри голосу обробляються як інформаційні дані. При навантаженні у пікові години та перевантажені голосовий кадр відкидається, так як і кадр даних. Проте кадр даних не пов'язаний з часом а відкинутий пакет може успішно бути надісланий шляхом наступного повторення. При втраті голосового пакету, не можливо виконати заповнення в даний спосіб тому результатом є передавання даних не в повному обсязі. Є передбачення, що втрати у межах 5% пакетів є непомітною, а більш ніж 10-15% -

недопустима. А також дані величин істотно залежить від алгоритму компресії та декомпресії.

На рис. 2.6 зображені гістограми втрати пакетів. На осі абсцис зафіксовано число пакетів які втрачено підряд. Аналіз кривих показує, що більш вірогідною втратою одного чи кількох пакетів, а втрата великого пакету рідкі.

Варто зазначити, що втрати великих груп пакетів призводить до невідворотного локального спотворення мови, а в разі втрат одного чи декількох пакетів можливо намагатися виконати компенсацію.

Аналіз показав, що у випадку підвищення трафіку зростає затримка і втрата в телефонних каналах. За умов обмеженої пропускної спроможності є не лише у використанні інтегрального збільшення завантаження каналу, як приклад, в час великого навантаження, а також при збільшенні потоків локальних джерел даних [16].

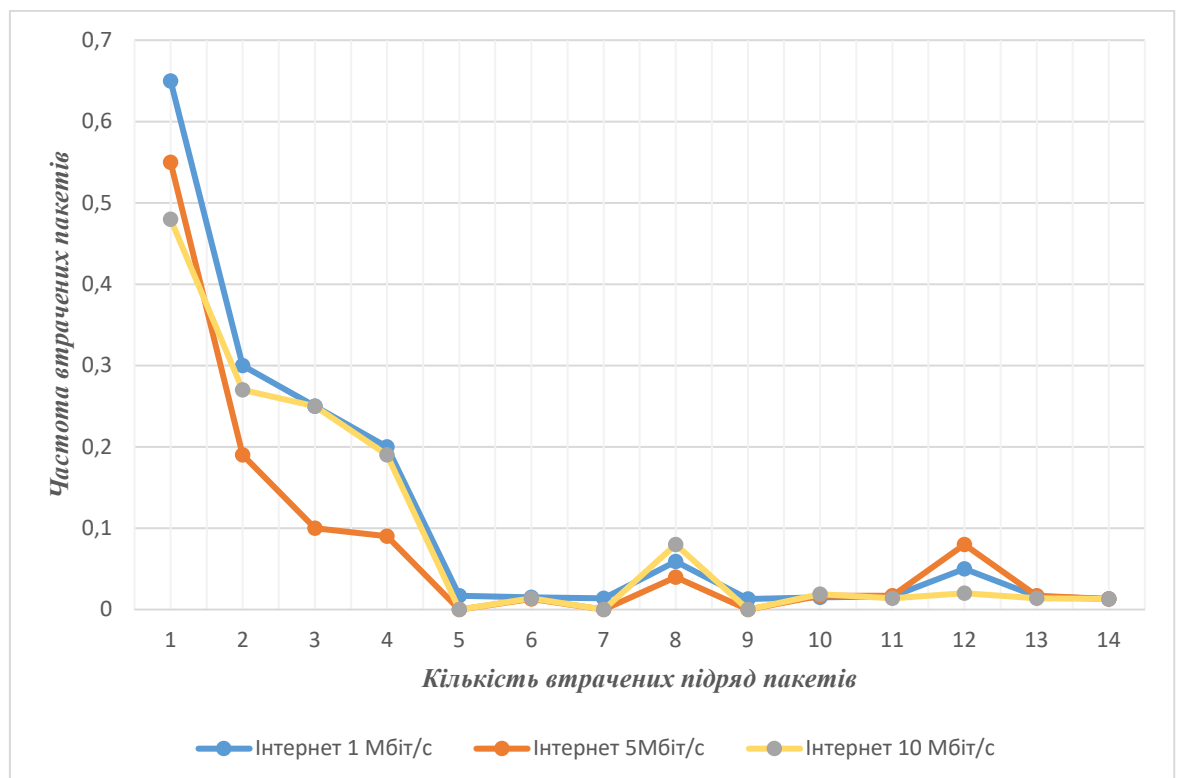


Рисунок 2.6 - Приклад гістограм втраит пакетів

Графіки що представлені рис. 2.6 реалізовані для різної швидкості передавання даних, свідчать про бажану необхідність застосування чим більш низьких швидкостей передавання мови з природніх вимог для забезпечення необхідної якості зв'язку.

2.3 Шлях забезпечення якості IP-телефонії

Приклад забезпечення якості VoIP із застосуванням RSVP. Дієвим напрямком забезпечення якісних показників VoIP є застосування протоколів резервування ресурсу (RSVP), який рекомендується організацією IETF. Із використанням RSVP мультимедійна програма може вимагати спеціальних якостей обслуговування (QOS) із застосуванням різного мережевого протоколу – на сам перед IP, але також можливий варіант застосовувати UDP - щоб надати якісні показники передачі відео- та аудіо- сигналу. Протоколи RSVP передбачають гарантоване QOS у тому разі, якщо через кожний ПК, чи вузол, що зв'язує користувачів розмови, можлива передача певної кількості інформації.

RSVP є призначеним лише для можливості резервування частки пропускної здатності. Застосовуючи RSVP, передавач у певний період інформує отримувача про вільні кількості ресурсів сповіщенням RSVP Path. Маршрутизатори які транзитними у міру проходження шляху даного сповіщення виконують аналіз кількості вільного ресурсу, який мається у них, та виконують підтвердження його певним сповіщенням RSVP Resv, що передається назад. При достатній кількості ресурсу, відправник виконує передачу даних. При обмеженні ресурсу, отримувач має знизити вимогу чи взагалі зупинити передавання даних.

Одною з найцікавіших особливостей RSVP є в наступному, що запити на виконання резервування ресурсу надходить лише від отримувачів даних користувачам що відправляють, а не в іншому випадку. Даний підхід є обумовленим тим, що тільки пристрій отримувача знає, яку швидкість він має отримувати інформацію, чи виконувати надійне декодування аудіо- та відео- сигналів. Наступна цікава особливість RSVP є у резервуванні яке виробляється

тільки для одного шляху. Також RSVP не дозволяє змішувати аудіо- та відео- сигнали у резервованих каналах.

У разі, якщо RSVP-програми завершує сеанс, вони мають викликати функції відмови, яка передбачена даним протоколом. Відміна виконує аналіз всіх запитів на ресурс, виконані програмою, та надає дозвіл іншим програмам застосовувати комунікаційну можливість Інтернет. При неможливості виконати відміну програмі, в такому разі передбачено протоколами засоби після завершення деяких проміжків часу виявляти це та у автоматичному режимі відмінити запити на ресурс.

Недолік протоколів RSVP полягає у тому, що смуги пропускання, які виділяються для джерела інформації, при зменшенні активних дій джерела не має можливості використовуватись для передавання інших даних. Для реалізацій QOS протоколи RSVP вимагають виконання резервування ресурсу або каналу зв'язку, безвідповідальний користувач може забрати ресурс мережі, виконуючи ініціативу в декілька сеансів QOS поспіль. У разі резервуванні каналу, він набуває статусу недоступності для наступних користувачів, навіть у тому разі якщо користувач, який його зарезервував, не виконує передачу. На превеликий жаль, у RSVP немає чіткого механізму запобігання подібних ситуацій. Вирішення даної складності покладена на адміністратора мережі. Слід зазначити, що варто передбачувати суворий контроль, щоб RSVP мав більший успіх.

Альтернативою даного способу можливо застосовувати алгоритми управління потоком на базі систем пріоритету [14].

Враховуючи залежність RSVP від сумісності вузлів - в більшій частині випадків маршрутизатора спричиняє за собою невідхильні складнощі, особливо в глобальній мережі. Якщо будь які маршрутизатори досягають межі своїх властивостей, у випадку коли він не має змоги гарантувати запрошений рівень QOS, всі наступні запити будуть проігноровані та будуть видалені. У разі відмови хоча б одного вузла, виконувати обслуговування запиту, вся система RSVP починає розпадатися по частинам.

RSVP має досить не погані перспективи у подальшому на корпоративному рівні, в такому разі адміністратор має можливості визначати, які саме параметри

маршрутизатора варто застосовувати для обслуговувань запитів користувачів при наданні QOS. У глобальній мережі маршрутизатору не обов'язково розташовуватись під тією ж самою юрисдикцією, як і хост чи додаток, які створюють запит, та робить ускладненою функцію гарантування QOS.

Забезпечення показників якості VoIP із застосуванням RTP і RTCP. Для зниження значення джиттеру і затримки на рівні мережі використовують такі ж механізми, які можуть гарантувати користувачам відповідний рівень якості - RSVP, MPLS, Diff-Serv а також інші. Вони здатні покращити якісні показники послуг, які надає мережа, але не мають можливості у повній мірі виключити утворювання черги у пристроях мережі, в такому разі, і повністю виключити джиттер.

Виконати компенсацію його негативного впливу дозволяє застосування IETF протоколу прикладного рівня RTP, що застосовується технологією SIP.

Протоколи RTP застосовуються для передачі чутливої до затримки даних із застосуванням мережевої служби одноадресної чи групових розсилок. Такий протокол не має своїх механізмів, які б гарантували своєчасну передачу пакетів чи іншого параметра якості послуги, що виконують протоколи, які розташовані нижче. Він не може забезпечити всі інші функції, які може надавати транспортний протокол, а також функцію по виправленням помилок чи управління потоком.

У більшості випадків RTP функціонує поверх UDP та застосовує його службу, але також може працювати і поверх іншого транспортного протоколу.

Служби RTP передбачають визначення типів корисного навантаження та послідовності номера пакетів у потоці, а ще застосування часової мітки. Користувач який відправляє виконує позначення кожного RTP-пакету міткою, а отримувач відтворює її та виконує обчислення сумарної затримки. Саме різниця в затримках пакетів надає змогу у визначенні джиттера і виконати пом'якшення його впливу. В такому разі усі пакети видаються додаткам з рівними затримками.

У такому разі, головною унікальністю RTP є обчислення середніх затримок деяких наборів прийнятого пакету і видавання їх назначеному для користувачів застосуванням які мають постійну затримку, що дорівнює середнім значенням. Також слід зауважити, що тимчасові мітки RTP відповідають моментам кодування

першого перервного сигналу пакетів. В такому разі, якщо пакети RTP, розбивються на кілька пакетів рівня, які пролягають нижче, тоді тимчасові мітки в такому разі не відповідають дійсному часу їх передавання, бо вони перед передаванням можуть організовуватись у чергу.

Ще однією перевагою RTP є можливість використовувати його з RSVP для передавання синхронізованих мультимедійних даних з деяким рівнем ясного обслуговування. Також розмова передається у мережах Інтернет який має незашифрований вигляд. Таким чином вузол, який розташований на шляхах дотримання інформації, має можливість підключення до даних ліній і виконати прослуховування розмов. Щоб вирішити дану складність, у RTP запропоновано механізм, який може забезпечити захист від несанкціонованого прослуховування та конфіденційність. Але дані засоби не зовсім надійні і мають можливість застосовуватись як тимчасове рішення складності, поки протоколи, не зможуть матимуть в своєму арсеналі розвинені механізми безпеки інформації [15,20].

Можливість RTP можливо розширювати, виконавши об'єднання його додавши ще один IETF, а саме з протоколами управління передачами в реальному часі (RTCP). Із допомогою RTCP виконується контроль доставки RTP-пакетів і виконує забезпечення зворотного зв'язку зі стороною яка виконує передачу та іншим учасником розмови. RTCP від часу виконує розсилку своїх управляючих пакетів, використовує такий самий механізм розподілу, який застосовується також для RTP-пакету з інформацією користувача.

Одною з основних функцій RTCP є налаштування зворотних зв'язків з додатками для звітів в якості одержуваних даних. RTCP виконує передачу даних про об'єм переданих пакетів і пакетів які загублені, значень джитера, затримок. Такі дані можливо використати відправником щоб змінити параметри передачі, як приклад, для зменшення коефіцієнтів стиснення даних з метою підвищення якості передачі цих даних. RTCP має можливість передбачати ідентифікацію користувача-учасника сеансів.

Враховуючи всі переваги RTP не є досить досконалим. Як приклад, він не може вплинути на затримки в мережах, але має змогу скорочувати дрижання звуків

при його озвученні та присутності затримок. Хоча пакет UDP отримує порядковий номер, у цьому разі станція приймача може встановлювати факт втрачання пакету, RTP не виконує ніяких маніпуляцій для оновлення втраченого набору пакетів.

Один із рішень розширення можливості RTP є застосування його сумісно з протоколами RSVP, які офіційно не є в комплекті протоколів H.323, але підтримуються різноманітними додатками в реальному часі.

Використання диференційного обслуговування для забезпечення показників якості VoIP. Ще однією технологією забезпечення є QOS, яка реалізована групою IETF по диференційному обслуговуванню. Дана група була виділена з робочої групи по інтегрованим обслуговуванню, її завдання полягає в реалізації стандарту для підтримок трафіків Інтернет у реальному часі.

Роботи, які виконуються в межах IntServ відображають певні особливості концепцій RSVP. Інтегрування в обслуговування застосовує сигналізації з одного кінця в інший кінець та насправді застосовує RSVP між відправником і отримувачем.

IntServ застосовує три класа обслуговування для VoIP:

- в межах можливостей – варіант який пропонує Інтернет;
- з завантаженістю яка контролюється - додатки отримують такий рівень обслуговування, який він міг мати у не сильно завантаженої мережі;
- з обслуговуванням яке гарантується - потрібна пропускна здатність на протязі всієї розмови надається з гарантіями на якісні параметри обслуговування.

Так як і в RSVP, інтегровані послуги мають складності з масштабуванням, в такому разі дана технологія мало ймовірно чи вийде за межі корпоративної мережі. Як показав аналіз RSVP передбачають значні накладання витрат, тому що кожен із вузлів на протязі шляху передачі пакету повинні погоджувати надавати запрошену якість послуги [22].

Диференційоване використання пропонує простіші та більш масштабовані методи QOS для додатку у реальному часі. Одною ключовою особливістю в роботах у DiffServ є переназначення 8-бітового поля «Типи сервісів» у заголовку IPv4.

Назва «Диференційне обслуговування» (DS), дане поле має містити дані, на базі якої вузли на протязі маршрутів визначають, яким чином їм варто оброблювати пакети і виконувати передачу їх далі на наступний маршрутизатор.

На даний момент лише 6 із 8 біт в полі DS є визначеними, та лише одного призначення зроблено стандартизовано. Дане призначення відоме тим що прийняте по замовчуванню - Default і визначає класи обслуговування в певній мірі можливості. Наступне призначення яке є передбачуване це термінове відправлення (EF), в даному випадку має бути забезпечення скорочення затримки і втрати пакету.

В момент надходження трафіку у мережі крайній маршрутизатор виконує класифікацію графіків відповідно до даних, які містяться в полях DS. Він виконує передачу наступному який розташований після нього маршрутизатору дану інформацію, із якої стає відомо, як виконує обробку даний конкретний потік.

DiffServ виконує скорочення службового трафіку, якщо порівнювати з RSVP та IntServ, що фіксуються на сигналізацію з одного кінця в інший. DiffServ виконує класифікацію потоків у відповідності до певних правил а далі виконує об'єднання однотипних потоків. Необхідні механізми роблять DiffServ більш масштабним, чим його попередній IntServ. Трафік з однаковою міткою аналізується однаково, в такому разі застосування DiffServ у мережі великого підприємства чи по каналі глобальних мереж є реальним завданням.

Як ми можемо бачити, переваги DiffServ немає можливості отримати в автоматичному режимі. Маршрутизатори мають розуміти «помічені потоки» і мати змогу певним чином вчасно реагувати на їх. Це передбачає модернізації програмних забезпечень маршрутизаторів.

Забезпечення показників якості VoIP на базі MPLS. Конкуренцію DiffServ на ролі протоколів для забезпечення QOS може скласти такий проект як IETF і має назвою «Багатопротокольні комутації міток» (MPLS).

При виконанні IP-комутації вузли виконують аналіз перших декількох пакетів трафіку, які надходить, і при отриманні короткої посилки, як приклад запит DNS чи SNMP, виконує їх обробку як простий маршрутизатор. У разі якщо вузли ідентифікують тривалий потік а саме від трафіку telnet чи ftp до завантаження

файлу через Webта мультимедійного застосування, в такому разі комутатори перемикаються на структури ATM, що розташовані нижче, і використовує наскрізні комутації для швидшої передачі інформації отримувачу.

IP-комутація використовує різні рівні QOS і має змогу застосовувати ATM, що передбачає вбудовування засобів підтримки QOS та RSVP.

Конкурентну спроможність IP-комутації складає тег-комутація. Як помітно з самої назви, така технологія приєднується до пакету міток для можливого інформування комутатору та маршрутизатору про особливість трафіку. Не поглиблюючись в дослідження пакету, засоби просто ситають мітки в заголовках для виявлення відповідних маршрутів потоків трафіку. Якщо DiffServ застосовує заголовки DS, який вже є в пакетах IPv4, тоді MPLS застосовує 32-розрядні інформаційні мітки, які приєднуються до кожного IP-пакету. Дана мітка, яка приєднується на вході у мережу з підтримкою MPLS, інформує кожен з маршрутизаторів на всьому шляху проходження даних, про те як необхідно обробляти пакети. Також, мітка містить дані про необхідний для цього пакету рівні QOS [24].

Відмінністю від поля DS, мітка MPLS на початку не є частиною пакетів IP. Вона добавляється в момент вступу пакетів у мережу і забирається при виході пакетів з мереж MPLS.

Зазвичай маршрутизатор виконує аналіз заголовків пакетів для виявлення його адресата. Такий перед аналіз виконується на кожних транзитних вузлах незалежно, виявити, через який маршрут слідуватимуть пакети, майже неможливо, в такому разі забезпечення гарантійних рівнів QOS є неймовірно складною задачею.

Із застосуванням мітки MPLS маршрутизатори чи комутатори можуть привласнити мітку записом із власних таблиць маршрутизації та у вигляді мітки виконати інформаційну передачу про маршрутизацію певним маршрутизаторам та комутаторам. Розшифрувавши мітки, кожен з комутаторів чи маршрутизаторів дізнається дані про наступних адресантів на даному шляху, не виконуючи аналіз заголовку пакета. Це дає змогу економити час та ресурс ЦПУ. Пакет з міткою MPLS

може бути переданий від відправної точки до отримувача без затримки на обробку, цікаво що всі вузли на проміжку знають, що необхідно обробляти кожен з пакетів.

По великому рахунку MPLS виконує комутацію каналу, яка є в АТМ. Під кінець MPLS можливо застосувати для передачі IP-трафіків по мережі IP.

Варто вказати, що DiffServ працює на третьому рівні, а MPLS функціонує на другому, в такому разі з технічної точки дані технології повинні мирно функціонувати між собою. Як згадувалось раніше, DiffServ виконує класифікацію пакетів при їх надходженні на кінцеві маршрутизатори, таким чином цій стандарт, більш всього буде застосовуватись на межі мережі, як приклад, між підприємством і його сервісним провайдером.

З огляду на особливість, а саме що MPLS виконує передбачення додавання додаткової мітки і застосування маршрутизатора/комутатора, які здатні інтерпретувати дані, він більш всього, буде вживаним винятково в середині корпоративної мережі чи базових мереж операторів, де необхідний вищий рівень QOS для IP-трафіку.

Якщо DiffServ має вимогу деяких налаштувань мережевого маршрутизатора, тоді MPLS має можливість передбачати серйозну модернізацію, щоб маршрутизатор міг зчитувати мітку і виконувати направлення пакетів по конкретному маршруту.

В наш час DiffServ має ширшу увагу, і він ближче до кінцевої стандартизації, а ніж MPLS. Кожна з даних технологій мають свою перевагу в певних областях мережі, в такому разі вендори виконують підтримку їх обох.

РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕЛЕФОННОЇ МЕРЕЖІ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ

3.1 Огляд мережі підприємства ТОВ "WESTCOM"

Потреба у виборі рішення з'являється при реалізації одної чи другої систем телефонних зв'язків. Є чимало типових завдань при вводиті в експлуатацію мереж телефонного зв'язку, що вимагають обґрунтування і раціональних рішень.

Для випадку який розглянуто у кваліфікаційній роботі основною складовою даного завдання представлено сполученням досліджуваної мережі з іншими мережами телефонії із застосуванням різного роду шлюзів. На додачу до вищесказаного, одним з найпріоритетніших завдань стало рішення вибору рішень для мережі підприємства.

Виконання інтеграції телефонної мережі в телефонну мережу підприємства є одною з типових завдань, яка може вирішуватись із застосуванням технологій ІР-телефонії.

ТОВ "WESTCOM" розташовано в двох адміністративних будинках, які з'єднуються між собою мережею Ethernet, метою якої є виконання автоматизованих зборів інформації і віддаленого керування різними комплексами.

Варто вказати, якщо не брати до уваги герметизацію раз'ємів високочастотних кабелів, через чималі перепади температури у самій будівлі та позп нею в кабелях всё ж таки уворюється конденсат вологи з боку будівель, що є причиною заміни даного кабеля на протязі декількох років.

Мережа телефонії ТОВ "WESTCOM" реалізована на базі офісної АТС Panasonic KX-TA 616, яка продемонстрована на рис.3.1. Беручи до уваги, що на відсутній на час створення мережі іншого доступного варіанту, для реалізації зв'язку були взяті для використання адаптери пристроїв Cisco ATA 186, які увімкнені до зовнішньої (СО) лінії АТС. Дані пристрої застосовуються і для вимкнення телефонних пристроїв на полігонах, а також в точках розміщення

ретранслятора. У точках ретрансляції до адаптерів IP-телефонії увімкнений аварат Senao. Керування сполуками у VoIP-мережах виконується на базі протоколу H.323.

АТС яка використовується в офісі марки Panasonic KX-TA616 є гібридною офісною телефонною станцією. АТС Panasonic KX-TA616 має ємність до шести міських та 16-ть внутрішніх ліній та може розгортатись до шести міських та 24-х внутрішніх.



Рисунок 3.1 - АТС Panasonic

Підключення шлюзів внутрішньої локальної мережі по СО-лініях АТС нараховує пару недоліки, найбільший з яких є відсутність організаційної можливості єдиного плану нумерування в середині мережі. Для виконання виклику між будівлями необхідно виконувати набір номерів у два кроки. Ще більш складною ситуацією є виконання правил дзвінка в ТМЗК.

Відносно недавно оператори телефонних мереж та провайдер ПАТ "Укртелеком" виконав розширення каналу передачі інформації та надає доступ в Інтернет за технологіями ADSL/MPLS, що дозволяє виконати організацію достатньо швидкого з'єднання. Хоч і провайдер виконує забезпечення якості обслуговування тільки на рівнях -best effort, аналіз тесту показав, що воно

напрочуд добре для виконання голосового зв'язку між будівлями. В такому разі були прийняті рішення про удосконалення мережі IP-телефонії філій.

Далі мною наведено опис обраного варіанту, який був відпрацьований в лабораторній умові і реалізований.

Модернізування мережі передбачає чотири елементи:

- спільне застосування H.323 на SIP;
- зміна обладнання.

Заміна схем ввімкнення шлюзу внутрішньої мережі і виконання переходу на використання статичної маршрутизації виклику у внутрішніх мережах.

Встановлення зв'язку з корпоративними мережами ТОВ "*WESTCOM*" та ПАТ "Укртелеком".

Спільне застосування протоколів H.323 та SIP базується на прагненні до уніфікації застосовуваних протоколів, програмної складової та апаратного обладнання в корпоративній мережі ТОВ "*WESTCOM*".

Доцільність замінити адаптери Cisco ATA 186 FXS була обумовлена низкою причин.

Мережа ТОВ "*WESTCOM*" включає в себе три маршрутизовані сегменти: ЛВС тех. корпусу, радіомережа та ЛВС полігона. Адаптера Cisco ATA 186 не підтримують таблицю IP-маршрутизації і не реалізує жодних сповіщень ICMP-redirect, що призводить до подвоєння трафіку в одному плечі мережі при сеансі з адаптера, який розташований в точках ретрансляції.

Адаптера Cisco ATA 186 не підтримують статичну маршрутизацію телефонного з'єднання на два чи більше шлюзів. Серед проаналізованих моделей шлюзів важливою потрібною функціональністю можуть володіти моделі двох вендорів - шлюзи лінійки VoiceFinder розробником яких є компанія Addrac і шлюз MediaPack, виробник компанія Audiocodes. При відносно подібних наборах функціональних здатностей та порівнянних цінових властивостей було обрано голос шлюзу Addrac, а саме через більш звичний інтерфейс керування, чимось схожого на стиль Cisco.

Використання статичної маршрутизації телефонного з'єднання було визнано доцільно для підвищення стійкості телефонної мережі. Хоча на стабільність працездатності Н.323 нарікань не давала, і все ж таки надійність даного елементу пов'язана з надійністю апаратної частин комп'ютера, який в свою чергу застосовується для пари додатків. Варто зазначити, що при невеликій кількості користувачів VoIP-мережі налаштування статичного маршруту на шлюзах не викликає суттєвих складностей.

Щоб забезпечити зв'язок з полігоном на базі єдиного планування нумерації внутрішньої мережі взято техніку «виносів» внутрішніх ліній АТС із застосуванням зв'язку шлюзів FXO-FXS. В якості шлюзів внутрішньої мережі застосовано AP1100C - шлюз з 8 FXO-портами, які підключені до внутрішніх ліній міні-АТС.

В міні-АТС ТОВ "WESTCOM" застосовується трьох визначний план номера з цифрами 1 - для абонента, що безпосередньо підключено до АТС, 2 - для абонента, підключеного до АТС із застосуванням VoIP-шлюзу.

Трансляційні правила номерів перетворюють номери, що направлені на міні-АТС (1 ... - абонент, 9 ... - ТМЗК, 8 ... - ТОВ "WESTCOM") і не виконує зміни номерів IP-користувачів, які починаються з двійки. При наборі в ТМЗК після звігку « 9 » виконується спроба заняття одної з відповідних СО-лінії, в разі успішної події, абонент може чути сигнали готовності та виконує набір номера. При відсутності вільної СО-лінії, користувач відразу після виконання набору «9» може почути сигнал відмов в обслуговуванні (reorder tone). Набір «8» застосовується для входу у корпоративну мережу ТОВ "WESTCOM" з використанням маршрутизації з найменшою вартістю послуги.

Встановлення зв'язку з корпоративними мережами ТОВ "WESTCOM" приносить хорошу економію на витрати у послугах зв'язку, яку варто використовувати для оплачування Інтернет-трафіків. Схема реалізації мережі представлена на рис.3.2. Інтеграція мережі реалізується із допомогою шлюзу IP-телефонії, який підключеного по СО-лініям АТС. В такому разі з'єднання при спробі виклику з мережі одної філії на любий номер в мережі виконуватиметься в 1-у стадію - по внутрішнім номерам ТОВ "WESTCOM". Це можливо досягти з

використанням перетворень номерів перед їх відправкою та портативну АТС. Набір номерів мережі ТОВ "WESTCOM" з портативної АТС виконується з префіксом «8» та виконується маршрутизація з використанням механізму ARS.

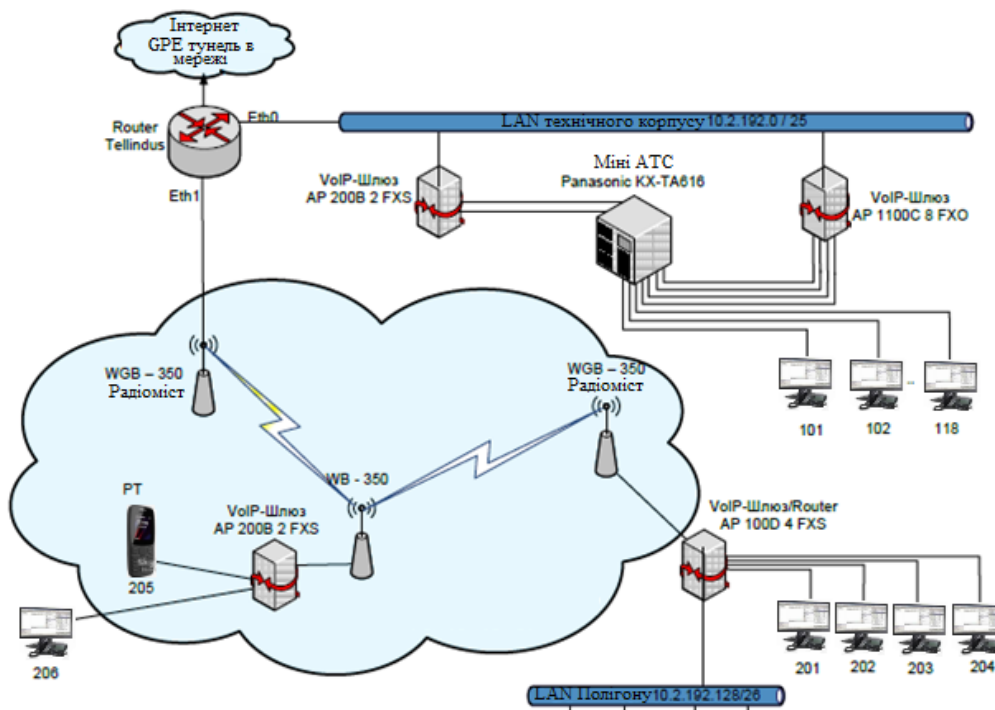


Рисунок 3.2 - Приклад схеми організації мережі телефонії

3.2 Аналіз технічних особливостей комутації VoIP мереж

Для з'єднання VoIP-мереж з ТМЗК потрібно застосовувати медіашлюз.

Є декілька підходів для реалізації даного рішення.

Перший випадок, коли у корпоративного клієнта, який має TDM-мережу і не збирається змінювати її на VoIP, застосовуються медіашлз (MG). АТС клієнта-замовника під'єднується до медіашлюзу за допомогою каналів ISDN PRI 2 Мбіт/с, а MG виконує перетворення трафіку TDM в пакети, роблячи при потребі функції компресії голосів та придушення паузи. Крім цього, медіашлюз може здійснювати функцій трансляції номеру, прийняти рішення по виконанню маршрутизації та підтримці у випадку необхідності функцій обліку дзвінків на сервер RADIUS.

Централізовані функції, керування викликами, керування маршрутизацією і генерація записів CDR зв загальному випадку покладаються на централізований вузол керування викликами, який розташований у оператора.

Другий підхід призначається для клієнта, у якого в рамках IP-мережі вже є IP-УАТС, що виконує керування IP-пристроями, ПК-пристроями (PC Soft phones) чи IP-функціями, що вмонтовані в УАТС на прикладі TDM. Рішенням для пакетної телефонії виконує емуляцію функцій звичайної УАТС. Крім цього видає доступ до послуг мультимедії, як приклад, онлайнві теки та відеоконференція. Щоб не встановлювати у клієнта шлюз IP-TDM для передавання виклику в мережі ТМЗК оператор реалізує звичайний інтерфейс VoIP, такий як і SIP. Клієнт в даному випадку під'єднується до мережі оператора безпосередньо з маршрутизатора доступу, який застосовується як для передачі інформації, реалізуючи єдиний для голосу та даних канал передавання від користувача до мереж оператора. Вузли контролю викликами, розташовані у оператора, реалізують функцію маршрутизації виклику, виконують генерацію записів CDR.

Для наглядного прикладу, можна привести комплексну мультисервісну систему MageLan [22]. Структурна схема даної системи представлено на рис. 3.3. Для реалізації зв'язку на шині Ethernet 10/100Base-T між системами цифрової комутації, яка працює у мережі TDM (ТМЗК), та мережею VoIP створено транспортний шлюз (MGW).

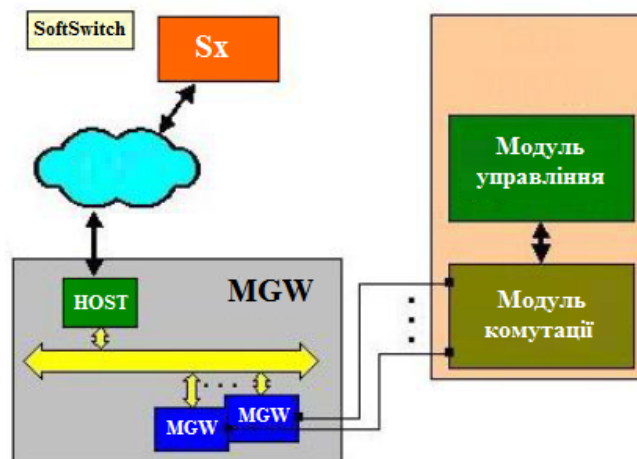


Рисунок 3.3 - Приклад структури схеми системи Магелан

Шлюз MGW реалізує такі функції:

- взаємозв'язок із зовнішніми кінцевими пристроями із застосуванням протоколів MGCP, MEGACO;
- виконання перетворення мовних даних в пакет IP;
- реалізація маршрутизації пакету IP.

Кінцевим комплектом СК застосовують плату шлюза MGW, яка може підтримувати до 60 голосових каналів.

Реалізовано кодеки: G.723, G.729. - G.711a, G.711.

Модуль передбачає такі виходи:

- IP-порт призначений для виходу на зовнішні IP-мережі (WAN) для керування з боку Sx;
- IP-порт призначений для виходу у зовнішні IP-мережі (LAN) для передавання пакету даних;
- порт який призначений для виходу на шину Ethernet що створює стик з модулями комутації.

Шлюз MGW можливо підключити безпосередньо у комутаційне поле АТС, яка передбачає в своєму складі компоненту управління. Шлюз має нараховувати, кроки збільшення - 60 ліній (1 плата).

Доцільним рішенням для випадків корпоративної телефонії ТОВ "WESTCOM" та ПАТ "Укртелеком", є застосування медіашлюзу на операторській стороні, оскільки придбання устаткування яке дороге коштує чи оренда потоку для потреби IP-телефонії не вигідна. До переваги даного вибору слід віднести:

- єдиний канал для передачі голосу та даних від користувача до мереж операторів;
- мінімум витрат на устаткування.

3.3 Особливості комутації з корпоративною телефонною мережею

На відрізку сполучень телефонних мереж ТОВ "WESTCOM" та ПАТ "Укртелеком" застосовується стандарт H.323, оскільки він є пристосований для

функціонування з мережею ISDN. В такому разі є необхідність у виконанні конвертацій сигналізацій протоколів SIP в сигналізацію протоколів H.323 і у зворотному напрямку. Для даної мети застосовується шлюз IP-IP який реалізується на рішенні Cisco.

За допомогою конверторів є змога виконати з'єднання між собою декілька, а то і більше незалежних мереж. Таким конвертором може бути ПО, що функціонує на платформі комп'ютера, як приклад, MERA MVTIS із модулями SIP-HIT чи маршрутизатор Cisco.

IPIPGW є переліком функцій, що реалізуються в ОС Cisco IOS, та надає функціональних можливостей безпеки, керування викликами, можливість якісного обслуговування, перетворення сигналізації та міжмережевого білінгу.

Даний шлюз є відповідальним за таку функціональність:

- оброблення медіа-потoku та цілісності мовних трактів;
- передання DTMF-сигналу;
- виконання трансляції фіксованого повідомлення чи їх прозоре пропускання;
- транслявання номерів і обробка виклику;
- фільтрування напрямку та кодеків;
- виконання розпізнавання та обробка ідентифікаторів мереж операторів;
- термінування та ініціювання сигналізацій та мовних трактів.

Шлюзом виконуються підтримки наступних типів з'єднань:

- H.323 <-> H.323;
- SIP <-> H.323;
- SIP <-> SIP.

У корпоративній мережі ТОВ "WESTCOM" шлюзи IP-IP працюють на прикордонних маршрутизаторах Cisco 2851. У процесі налаштування отримані різного роду результат при функціонуванні з трьома наступними відділами ПАТ "Укртелеком":

- цілковита сумісність;
- одностороннє надсилання виклику;

- повна відсутність виконання виклику.

Таким чином, до кінця налагоджування взаємодій з іншою мережею сполучення SIP-H.323 реалізується із застосуванням зв'язків двох шлюзів SIP-TDM-H.323.

3.4 Огляд технічного забезпечення підприємства

Огляд устаткування проведено на основі вже існуючої мережі передавання даних ТОВ "WESTCOM" та ПАТ "Укртелеком", яка реалізована із застосуванням технологій Ethernet, а також корпоративної мережі телефонії ТОВ "WESTCOM", що реалізується на базі технології TDM і дозволяє перевіряти сумісність та приймає участь в тесті обладнання, що включає різні VoIP-шлюзи.

Для дослідження було обрано обладнання, надане компанією «АТРАКОМ», м.Київ. По результатах огляду пропозицій на ринку та наявних у постачальників, було обрано 7 телефонів, три VoIP/FXO-шлюз та два FXS-шлюз, різних вендорів.

З переліку можливого обладнання у постачальника зроблено відбір наступних моделей які найбільш задовільняють вказані вище критеріям: Astra 480i, Grandstream BT-200, Grandstream GXP-2000, Snom 320, Snom 360, Thomson ST2030 та Planet VIP-153T.

Для застосування в корпоративних мережах із централізованими службами технічної підтримки варто обмежувати коло моделей з тими, щоб мати змогу «спростити життя» інженерові та скоротити великі витрати на обслуговуванні усієї мережі в загальному. Зазвичай це можливо досягти при використанні лінійки обладнання одного виробника.

Оскільки із опису обладнання, які доступні на сайті вендорів не завжди є можливість зрозуміти певні деталі та виконати оцінку тих чи інших якостей апарату, спершу бажано виконати ретельне ознайомлення з обладнанням на практичній частині.

Виконання тесту стало обмеженим, мало на меті наступні цілі:

- огляд сумісності IP-апаратів з SIP-сервером SER (Open SER), програмна ATC Asterisk;
- оцінка показників якості звуку при сеансі через слухавку, функцію гучного мовлення та при конференц-розмові;
- оцінювання ергономіки, а саме зручність застосування функцій які найчастіше застосовуються: перекладання дзвінку, виконання відповіді по іншій лінії, виконання організації конференц-розмови, праця з телефонними книгами, та робота з голосовою поштою;
- виконання перевірки можливості автоматизації обслуговувань через завантаження конфігурацій і виконання оновлень програмних забезпечень.

Схема досліджуваного тестування наведена на рис.3.4, і єдина для усіх моделей IP-апаратів, оскільки вони застосовують подібне підключення до мережі із допомогою Ethernet.

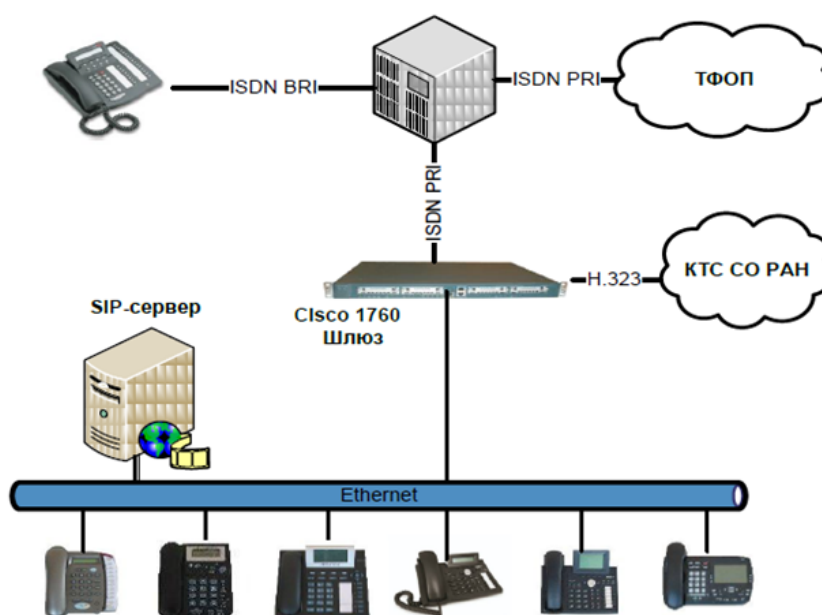


Рисунок 3.4 - Приклад схеми для виконання тесту IP-апаратів

Необхідно вказати, що по даній схемі до УПІАТС Definity підключались цифрові апарати. Вони застосовувались в якості еталонного джерела/приймача звуку при виконанні оцінок якості передавання голосу тестовою моделлю.

VoIP-TDM шлюз застосовував маршрутизатор Cisco 1760 з голосовим процесором та інтерфейсом E1 з сигналізацією ISDN PRI.

Показники якості звуку оцінились при застосуванні кодеків G.711/A-law та G.729.

Напрямки виконання викликів:

- апарат -> сервер -> апарат;
- апарат -> сервер -> Cisco GW -> УПАТС Definity -> -> Цифровий апарат і у зворотному напрямку;
- апарат -> сервер -> Cisco GW -> УПАТС Definity -> -> ТМЗК і у зворотному напрямку;
- SIP-апарат -> SIP-сервер -> Cisco GW -> Канал передавання інформації СПД ПАТ "Укртелеком" -> УПАТС Definity -> Цифровий апарат і у зворотному напрямку.

У результаті тесту можливо виділити такі моменти: більш вдалий, з точки зору тесту, виявився апарат виробників Astra та Snom. У даних моделях у повній мірі та зручно реалізуються функцій, які заявлені у документації. Варто зазначити, що дані продукти є самі дорогі з обраних у тесті. Область використання цих апаратів може бути різною, коли показники якості зв'язку мають бути на вищому рівні, до оператора зв'язку, коли навантаженість для апарату велика. Для секретаря виявився найбільш ергономічними використання апарату марки Snom.

Принцип вибору моделі IP шлюзу виконувалось за декількома критеріями:

- наявна у необхідній кількості у вендора;
- мінімальна кількість портів FXO, яка допускається;
- Можлива підтримка протоколів H.323 і SIP;
- можлива підтримка передавання факсів.

Цілі тесту які склалися в процесі перевірки:

- можливість сумісності із сервером OpenSER та IP-ATC Asterisk;
- якісного передавання голосу;
- можлива передача факсів;
- можливість детектування Caller ID;

- можливість детектування сигналів «відбою» ТМЗК.

Метод тесту: здійснення входу з боку ТМЗК і здійснення з VoIP-мереж виклику для експерименту підтвердження працездатності інформації шлюзів і також перевірки відправлення та отримка факсимільного сповіщення.

Виконувався тест такої моделі VoIP-шлюзу: Grandstream GXW-4108v, AudioCodes MP-108/FXO та Addpac VoiceFinder AP-200D / FXO. Схема даного тесту зображена на рис.3.5.

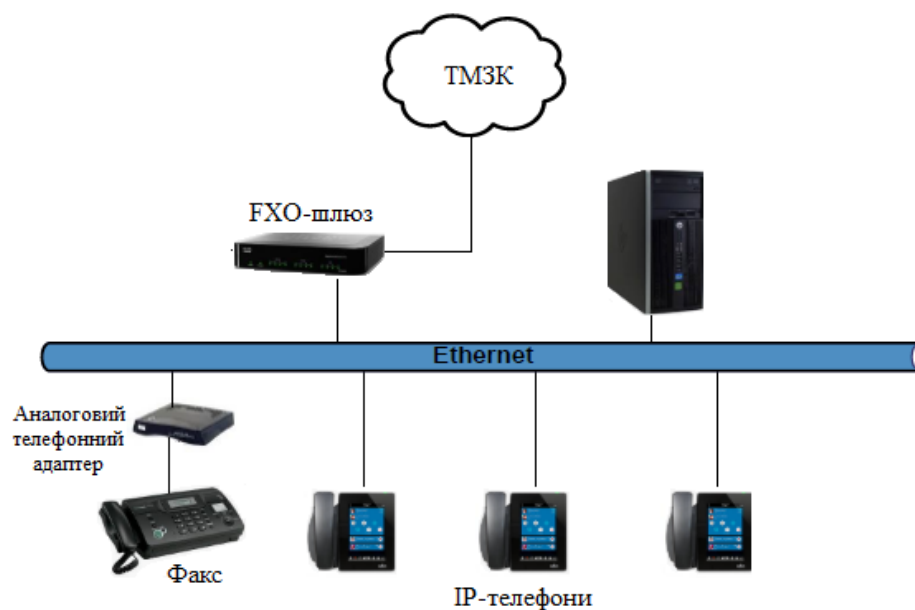


Рисунок 3.5 - Схема для виконання тестування VoIP-шлюзу

Технічні особливості для усіх FXO-шлюзів майже однакові, відмінністю є тільки в кількості портів та деякі апаратні модифікації параметрів, в такому разі зображені в табл. 3 характеристики, один з яких - AudioCodes MP-108/FXO, приклад зображення даного пристрою продемонстровано на рис.3.6.

Також представлено виконання тесту шлюзів FXS. Показники які вплинули на вибір саме даної моделі:

- наявний резерв обладнання у постачальників;
- наявність мінімальної кількості портів FXS;
- можлива підтримка протоколу SIP;
- можлива підтримка передавання факсів.



Рисунок 3.6 - Зображення AudioCodes MP-108/FXO

Мета тесту: виконати перевірку роботи та сумісності з IP-мережею 2-х VoIP-шлюзів.

Методи тесту: здійснення входів з боку мережі телефонії загального ТМЗК та виходу з VoIP-мереж виклику для можливого експерименту який підтверджує функціональність даних шлюзу, та перевірка відправлення і одержання факсимільних сповіщень.

Таблиця 3.1 - Таблиця характеристик AudioCodes MP-108/FXO

Інтерфейс	
Колосовий інтерфейс	8 x RJ11
Мережний інтерфейс	10/100 BaseT RJ45 (здвоєний з резервом для MP-124 FXS)
Індикатор	Індикатор стану та активностей каналу
Протокол VoIP	
можливість VoP	Можливість придушень ехо (G.168-2000), VAD, CNG, буфер який динамічно програмується (jitter buffer), визначає можливість включення модему
Кодек	G.711, G.723.1, G.726, G.727, G.729a, NetCoder 6,4-9,6 kbps
Факс над IP	T.38, 14.4 Кб/с з можливістю автоматичного повернення до ТМЗК при відсутній можливості передавання по IP
Сигалізація	
Сигалізація	FXS, FXO loop-start
Внутрішньоканальна сигналізація	DTMF (TIA 464B), MFR1, MFR2, AC15, SS4, SS5

Продовження таблиці 3.1 - Таблиця характеристик AudioCodes MP-108/FXO

Підтримка протоколів	MGCP (RFC 2705), H.323v4, MEGACO (H.248), SIP (RFC 3261), AudioCodesVoIP Library API
Обслуговування і керування	- BootP, DHCP і TFTP - Керування на відстані з допомогою WEB інтерфейсів - Система керування елементами EMS - Можливість у підтримці SysLOG
Фізична характеристика	
Живлення	90-260V AC 47-63 Hz 36-72V DC
Розміри	44x445x269 mm
Монтаж	На стіні, настільний

Audiocodes MP-114/FXS є голосовим шлюзом на 4-и FXS-порта, призначених для включення звичайних апаратів, DECT- телефон чи факсу до сучасних АТС, приклад вигляду такого обладнання представлений на рис. 3.8. Схема встановлення моделі MP-114/FXS що на межі проста, через вмонтовані 4-и порти RJ11, до VoIP-шлюзу під'єднується аналоговий пристрій, для якого необхідно виконати реєстрацію на АТС, а безпосередньо шлюз вмикається до локальних мереж компанії з використанням Ethernet-портів 10/100 Мбіт/с.

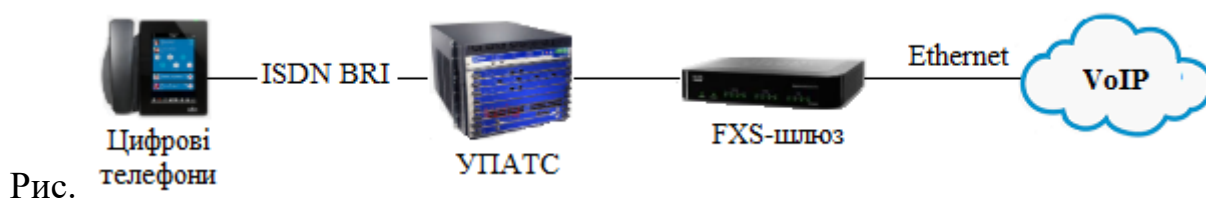


Рисунок 3.7 - Зображення схеми тестування шлюзу FXS

Далі для кожного з апарату потрібно створити обліковий запис на АТС у зручних Web-інтерфейсах виконати налаштування самого шлюзу MP-114/FXS.

Порт FXS розташований на АТС, виконує створення петлі змінної напруги із допомогою трансформаторів, та є порт "станції", при перегляді з боку кінцевих абонентів. Отже, аналоговий абонент підключається до VoIP-шлюзів через порт використовуючи FXS.



Рисунок 3.8 - Зображення VoIP-шлюзу Audiocodes MP-114/FXS

Шлюз FXS застосовується для виконання підключень одної або декількох аналогових невеликих АТС до VOIP-АТС чи провайдера. Шлюз FXS потрібний для виконання з'єднання порту FXO.

Дані шлюзи є майже схожі по всім технологічним і функціональними особливостями з шлюзом FXO, результат аналізу яких описано вище. Відмінність полягає у типі інтерфейсів і деяких апаратних особливостей модифікацій. Технологічні особливості і мережні можливості Addpac 200B/FXS [29].

Для реалізації сумісності VoIP-шлюзу з вже існуючими SIP-мережами виконано оновлення ПЗ із застосуванням FTP/TFTP. Установлення пройшло успішно.

Контроль базової функції FXS-шлюзу такої як передавання ідентифікаторів користувачів і розкодування дзвінка (Transfer) виконані з позитивним результатом по двом напрямкам:

- VoIP-мережа -> аналоговий пристрій;
- аналоговий пристрій -> IP-апарат.

Тест адаптера для VoIP-телефонії надало результати, які наведені нижче:

Мета тесту: перевірка функціонування та можливість сумісної роботи обладнання. Перевіряння посилення та отримання факсу. Виконати вибір моделі для реалізації корпоративної VoIP-мережі.

Виконано тестування наступного технічного забезпечення: Cisco ATA 186, Mediatrix 1102. На рис. 3.9 представлена схема виконуючого тестування.



Рисунок 3.9 - Приклад схеми тесту адаптера VoIP-телефонії

Факси та аналогові пристрої під'єднуються до FXS- портів адаптерів.

До якого після вимонтований порт Ethernet. Вклик який прийшов з боку VoIP-мережі проходить по зворотньому ланцюгу інтерфейса-FXS.

Cisco ATA 186 є аналоговим телефонним адаптером. Має можливість підключати декілька звичайних аналогових апаратів чи факсів до корпоративних мереж IP-телефонії.

Даний адаптер передючає два телефонні порти, які мають власні незалежні номери апарату.

Виконує підтримку автоматичного привласнення IP адреси по протоколі DHCP.

Налаштування апарату можливо провести через вмонтований Web інтерфейс, ще є в наявності голосове меню IVR призначене для виконання налаштувань апарату з допомогою підключення аналогового апарату до 1-го порту адаптеру.

Mediatrix 1102 представляє аналоговий VoIP шлюз з 2-ма FXS портами, та 2-ма портами 10/100 Base-T Ethernet, приклад вигляду обладнання представлено на рис. 10. Він призначається для виконання організації телефонної і факсимільної передачі інформації по мережі передавання інформації TCP/IP. Шлюз виконує підтримку включення до 2-х звичних аналогових телефонів та факсів, PBX і Key-системи.

В Mediatrix присутній світч мережевого рівня, що надає дозвіл додаткового підключення LAN пристрою (Як приклад ноутбук) до мереж IP.



Рисунок 3.10 - Приклад зовнішнього вигляду Mediatrix

Шлюз виконує підтримку усіх необхідних видів телефонних сигналізацій, з'єднання можливі по протоколам MCE-T (ITU-T) H.323, MGCP, SIP. Застосовується набір голосових кодеків G.711 (a-law, u-law), G.723.1, G.729a та G.168. Виконує підтримку передачі факсів над IP (Fax over IP, FoIP), вмикаючи протокол T.38. Керування шлюзом виконується за допомогою протоколу SNMP.

Досліджене обладнання є сумісним з VoIP-мережами, та реалізовані на протоколі SIP.

Телефонні адаптери, які були протестовані, цілком сумісні з вже існуючою мережею.

Контроль базової функції адаптерів серед яких передавання ідентифікаторів користувача і перекладання виклику проведені з позитивним результатом по двом напрямкам:

- VoIP-мережа -> аналоговий апарат;
- аналоговий апарат -> IP-апарат.

Передавання факсу виконана із застосуванням двох режимів: із застосуванням протоколів передавання факсу T.38 та в «прозорому», із застосуванням кодеку G.711/A-law. В даних випадках передавання факсу функціонувало надійно.

Cisco ATA 186 і Mediatrix 1102 можливо вважати рекомендованими для використання в телефонних мережах ТОВ "WESTCOM" та ПАТ "Укртелеком".

ВИСНОВКИ

В даний час практично немає змоги уявити виконання позитивного функціонування компаній при відсутній локальній мережі. Чималі компанії виконують організацію своїх мереж, які розташовуються в декількох будівлях або у віддалених районах. Посійно змінється кількість користувачів у швидкому режимі, і цілком вірогідним є бажання розширювати можливість IP-мережі, застосовуючи їх паралельно з передаванням інформації також для інтерактивного виконання відеоконференцій, передача потоку голосових даних а також для інших можливих додатків які застосовуються у реальному часі. IP-телефонія надає способи розширювання сфер телеком послуг, що надає можливість виконувати взаємодію усіх працівників підприємства, незалежно від тих випадків, чи функціонують вони в межі 1-го комутаційного поля чи перебувають віддалено. IP-телефонія надає змогу виконувати голосові комунікації по мережах передавання інформації із застосуванням IP мережі.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі виконуючи перше завдання виконано аналіз моделей реалізації мережі з використанням IP-телефонії, можливі втипи з'єднання а також проаналізовано основні протоколи керування викликами, серед яких: SIP, H.323, MGCP, H.248. Для виконання питання загальної доступності, економічного та практичного використання, надійність, зручність. Досліджено структури, особливості архітектури та застосування мереж із IP-телефонією. Її можливо реалізувати тільки з застосуванням механізму пакетної передачі та технологією програмного з'єднання – загальних складових нової мережі.

Другий розділ присвячено дослідженню показників якості IP-телефонії та аналізу факторів, які мають вплив на якісні показники IP-телефонії. Досліджено напрямки та методики забезпечення показників якості IP-телефонії.

Виконуючи останнє поставлене завдання, досліджено використання технічного забезпечення для реалізації IP-телефонії а також виконано огляд особливості реалізації корпоративних телефонних мереж на підприємстві. Проведено дослідження щодо можливого забезпечення показників якості

функціонування в мережах. Так само виконано тестування різних моделей абонентських пристроїв.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. B. Hartpence, Packet Guide to Voice over IP, O'Reilly Media Inc., www.it-ebooks.info, Twitter: [2oreillymedia](https://twitter.com/2oreillymedia) facebook.com/oreilly, Published by O'Reilly, Media, Inc. 1005 Gravenstein High North, Sebastopol, CA 95472, 2017, ISBN 978-1-449-33967-8
2. M. Orgon, R. Roka, and J. Misurec, Smart Grid and Power Line Communication, Publishing STU Bratislava, 396 pages, 2015, ISBN 978-80-227-4356-3.
3. J. Misurec and M. Orgon, Modeling of Power Line Transfer of Data for Computer Simulation, Int. J. Communication Networks and Information Security (IJCNIS) Vol. 3, No. 2, 2019.
4. M. Orgon and I. Bestak, Performance Measurement of Encryption Algorithms used in PLC Devices, Int. J. of Research and Reviews in Computer Science. Vol. 2, No. 5, 2019, pp. 1218-1221, ISSN 2079-2557.
5. S. Klucik, J. Taraba, M. Orgon, and D. Adamko, The Use of PLC Technology in Broadband Services Offered to Households, Int. J. of Information and Computer Science (IJICTS), 2019, 4, pp. 1-8.
6. I. Bestak and M. Orgon, The use of encryption algorithms in PLC networks, Int. J. of Information Technology and Business Management (IJTBM & ARF), Vol. 13, No. 1, May 2018.
7. M. Orgon, I. Bestak, M. Halas, and A. Kovac, Finding the best encryption algorithms for PLC technology, in Proc. Knowledge in Telecommunication Technologies and Optics - KTTO 2016, Szczyrk, Poland, pp. 152-156.
8. J. Misurec and O. Orgon, The Cascade Models for Simulation of PLC Communication, in Proc. 6th Int. Conf. Teleinformatics - ICT 2011, Brno, 2019, pp. 53-56.
9. Bestak, R., Vranova, Z., & Ondryhal, V. Testing of Transmission Channels Quality for Different Types of Communication Technologies. Digital Information and Communication Technology and Its Applications, 2020, pp. 13-23.

10. Frieden, R. The mixed blessing of a deregulatory endpoint for the public switched telephone network. *Telecommunications Policy*, 2016, pp.400-412.
11. Abid, F., Izeboudjen, N., Bakiri, M., Titri, S., Louiz, F., Lazib D. Embedded implementation of an IP-PBX/VoIP gateway. In *Microelectronics (ICM)*, 2017 24th International Conference on, pp. 1-4.
12. Kulin, M., Kazaz, T., & Mrdovic, S. (2012). SIP server security with TLS: Relative performance evaluation. In *Telecommunications (BIHTEL)*, 2016 IX International Symposium on, pp. 1-6.
13. Coisel, I., & Sanchez, I. . Practical interception of DECT encrypted voice communication in unified communications environments. In *Intelligence and Security Informatics Conference (JISIC)*, 2018 IEEE Joint, pp. 115-122.
14. Vergados, D. D. Service personalization for assistive living in a mobile ambient healthcare-networked environment. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2014, 575-590.
15. Soloducha, M., Raake, A., Kettler, F., Rohrer, N., Parotat, E., Waeltermann, M., & Voigt, P. Towards VoIP quality testing with real-life devices and degradations. In *Speech Communication; 12. ITG Symposium; Proceedings of*, 2017, pp. 1-5.
16. Bestak, R., Vranova, Z., & Ondryhal. Testing of Transmission Channels Quality for Different Types of Communication Technologies. *Digital Information and Communication Technology and Its Applications*, 2019, pp.13-23.
17. Bhalla, M. R., & Bhalla, A. V. Generations of Mobile Wireless Technology: A Survey. *International Journal of Computer Applications*, 5(4), 2016, pp.26-32.
18. Al-Saadawi, H., & Varol, A. Voice over IP forensic approaches: A review. In *Digital Forensic and Security (ISDFS)*, 2017 5th International Symposium on, pp. 1-6.
19. Facchinetti, T., Ghibaudi, M., Goldoni, E., & Savioli, A. (2010). Real-time voice streaming over IEEE 802.15. 4. In *Computers and Communications (ISCC)*, 2016 IEEE Symposium on, pp. 985-990.
20. Mealling, M., & Faltstrom, P. The E. 164 to uniform resource identifiers (URI) dynamic delegation discovery system (DDDS) application (ENUM).

21. Wang, X., Patil, A., & Wang, W. VoIP over wireless mesh networks: challenges and approaches. In Proceedings of the 2nd annual international workshop on Wireless Internet .
22. Boucadair, M., Borges, I., Neves, P. M., & Einarsson, O. P. . IP Telephony Interconnection Reference: Challenges, Models, and Engineering. CRC Pres, 2019
23. Murty, R., Padhye, J., Chandra, R., Wolman, A., & Zill, B. Designing High Performance Enterprise Wi-Fi Networks. In NSDI, 2018, pp. 73-88.
24. Gibson, J. D., & Wei, B. Tandem voice communications: digital cellular, VoIP, and voice over Wi-Fi. In Global Telecommunications Conference, GLOBECOM'04 IEEE , 2014, pp. 617-621.
25. Ganguly, S., & Bhatnagar, S. (2008). VoIP: wireless, P2P and new enterprise voice over IP. John Wiley & Sons.
26. Yüksel, M , Öztürk, N. SIP Attacks and Security Methods. International Journal of Informatics Technologies, 2017, pp. 301-310.
27. Keromytis, A. D. A comprehensive survey of voice over IP security research. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2015, pp. 514-537.
28. Hanifan, Y., & Bandung, Y. Designing VoIP security system for organizational network. In ICT for Smart Society (ICISS), 2013 International Conference on, pp. 1-5.
29. Lazzez A., Slimani T. “Deployment of VoIP Technology:QoS Concerns”, International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 2019, pp. 65-74.
30. Farley, R., & Wang, X. VoIP Shield: A transparent protection of deployed VoIP systems from SIP-based exploits. In Network Operations and Management Symposium (NOMS), 2018 IEEE, pp. 486-489.
31. Akbar M. A. and M. Farooq, “Application of Evolutionary Algorithms in Detection of SIP based Flooding Attacks,” in Proc. Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO), 2019.

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація)