

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет електроніки

(повна назва інституту/факультету)

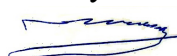
Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 621.397.63

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри



С.А. Найда
(ініціали, прізвище)

“ 07” 12 2020 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 171 «Електроніка»

(код і назва)

на тему: «Дослідження особливостей впровадження сервісів IP-телефонії в Інтернет ресурси»

Виконав: студент II курсу,
_____ групи

ДВ-92мп

(шифр групи)

Мажаренко Владислав Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

Керівник

професор, д.т.н. Власюк Г.Г.

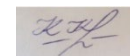
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)



(підпис)

Рецензент доцент кафедри ЕПС, к.т.н., доц. Клен К.С.

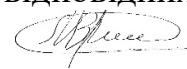
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)



(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент



(підпис)

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Факультет електроніки

Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 171 «Електроніка» («Електронні системи мультимедіа та засоби Інтернету речей»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри



С.А. Найда
(ініціали, прізвище)

« 01 » 09 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Мажаренку Владиславу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи «Дослідження особливостей впровадження сервісів
IP-телефонії в Інтернет ресурси»

керівник роботи Власюк Ганна Григорівна, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «05» листопада 2020 р. № 3241-с

2 Строк подання студентом дисертації 01 грудня 2020 р.

3. Об'єкт дослідження технологія IP-телефонії, види програмних комутаторів та їх застосування.

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) створення клієнту та аналіз IP-телефонії в Інтернет ресурсах.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: дослідити можливість та способи інтеграції IP-телефонії в сферах надання телекомунікаційних послуг, провести аналіз якості використання розробленого SIP клієнту та зробити висновок в доцільності використання IP-телефонії на веб-ресурсах .

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу 13 слайдів презентації:

характеристика роботи, формулювання завдання роботи, загальні характеристики понять IP-телефонії, дослідження лідерів програмних комутаторів в сфері телекомунікацій, аналіз інтегрованої системи на якість мовлення та швидкості роботи системи, висновки.





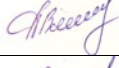


7. Орієнтовний перелік публікацій: Особливості впровадження сервісів ір-телефонії в інтернет ресурси/ Мажаренко В.В. // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні технології кіно та аудіовізуальних систем». – К: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.

8. Консультанти розділів дисертації

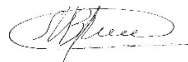
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання 01 вересня 2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання першого розділу	06.09.2020	
2	Написання другого розділу	20.09.2020	
3	Написання третього розділу	14.10.2020	
4	Написання четвертого розділу	05.11.2020	
	Написання п'ятого розділу	25.11.2020	
5	Підготовка матеріалів до друку та оформлення пояснювальної записки	01.12.2020	
6	Підготовка та оформлення презентації для доповіді	06.12.2020	

Студент



(підпис)

В.В.Мажаренко

(ініціали, прізвище)

Керівник роботи



(підпис)

Г.Г.Власюк

(ініціали, прізвище)

УДК 621.397.63

РЕФЕРАТ

Мажаренко В.В. Дослідження особливостей впровадження сервісів IP-телефонії в Інтернет ресурси: магістерська дис. : 171 Електроніка. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 110 с.

БЕЗПРОВОДОВА МЕРЕЖА, IP, FreeSWITCH, ASTERISK, SIP, VOIP, АТС, ТМЗК, РВХ, SOCKET, WEB SIP.

Актуальність роботи. Телекомунікаційні системи та мережи вдосконалюються кожного дня та набувають неабиякого значення для якісного функціонування тієї чи іншої галузі. Завдяки швидкому темпу зростання швидкості та якості безпроводових мереж з'явилась можливість ведення міжнародних та міжміських дзвінків за низькою вартістю та гарною якістю.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є дослідження використання IP-телефонії для інтернет ресурсів, аналіз якості та обґрунтування доцільності інтеграції цієї технології в різні сфери бізнесу. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити можливості та переваги використання IP-телефонії;
- проаналізувати функції найвідоміших представників IP-телефонії та порівняти їх між собою;
- дослідити можливості, інтеграції телефонії в уже існуючі веб ресурси та провести базові налаштування для їх роботи;
- провести підключення IP-телефонії на веб сторінку та запрограмувати її для роботи, дослідити якість проведених підключень, шляхом використання відомих методів для аналізу голосових повідомлень.

Об'єкт дослідження – технологія IP-телефонії, додатки FreeSWITCH та Asterisk.

Предмет дослідження – Web SIP клієнт на основі FreeSWITCH.

Методи дослідження – критичний аналіз технології IP-телефонії в сферах надання телекомунікаційних послуг, порівняння переваг та недоліків лідерів IP-телефонії. Об’єктивний та суб’єктивний аналіз голосових повідомлень, та їх якості з відомими величинами якості. Застосування положень користувацького досвіду встановлення IP-телефонії та її елементів.

Наукова новизна одержаних результатів. Удосконалено зв’язок між клієнтом, які знаходяться на сайті або веб-ресурсі та представниками бізнесу завдяки використанню пари стандарту WebRTC та протокол зв’язку WebSocket.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано використовувати розроблений Web SIP клієнт для Інтернет ресурсів, що дає змогу збільшувати показники зацікавленості клієнтів, продажів продукту та підтримку клієнтів онлайн. Запропоновано сценарії застосування технології IP-телефонії в межах компанії для здійснення внутрішніх та зовнішніх дзвінків, а також дзвінків за межі країни за низькою вартістю та високою якістю.

SUMMARY

With the development of information technology, the need for high-quality communication is growing, which can be used as a replacement for traditional analog data transmission methods. For online business, the main task is to communicate with potential customers, promote and believe that their product is worthy of attention. This connection must be secure, easy to set up and connect, provide high quality data transmission, cost-effective and scalable.

Telecommunication systems and networks are improving every day and are of great importance for the quality functioning of a particular industry. Due to the rapid growth of speed and quality of wireless networks, it is possible to make international and long distance calls at low cost and good quality.

IP telephony combines the benefits of using the Internet and traditional telephony. Using this technology, Internet resources can keep customers longer on their pages and offer them the best conditions for using their product or service, as well as using PBX functionality such as call parking, call forwarding, answering machines, voicemails, callbacks and more.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
SUMMARY	6
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	9
ВСТУП	10
1 ІР-ТЕЛЕФОНІЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ.....	11
1.1 Поняття ІР-телефонія.....	11
1.2 Історія ІР-телефонії.....	13
1.3 Організація та використання мережі ІР-телефонії	15
1.4 Методи передачі даних в ІР-телефонії.....	23
1.5 Протоколи та їх взаємодія в ІР-телефонії.....	29
1.6 Переваги використання ІР-телефонії для компаній	35
Висновки до розділу	37
2 FREESWITCH ТА ASTERISK ЯК ВІДКРИТІ ПРОГРАМНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ.....	39
2.1 Інтерфейс FreeSWITCH.....	41
2.2 Підтримка кодеків.....	43
2.3 Програмні можливості та функціонал платформи FreeSWITCH	45
2.4 Програмні можливості та функціонал платформи Asterisk.....	47
2.5 Переваги та недоліки FreeSWITCH і Asterisk	48
2.6 Суб'єктивне та об'єктивне оцінювання якості голосових повідомлень	52
Висновки до розділу	61
3 ІНСТАЛЯЦІЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ FREESWITCH І ASTERISK НА ОС LINUX.....	63
3.1 Встановлення та підготовка операційної системи	63
3.2 Компіляція вихідного коду FreeSWITCH.....	67
3.3 Створення користувача FreeSWITCH під яким буде працювати сервер	71
Висновки до розділу	76
4 ІНТЕГРАЦІЯ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ ТА АНАЛІЗ МОВЛЕННЯ.....	77

4.1 Впровадження Web Sip клієнту в інтернет ресурс	77
4.2 Суб'єктивний метод оцінювання якості голосового зв'язку через Web Sip клієнт	84
4.3 Об'єктивний метод оцінювання якості голосового зв'язку через Web Sip клієнт	86
Висновки до розділу	89
5 СТАРТАП-ПРОЕКТ	90
5.1 Основні відомості.....	90
5.2 Технологічний аудит ідеї стартап-проекту	91
5.3 Аналіз можливостей ринку для запуску проекту	92
5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	97
5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	99
ВИСНОВКИ.....	102
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	104
Додаток А.....	106

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АТС	–	Автоматична телефонна станція;
WebSocket	–	Протокол зв'язку;
VoIP	–	Voice over IP (Передача голосу за допомогою сімейства протоколів TCP/IP);
QoS	–	Quality of Service (якість обслуговування);
ТМЗК	–	Телефонна мережа загального користування;
PBX	–	Private Branch eXchange(Приватна АТС);
PSTN	–	Public Switched Telephone Network;
TCP	–	Transmission Control Protocol;
MGCP	–	Media Gateway Control Protocol;
JS	–	JavaScript;
ISDN	–	Integrated Services Digital Network (Цифрова мережа з інтегрованими послугами);
IP	–	Internet protocol (Протокол мережевого зв'язку);
LAN	–	Local Area Network (Локальна обчислювальна мережа);
WAN	–	Wide Area Network (Глобальна обчислювальна мережа);
XML	–	eXtensible Markup Language (Розширювана мова розмітки);

ВСТУП

З розвитком інформаційних технологій зростає потреба у високоякісному зв'язку, який може бути використаний, як заміна традиційним аналоговим способам передачі даних. Для інтернет бізнесу головною задачею є спілкування з потенційними клієнтами, популяризація та переконання, що їх продукт вартий уваги. Такий зв'язок повинен бути безпечний, простий у налаштуванні та підключенні, забезпечувати високу якість передачі даних, економічно вигідним та масштабованим.

IP-телефонія об'єднує переваги використання мережі Інтернет та традиційної телефонії. Використовуючи цю технологію Інтернет ресурси можуть надовше затримувати клієнтів у себе на сторінках та пропонувати їм найкращі умови використання їх продукту чи послуги, а також використовувати функціональні можливості АТС, такі як паркування виклику, переадресації, автовідповідачі, голосові пошти, передзвони та багато іншого.

В ході виконання роботи буде запропоновано декілька варіантів реалізації програмних додатків в Інтернет ресурси та для користування телефонією в межах одного чи багатьох офісів незалежно від відстані між ними. Використання технології IP-телефонії дозволяє оптимізувати апаратні засоби та робити їх актуальними на сьогоднішній день, а також заощаджувати великі матеріальні витрати, роблячи їх загальноживаними.

1 IP-ТЕЛЕФОНІЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

1.1 Поняття IP-телефонія

Технологія, яка використовує мережу Інтернет чи іншу IP-мережу для передавання голосу в цифровому вигляді називається IP-телефонія.

Для використання стандартного телефонного зв'язку в IP-мережі використовують так звані – IP шлюзи. Всі шлюзи мають з'єднання з АТС або з апаратним телефоном, тоді кожний користувач такого телефону буде абонентом шлюзу (рис. 1.1). Абоненти, які підключені до інших шлюзів, можуть безпроблемно спілкуватись з іншими абонентами, при цьому оплачуючи тільки з'єднання їх мережею, так само працює підключення і в корпоративній мережі.

Шлюзи IP-телефонії служать для приймання сигналу, його оцифровки, стискання, розбиття на пакети та передавання до адресата. Визначення та з'єднання з потрібним шлюзом відбувається по таблиці маршрутизації, яка може бути додана чи видалена у будь-який час, через telnet або ж Web-інтерфейс.



Рисунок 1.1 - Загальний принцип дії телефонних шлюзів IP-телефонії

Найбільш економічний спосіб організації вносу ємності УАТС в філії (наприклад, зв'язок головного офісу з компаніями) - використання IP-шлюзів. Це дозволить відмовитись від абонентської плати за використання загальних ліній і бути підключеним лише до IP-мережі. Також, якщо такі компанії

знаходяться у різних містах чи країнах, то таке підключення дозволить заощадити фінанси на здійснення міжміських та міжнародних викликів.

Також при підключенні до існуючого оператора IP-телефонії з'являється можливість робити виклики на телефонні номери, зареєстровані в ТМЗК. Плата за такі дзвінки набагато менше, ніж плата телефонним операторам [2].

Отже шлюз необхідний для взаємозв'язку телефонної мережі з IP-мережою, і виконує функції встановлення з'єднання з іншим шлюзом, стиснення пакетів, відновлення голосової інформації та ін. Шлюзи можуть відрізнятися за способом та методом інтеграції в телефонну мережу, використання тими чи іншими кодеками, інтерфейсом, але всі виконують однакові функції.

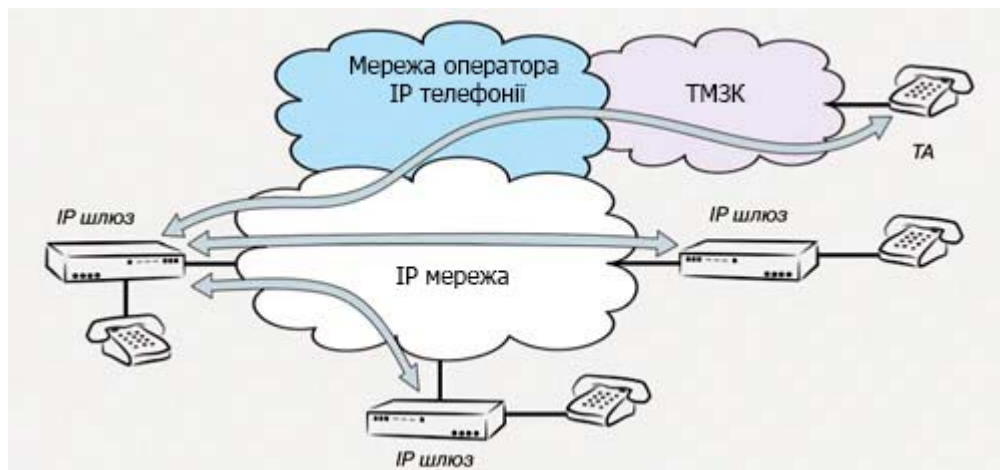


Рисунок 1.2 - Основні компоненти IP - телефонії

GateKeeper - це додатковий пристрій, підключений тільки до IP-мережі і несе в собі всю логіку роботи мережі IP-телефонії [2].

GateKeeper виконує функції авторизації абонента в мережі, тарифікацію, обробку платежів, та розподілення викликів в мережі між шлюзами. У більшості розробників GateKeeper інтегрований у шлюз, так як це обов'язковий модуль при використанні IP-телефонії.

Монітор необхідний для підтримки та налаштування конфігурації елементів, які входять до мережі, хоча є необов'язковим модулем в мережі.

Модулі IP-телефонії необхідні мають виконувати функції передачі керуючої інформації, видаляти відлуння, підтримувати повний дуплекс та мати інтерфейс з телефонними лініями.

1.2 Історія IP-телефонії

VoIP був розроблений приблизно в 1995 році, спочатку щоб служити способом для економії грошей на міжміському та міжнародних телефонних зв'язках. Все почалося з компанії VocalTec, яка створила перший Інтернет-телефон для широких мас. Через цей InternetPhone один користувач міг дзвонити іншому через підключенні динаміки і мікрофон, використовуючи те саме програмне забезпечення.

З 1996 по 1998 рік компанія VocalTec працювала над додаванням додатків голосової пошти в Інтернеті і об'єднала своє програмне забезпечення для Інтернет-телефонів з Microsoft NetMeeting. Пізніше, в 1998 році, VocalTec представила функції дзвінків з комп'ютера на телефон і з телефону на телефон для VoIP. Спочатку поширення VoIP була низькою - всього 1 відсоток - частково тому, що користувачам доводилося слухати рекламу до, під час і після розмови.

До 1999 року такі компанії, як Teledvance, компанія, яка згодом стала Smoothstone IP Communications, West IP Communications, були сформовані для впровадження VoIP в корпоративний простір - з більш надійними функціями, можливостями і надійністю. Smoothstone не була змушена покладатися на хитромудрі моделі отримання доходів з використанням підривної реклами, оскільки корпоративний ринок потребував альтернативних гнучких телефонних рішеннях. Вперше запропоновані компанією VoIP мережеві сервіси існують сьогодні в портфелі розміщених голосових рішень і керованих мережевих сервісів West UC.



Рисунок 1.3 - Перший відеотелеміст

У 21 столітті компанії, що виробляють телефонне обладнання, почали усвідомлювати переваги передачі інформації по IP - зі збільшенням швидкості, меншими витратами і кращою якістю. Можливості VoIP були додані в комутатори, програмне забезпечення та інше обладнання, яке можна було інтегрувати з VoIP. Додатковий розвиток апаратного і програмного забезпечення з підтримкою VoIP означало, що до 2003 року 25 відсотків усіх голосових викликів становили VoIP. Крім того, зростання числа послуг широкосмугового Ethernet також допоміг збільшити поширення VoIP, сприяючи кращої якості зв'язку.

Крім поліпшень якості викликів і з'єднань для викликів, споживчий ринок почав помічати зниження витрат на виклики VoIP, наприклад зниження плати за міжміські виклики і відсутність додаткових зборів за виклики через Інтернет. Це зниження витрат в кінцевому підсумку перейшло до додаткових корпоративним впровадженням, навіть змінивши масштаби ринків праці, оскільки роботодавці тепер могли використовувати контакт-центри VoIP за кордоном.

Хоча Skype офіційно запусив бета-версію свого програмного забезпечення в 2003 році (використовуючи своє програмне забезпечення для дзвінків на стаціонарні та мобільні телефони), його впровадження швидко почалося, коли компанія додала функції відеочату в своє програмне забезпечення в 2005 році. В даний час все більше число підприємств впроваджують Microsoft Skype для бізнесу для спільної роботи, що поєднують в собі дзвінки по IP-телефонії, обмін миттєвими повідомленнями, відеодзвінки, можливості онлайн-зустрічей, хмарні додатки для підвищення продуктивності, інтегровану веб-конференцію і багато іншого.

Розвиток протоколу Session Initiation Protocol (SIP) на початку 2000-х років також призвело до прийняття розміщеного VoIP, оскільки цей протокол дозволяв розробникам обходити обмеження обладнання, створюючи додатки, які могли інтегруватися практично з будь-якою телефонною системою. Реалізації SIP також дозволяють підвищити безпеку мережі практично на будь-якому пристрої. SIP-транкінг забезпечує шлях через Інтернет - замість традиційної телефонної мережі - для підключення локальної телефонної системи до Інтернету, що спрощує надання розміщених на хості послуг VoIP компаніям.

Зручність і низькі витрати, пов'язані з розміщеними на хості додатками і послугами VoIP, привели до сплеску впровадження VoIP. Компанії розуміють, що вони можуть отримати доступ до додатків для підвищення продуктивності, розміщення контактних центрів VoIP і багато чому іншому при швидкому розгортанні і простоті використання. Тенденції до мобільності, розробки відеоконференцзв'язку з використанням WebRTC, а також гнучкість розміщеного VoIP зробили його все більш популярним серед підприємств у всьому світі.

1.3 Організація та використання мережі IP-телефонії

Комутація телефонних дзвінків - важливе завдання IP мереж. Оскільки багато користувачів динамічно підключені до Інтернету, тому IP-адреса часто змінюється, сама IP-адреса не є «номером телефону» для зв'язку з телефонами VoIP.

Телефони VoIP підключаються до сервера (наприклад, до сервера SIP), тому сервер знає поточну IP-адресу телефонів.

Використовуючи IP-адресу телефону, який був відомий серверу, він може взяти на себе управління комутатором, і набраний IP-телефон дзвонить в залежності від цієї IP-адреси (тобто в будь-якій точці світу, якщо IP-телефон зареєструвався в мережі інтернет). Зв'язок між IP-телефонами може відбуватися незалежно від сервера (рис. 1.4).

Існують комерційні служби, що пропонують місцевий телефон з обліковим записом для сервера обміну, до якого також можна підключитися через фіксовану мережу. Дзвінки по IP зазвичай безкоштовні.

Якщо існує фіксована IP-адреса, можна управляти сервером комутації на відповідному комп'ютері (наприклад, OpenSIPS), щоб з'єднати кілька серверів комутації один з одним аналогічно з'єднанню декількох локальних мереж у фіксованій мережі. Комерційні рішення часто включають партнерські мережі, які встановлюють безкоштовне з'єднання між партнерськими мережами VoIP. Вибір мережі часто обмежений, тому що компанії повинні отримувати дохід від телефонних з'єднань VoIP зі звичайною фіксованою мережею. Безкоштовні, самоврядні сервери телефонії з відкритим вихідним кодом можуть технічно сформувати мережу обміну, незалежну від цих економічних обмежень в Інтернеті. Незважаючи на те, що сервери SIP-телефонії технічно добре функціонують, в даний час немає офіційних мереж таких серверів-комутаторів SIP.



Рисунок 1.4 - Принцип роботи IP-телефонії

Телефонізація за допомогою IP-телефонії для абонента може бути такою ж, як і в класичній телефонії. Як і в випадку зі звичайною телефонією, телефонний дзвінок ділиться на три основні процеси: встановлення виклику, передача виклику і завершення виклику. На відміну від традиційної телефонії, VoIP не вдалося підключитися через виділені «лінії», а замість цього вона оцифровує голос і передає його невеликими пакетами даних з використанням Інтернет-протоколу [2].

З'єднання (управління викликами, сигналізація) встановлюються і завершуються з використанням протоколу, відмінного від голосового зв'язку. Узгодження і обмін параметрами для передачі голосу відбувається через протоколи, відмінні від протоколів управління викликом.

Щоб встановити з'єднання між абонентами в IP-мережі, поточна IP-адреса викликаючої сторони повинна бути відома в мережі, але не обов'язково на боці абонента. Доступність викликаючої сторони стає можливою, як і в мобільних мережах, завдяки попередньої аутентифікації викликаючої сторони і відповідним оголошенням його поточної IP-адреси. Зокрема, з'єднання може використовуватися незалежно від місцезнаходження користувача, що називається кочовим використанням.

Фіксоване присвоєння телефонних номерів IP-адресами неможливо через зміну місця розташування абонента, зміни користувача на тому ж ПК або динамічного призначення адрес при налаштуванні мережевого

підключення. Загальне рішення полягає в тому, що абоненти або їх термінали зберігають свою поточну IP-адресу на службовому комп'ютері (сервері) під ім'ям користувача. Комп'ютер для управління з'єднанням або іноді термінал самого абонента може запросити поточну IP-адресу бажаного партнера за викликом з цього сервера через обране ім'я користувача і таким чином встановити з'єднання.

Загальні протоколи сигналізації:

- SIP - протокол ініціації сеансу, IETF RFC 3261;
- SIPS - протокол ініціювання сеансу через SSL, RFC 3261;
- H.323 - Мультимедійні системи зв'язку на основі пакетів, стандарт ITU-T;
- IAX - протокол обміну між Asterisk;
- ISDN через IP - протокол на основі ISDN / CAPI;
- MGCP і Megaco - протоколи управління медіашлюзом H.248, спільна специфікація ITU-T і IETF;
- MiNET - від Mitel;
- Skinny Client Control Protocol - від Cisco Systems (не плутати з SCCP (Q.71x) ITU-T) ;
- Jingle - розширення протоколу XMPP, засноване на Google Talk.

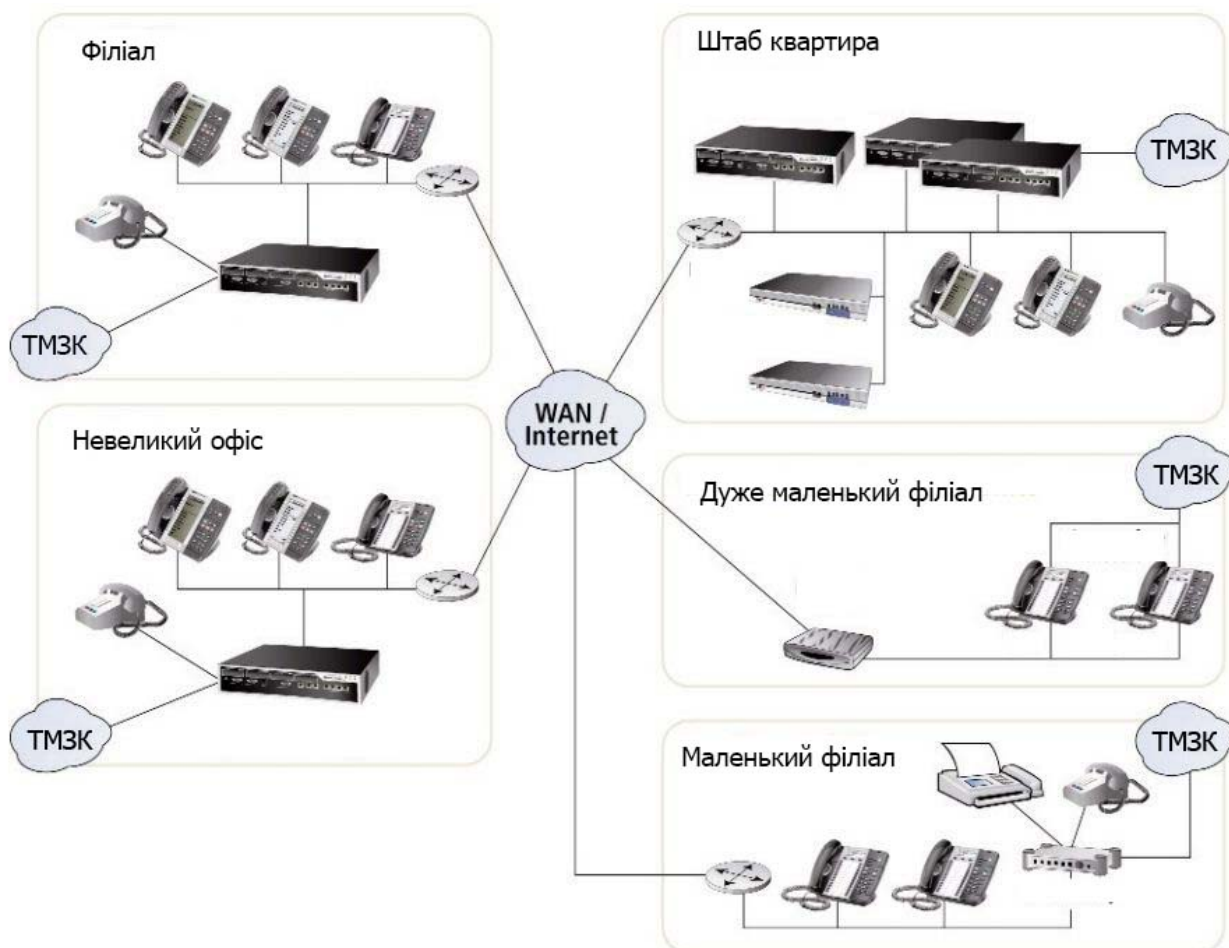


Рисунок 1.5 - Схема побудови мережі для різних масштабів

Устаткування IP телефонії для офісу може включати в себе цілий комплекс пристроїв, кожен з яких виконує певні функції:

- **АТС для IP телефонії.** Це основний комутаційний пристрій, який не тільки забезпечує підключення до традиційних послуг зв'язку, а й створює локальну мережу передачі даних всередині компанії, розвантажуючи зовнішню лінію. Такий комплекс обладнання володіє широким вибором додаткових функцій, який гідно оцінили власники бізнесу - автоматична або ручна переадресація, внутрішній безкоштовний зв'язок, конференц-зв'язок, утримання виклику і заборона (обмеження) вхідних дзвінків з певних номерів і багато іншого;

- **сервера для IP телефонії.** Серверні станції забезпечують контроль локальної мережі і об'єднують АТС і кінцевого користувача. У середині кожного сервера можуть перебувати цифрові і аналогові пристрої для перетворення (кодування) сигналу, а також спеціальні плати для транслювання інформації на різні зовнішні пристрої. Завдяки уніфікованим елементам, при необхідності можна істотно розширити абонентську внутрішню мережу або оснастити сервер GSM модулем для повноцінного мобільного зв'язку;
- **телефони для IP телефонії.** Це кінцеві термінали для здійснення обміну інформацією між абонентами. Зовні вони нічим не відрізняються від стандартних телефонних апаратів, але мають спеціальний роз'ємом, завдяки якому вони підключаються до мережі. Додатково багато сучасних апаратів підтримують функцію відеозв'язку, що істотно розширює їх функціональність;
- **гарнітура для IP телефонії.** Це допоміжні пристрої, які є незамінними для роботи call-центрів. На відміну від звичайної телефонної трубки, гарнітура кріпиться на голові оператора, звільняючи руки, що дозволяє співробітникові компанії одночасно вести розмову і працювати за комп'ютером. Крім того, гарнітура істотно підвищує якість сигналу і усуває ефект луни, в порівнянні з підключенням мікрофона через зовнішні динаміки;
- **програми для IP телефонії.** Нормальну функціональність зв'язку неможливо забезпечити без спеціального програмного забезпечення, яке призначене для кодування сигналу, його перетворення, стиснення пакетів даних, контролю за трафіком і для інших функцій.

Магістраль необхідна для передачі даних між різними пристроями у великих транспортних мережах. Кінцеве обладнання (GW) включається в найближчий вузол комутації (рис. 1.6). Оптимізація маршруту дозволяє поліпшити якість надаваних послуг. При підключенні до мережі інших

операторів їх обладнання також підключається до найближчого вузла комутації [3].

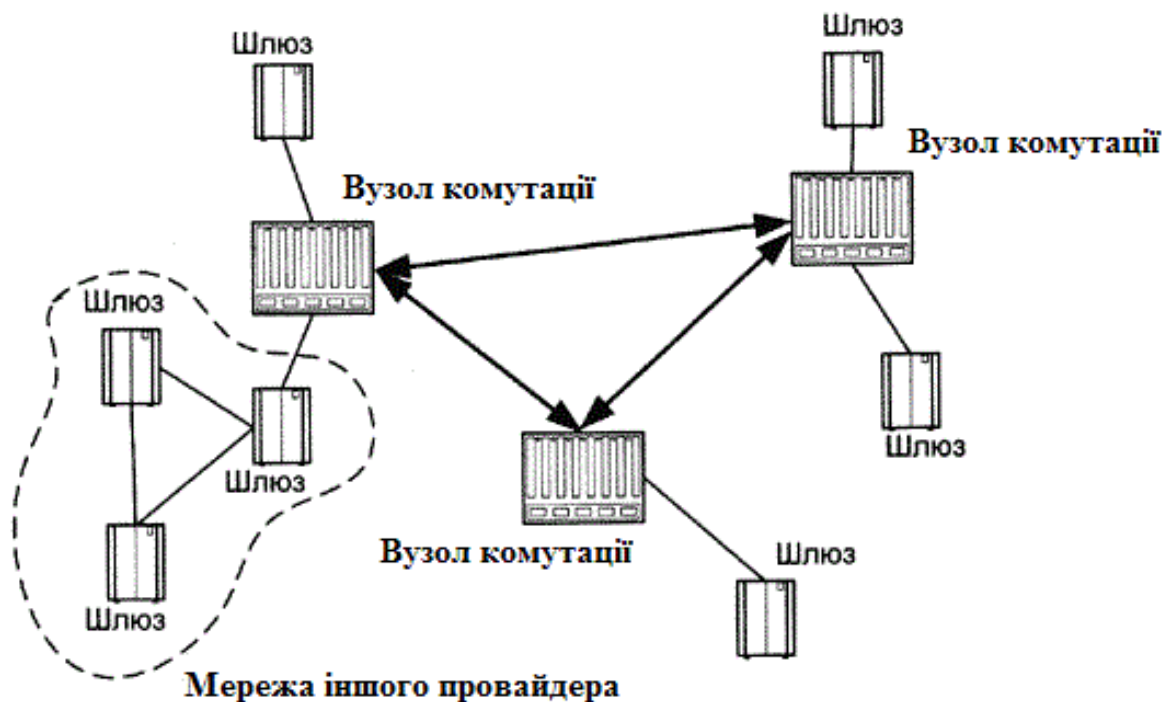


Рисунок 1.6 – Схема використання магістралі при побудові великої мережі

Для встановлення зв'язку в інтегрованих мережах користуються підключенням до глобальної мережі через власну мережу або провайдерів Інтернету.

Змішані мережі поєднують у собі дві чи більше мережеві топології. Для мереж змішаного типу оператори користуються мережею Інтернет або ж виділеними каналами. Такі мережі можна назвати мережами змішаного типу (рис. 1.7).

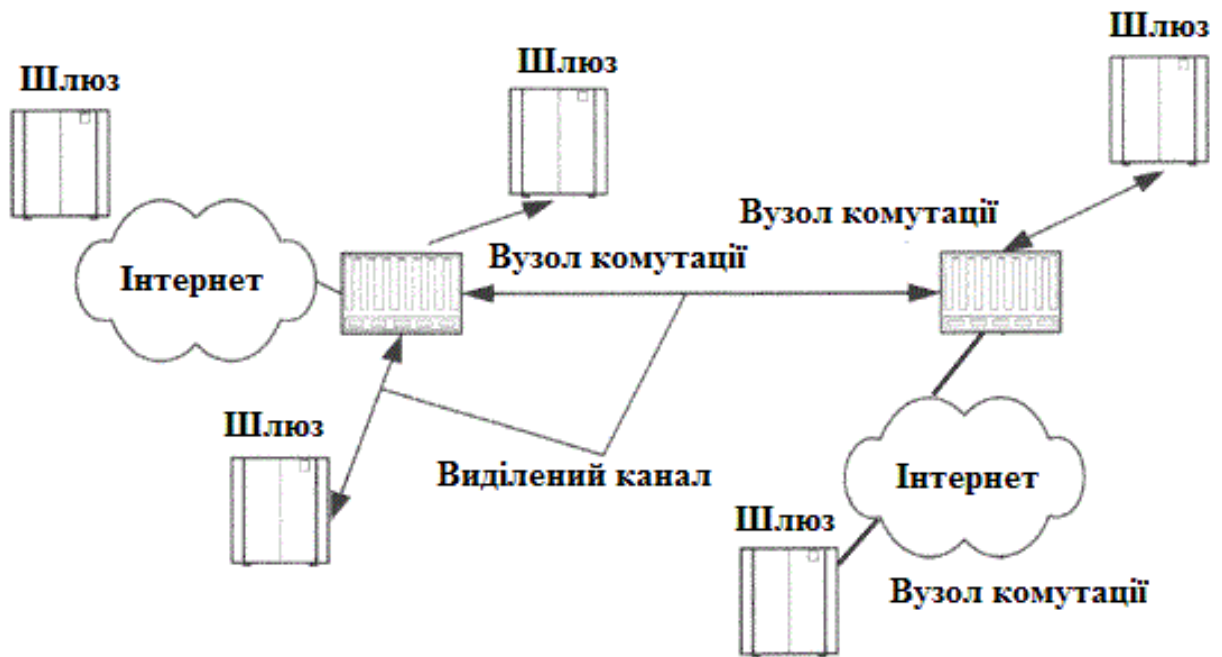


Рисунок 1.7 – Схема використання змішаної мережі

За своїм масштабом всі мережі IP-телефонії можна розділити на міжнародні, регіональні і місцеві. В IP-телефонії усі мережі поділяють на:

- міжнародні;
- регіональні;
- місцеві.

Міжнародна мережа IP-телефонії має елементи своєї присутності в декількох державах і відповідає за передачу даних в будь-яку точку світу, майже не використовуючи ТМЗК, використовуючи існуючі канали мережі Інтернет [1].

Регіональні мережі обслуговують тільки місцевих операторів та обмежені однією чи парою сусідніх країн. Якщо необхідно, регіональні мережі можуть надавати можливість абонентам здійснювати термінації викликів в будь-яку точку світу.

Місцева мережа надає можливість використовувати IP-телефонію місцевим компаніям та їх філіям для зв'язку між собою, а також клієтам місцевої телефонної мережі. У більшості випадків, оператори місцевої

мережі надають доступ різним клієнтам до використання IP-телефонії. В основному, такі мережі використовують лише один шлюз, який з'єднує з регіональними та міжнародними мережами по виділеним каналах. Для більшості операторів місцева мережа є проміжним етапом розвитку, і вони прагнуть вийти на міжнародний рівень [3].

Міжнародний союз електрозв'язку (IUT-T) запропонував стандарт H.323 для побудови мереж IP-телефонії. Цей стандарт охоплює практично всі аспекти створення таких мереж і в даний час є найбільш поширеним. Мережі H.323 орієнтовані на інтеграцію зі звичайними телефонними мережами і розглядаються як мережі ISDN, що працюють поверх мереж передачі даних - TCP / IP (Інтернет), мереж IPX, Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring і т.д. Стандарт H.323 містить велику кількість протоколів, пов'язаних з реєстрацією устаткування, різними сценаріями встановлення з'єднань, передачі мови, відео і даних, аутентифікацією користувачів, тарифікацією і багатьма іншими завданнями.

1.4 Методи передачі даних в IP-телефонії

Для передавання звуку в телефонії застосовується метод комутації каналів (рис. 1.8), для кожного з'єднання виділяється фізичне з'єднання. Тобто, одна розмова являє собою одне фізичне з'єднання каналів. Це означає, що сигнал шириною 3.1кГц передається на АТС, де він мультиплексується за технологією розділу з сигналами, які надходять з інших абонентів, підключених до цієї АТС. Коли сигнал доходить до АТС, він демультиплексується і передається адресату. Основною проблемою таких мереж є те, що при паузах в мові, канал по якому йде передача не несе ніякої корисної навантаження [1].

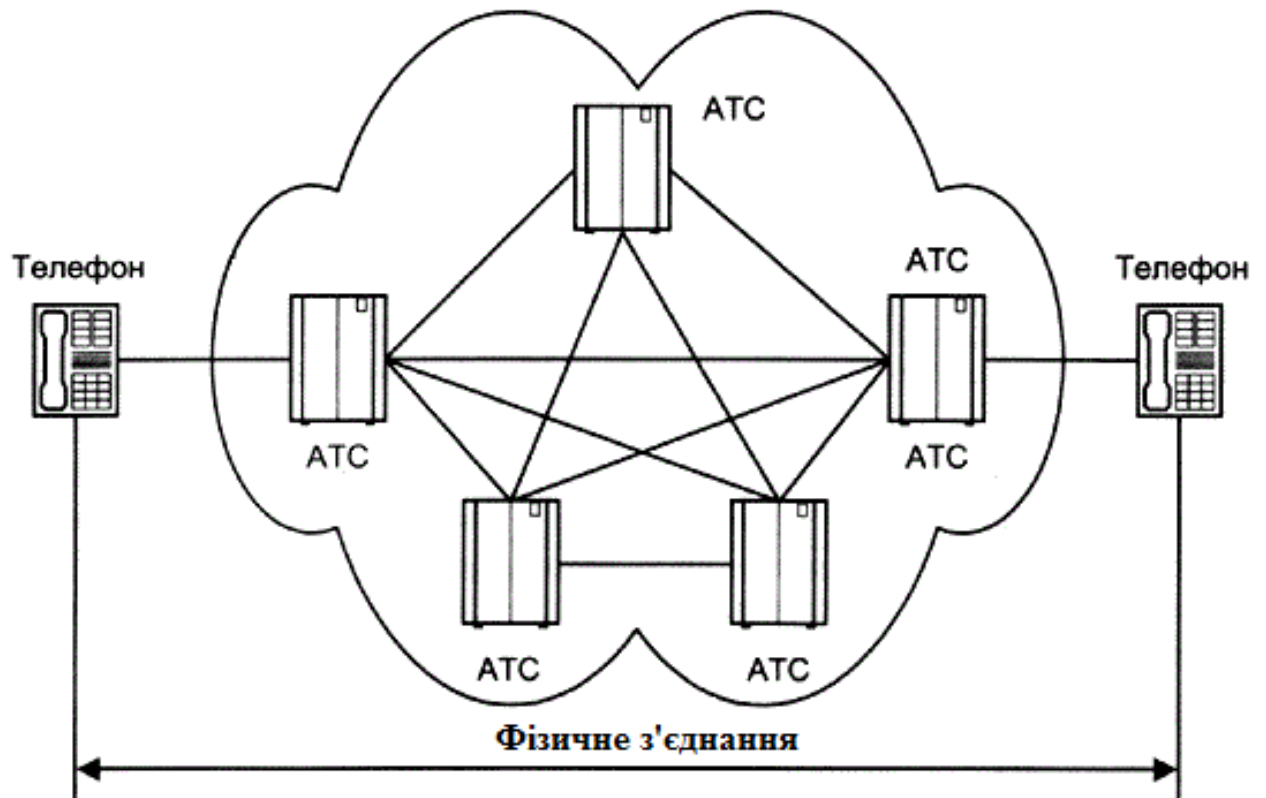


Рисунок 1.8 - З'єднання в «класичній» телефонній мережі

Розглянемо загальну архітектуру IP-телефонії. Вона складається з наступних компонентів:

- IP-телефони, які підключені до локальної мережі і дають крім самих дзвінків безліч додаткових можливостей для користувача. Наприклад, ви можете прийняти дзвінок, навіть якщо в цей момент вже розмовляєте з даного телефону, або можете відкрити доступ до корпоративної та персональної телефонної книги, дізнатися план роботи на сьогоднішній день, а також прослухати голосову пошту і прочитати листи з електронної скриньки. Варто згадати, що IP-телефони можуть бути реалізовані також у вигляді ПО, яке встановлюється на ПК працівника (наприклад, на планшет, телефон, нетбук і т.д.);
- сервер управління. Він відповідає за установку телефонних з'єднань і дає широкий набір адміністративних можливостей;

- голосовий шлюз, який відповідає за інтеграцію структури IP-телефонії з іншими системами традиційної телефонії і вихід в ТМЗК.

У мережах на основі протоколу IP всі дані - передаються у вигляді пакетів. Будь-який пристрій підключений до мережі має свою унікальну IP-адресу, і дані у вигляді пакетів передаються тому користувачу, IP адреса якого вказана у заголовках при передачі [1].

На першому етапі здійснюється оцифровка голосу. Здійснюється компресування та придушення фонових шумів та пауз. Як правило, дані суттєво зменшуються у об'ємі та обробляються для передачі кінцевому одержувачу.

Після компресування даних до них додаються дані одержувача та їх порядковий номер, для того випадку, якщо якась кількість даних буде доставлена не в правильному порядку, а також тут містяться дані для усунення помилок. Коли дані зібрані та оптимізовані вони готові для відправки в мережу [7].

Перше, що перевіряється після отримання даних, це їх порядкові номери. При передачі даних, пакети які мають більші порядкові номери можуть прийти раніше, тому необхідно зібрати їх в залежності від порядкового номеру пакета, щоб інформація від відправника була точною.

Пакеті передаються одночасно між великою кількістю абонентів і процесами, що може вплинути на виникнення неочікуваних та небажаних помилок. При отриманні проблем в передачі IP-мережі можуть змінювати маршрут для обходу несправних ділянок. При цьому протокол IP не вимагає виділеного каналу для сигналізації [7].

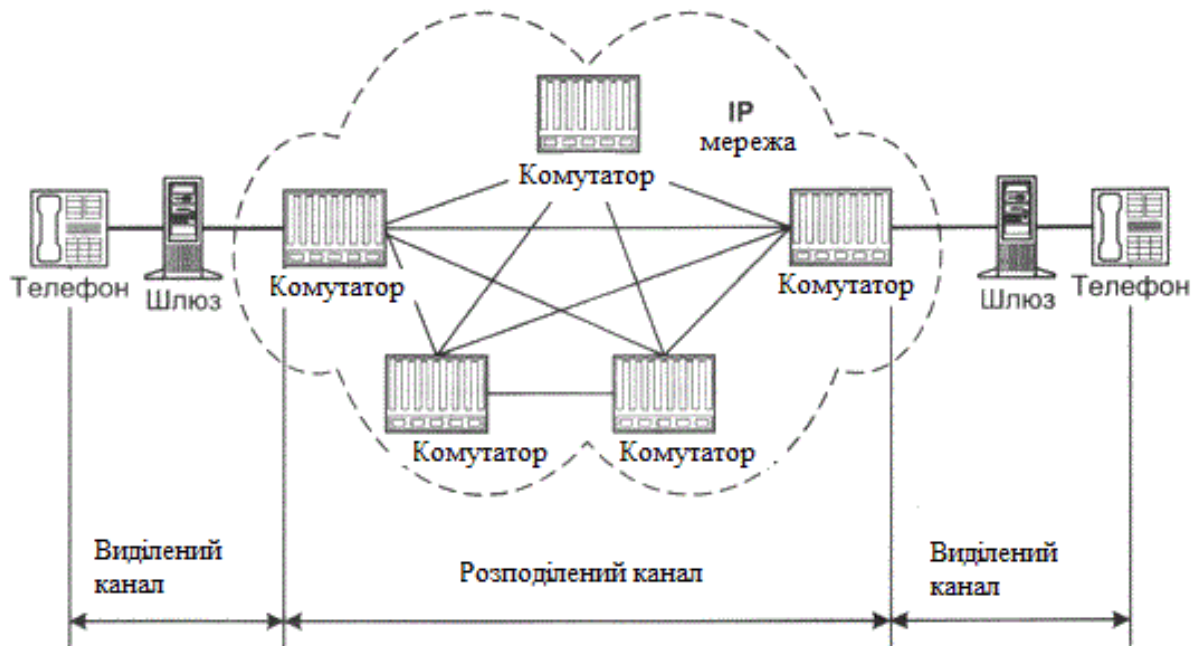


Рисунок 1.9 - Схума з'єднання пристроїв в мережі з комутацією пакетів

Для синхронізації отриманих даних з початковими та їх відновлення в разі, якщо вони були втрачені, внаслідок їх затримки або пошкодження використовується тимчасове накопичення пакетів. Зазвичай приймальна сторона робить запит про повторну передачу втрачених чи помилкових даних. Але передача голосових даних критична до часу доставки, тому в цьому випадку використовують алгоритм апроксимації, що дозволяє проігнорувати втрачені дані, або спробувати заповнити пропуски випадковим чином.

Після проведення цих операцій з відправленими даними, дані декомпресуються і готові до перетворення в аудіо-сигнал, щоб бути почутими на отримуючій стороні.

Отже, зрозуміло, що після проведення цих маніпуляцій з сигналом, у отримувача він може бути зміненим або затриманим, внаслідок проміжних накопичень пакетів, але ж така трансформація сигналу не є критичною та суттєвою, і не впливає на розуміння його на приймаючій стороні [4].

Абонент, який оплатив смугу 64 кбіт / с, використовує канал в середньому лише на 25%. Отже, оператор здатний продати наявний у нього ресурс в чотири рази більшій кількості користувачів, не перевантажуючи свою мережу. Такий сценарій вигідний обом сторонам - і клієнту, і продавцеві, - оскільки оператор збільшує свої доходи і зменшує абонентну плату за рахунок зниження витрат. Це виграшне рішення вже визнано в світі передачі даних, а тепер починає використовуватися і на ринку телефонії [7].

В IP-телефонії є два головних способи передачі голосових пакетів:

- мережі передачі даних на базі виділених каналів;
- через глобальну мережу Інтернет (Інтернет-телефонія) [5].

Голосовий зв'язок через IP-мережу може здійснюватися наступними способами:

1. «Комп'ютер - комп'ютер». В такому випадку з'єднання встановлюється між двома комп'ютерами, які обладнані програмними та апаратними засобами, через IP-мережу;

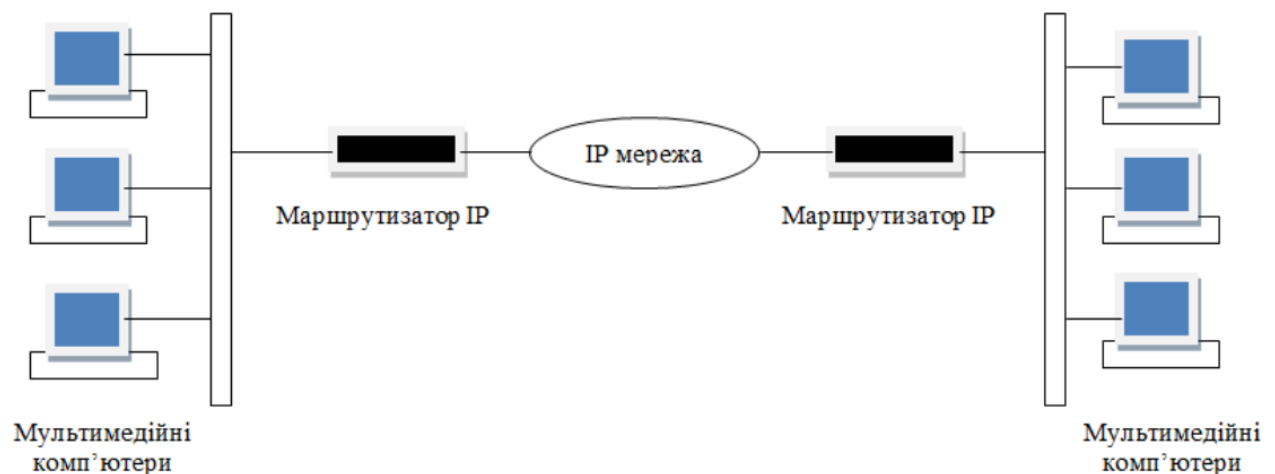


Рисунок 1.10 – Схема зв'язку «комп'ютер - комп'ютер»

2. «Телефон - телефон». Таке з'єднання йде із телефонного апарату до АТС, на виході якого встановлений шлюз, який передає данні до іншого шлюзу через IP-мережу;

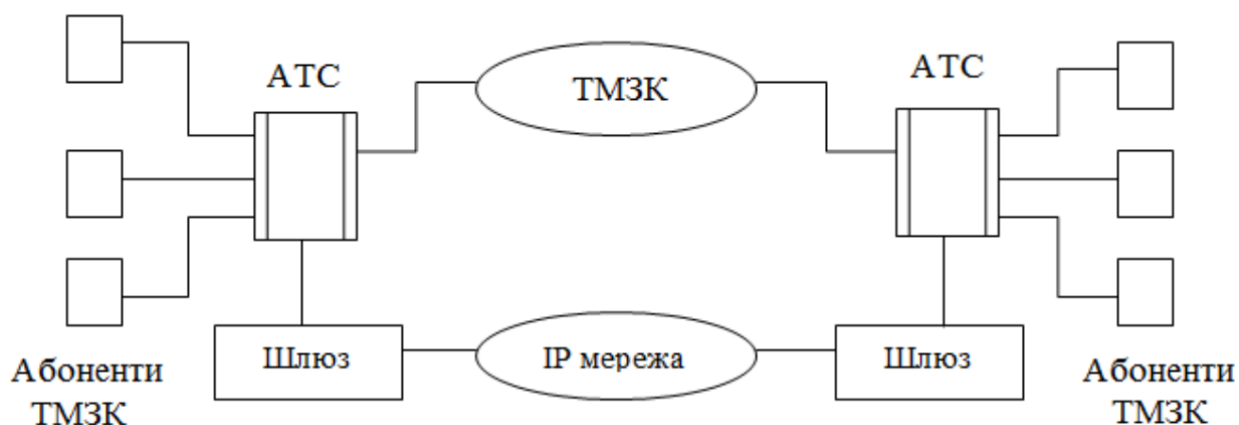


Рисунок 1.11 – Схема зв'язку «телефон - телефон»

3. «Комп'ютер - телефон». Комп'ютер, який підключений до ІР-мережі встановлює зв'язок з телефонним апаратом, який підключений до АТС через шлюз ІР-телефонії.

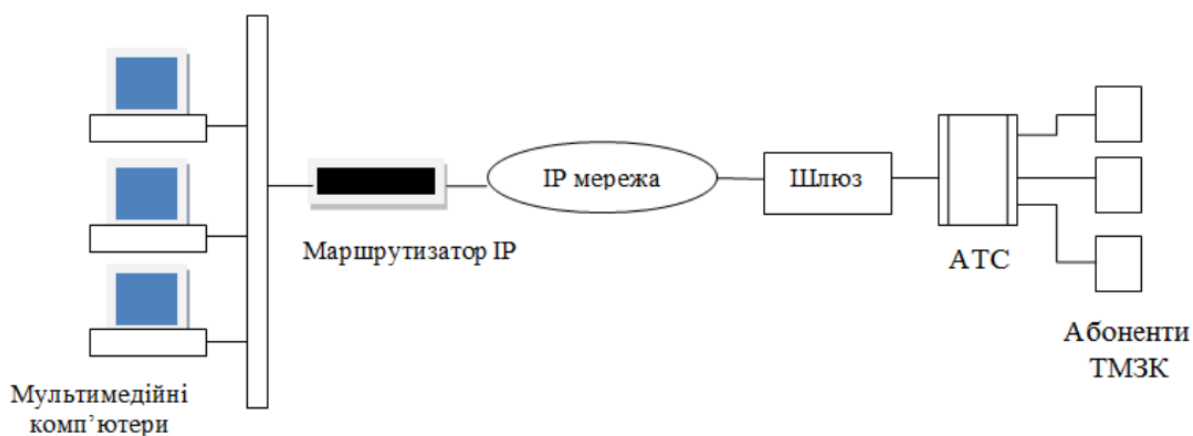


Рисунок 1.12 – Схема зв'язку «комп'ютер - телефон»

4. «Від WEB-браузера до телефону». Таке з'єднання можливо завдяки використанню на WEB сторінці Sip телефону, завдяки якому можна робити виклик на телефон через ІР-мережу.

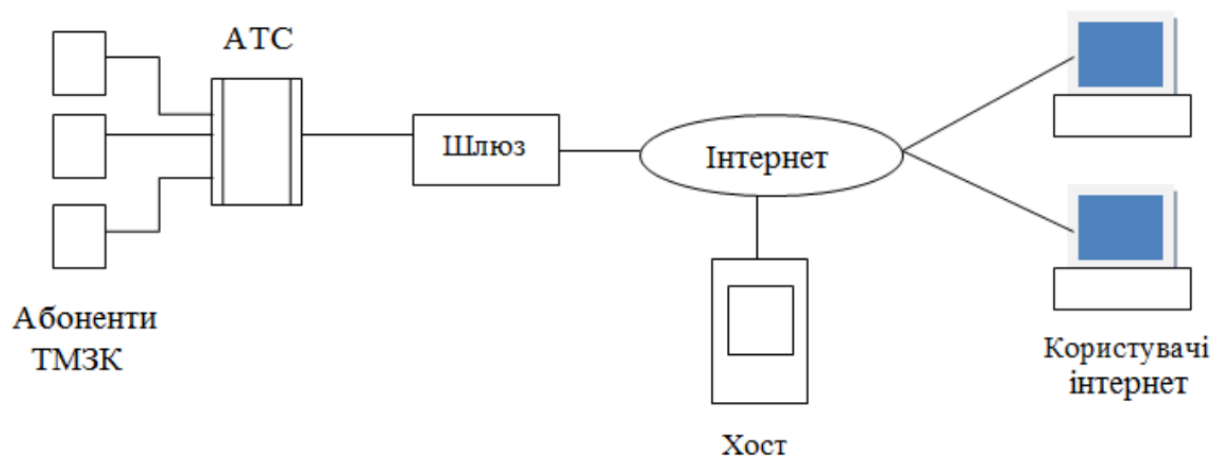


Рисунок 1.13 – Схема зв'язку «WEB-браузер - телефон»

1.5 Протоколи та їх взаємодія в IP-телефонії

Порядок обміну інформацією між різними мережевими пристроями визначається за допомогою набору стандартних протоколів, які створюються для вирішення виникаючих час від часу проблем. Ці протоколи є також елементом мультисервісних мереж (рис. 1.14).

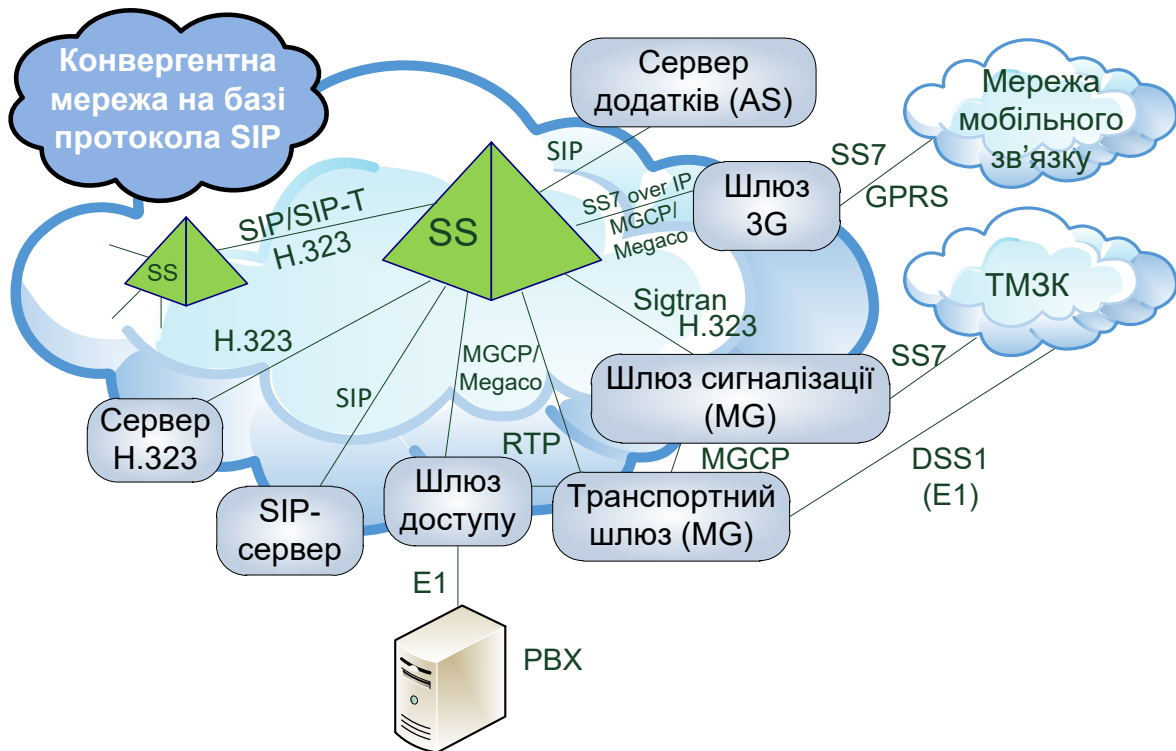


Рисунок 1.14 - Схема взаємодії протоколів

Протокол ініціалізації сеансу (SIP). Це протокол сигналізації, який використовується для встановлення «сеансу» між двома або більше учасниками, зміни цього сеансу і, нарешті, завершення цього сеансу. І реальна передача даних здійснюється за допомогою протоколу управління передачею (TCP) або протоколу дейтаграм користувача (UDP) на 5 рівні моделі OSI.

Цей протокол заснований на тексті і дуже схожий на протокол HTTP. І ці текстові повідомлення разом з механізмом запиту-відповіді спрощують усунення неполадок.

Sip клієнти використовують порт 5060 TCP і UDP для з'єднання між серверами та інших клієнтів SIP. В основному SIP використовується для встановлення і роз'єднання голосових і відеодзвінків. Загалом SIP потрібен для встановлення та роз'єднання голосового та відеозв'язку. При цьому він може використовуватися і в будь-яких інших застосуваннях, де потрібна установка з'єднання, таких як Event Subscription and Notification, Terminal

mobility і так далі. Існує велика кількість RFC, що відносяться до SIP і визначають поведінку таких застосувань [8]. Для передачі голосових і відеоданих використовують протокол Real-time Transport Protocol (RTP).

Основним та головним завданням при розробці SIP було створення сигнального протоколу і протоколу встановлення з'єднань для IP комунікацій, який може підтримувати розширений набір функцій обробки виклику.

Сам протокол SIP не визначає цих функцій, а зосереджений тільки на процедурах встановлення дзвінка та сигналізації [8]. Протокол SIP створювався для забезпечення функцій проксіювання та користувацьких агентів. Завдяки цьому можна підтримувати необхідні телефонні операції: набір номера, можливість чути гудки, дзвінок телефонного апарату. В SIP реалізація цих функцій і використовувана термінологія інші, ніж в традиційній телефонії, але для кінцевого користувача поведінка залишається такою ж [8].

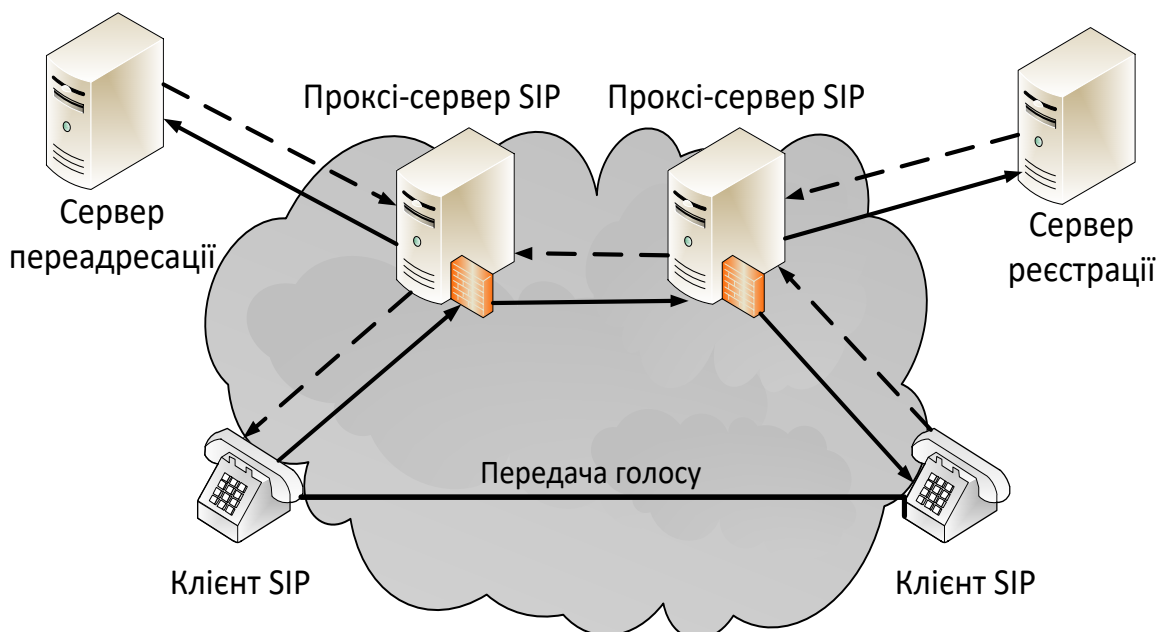


Рисунок 1.15 - Архітектура протоколу SIP

H.323. Подібно протоколу SIP, в цьому списку також враховується H.323, який має ті ж функції, що і SIP [1]. Цей протокол також відповідає за ініціювання, зміну і завершення сеансу. Це протокол з набору стандартів ITU-T, який конструює набір протоколів для надання аудіо / візуального зв'язку через комп'ютерну мережу. Насправді це двійковий протокол, який передає голос або відео по мережі.

Стандарт ITU-T H.323 був розроблений для забезпечення установки викликів та передачі голосового та відео трафіку по пакетним мережам, зокрема Internet і intranet, що не гарантують якості послуг (QoS). Він використовує протоколи Real-Time Protocol і Real-time Transport Control Protocol (RTP/RTCP), розроблені групою IETF, а також стандартні кодеки ITU-T серії G.xxx.

Протокол H.323 був першим в реалізаціях технології VoIP, але під тиском індустрії він почав поступатися позиціями розробленим IETF протоколу SIP, який виявився простішим і краще масштабувався. Однак і ITU удосконалив протокол, підвищивши швидкість встановлення з'єднань і масштабованість.

Мережі на базі H.323 призначені на інтеграцію з телефонними мережами, накладені на мережі передачі даних. Під час встановлення з'єднання в таких мережах IP-телефонії використовується процедура, яка базується на рекомендації Q.931 і аналогічна процедурі, що використовується в мережах ISDN [6].

Рекомендація H.323 передбачає досить складний набір протоколів, який призначений не просто для передачі мовної інформації по IP-мереж з комутацією пакетів. Його мета - забезпечити роботу мультимедійних додатків в мережах з негарантованою якістю обслуговування. Мовний трафік - це тільки один з додатків H.323, поряд з відеоінформацією і даними. А тому забезпечення сумісності з H.323 різних мультимедійних додатків вимагає вельми значних зусиль. Наприклад, для реалізації функції перемикачів зв'язку (call transfer) потрібна окрема специфікація H.450.2.

Варіант побудови мереж IP-телефонії, запропоновані Міжнародним союзом електрозв'язку в рекомендації H.323, добре підходить тим операторам місцевих телефонних мереж, які зацікавлені у використанні мережі з комутацією пакетів (IP-мережі) для надання послуг міжміського та міжнародного зв'язку. Протокол RAS, що входить до сімейства протоколів H.323, забезпечує контроль використання мережевих ресурсів, підтримує аутентифікацію користувачів і може забезпечувати нарахування плати за послуги [6].

RTP (Real-time Transport Protocol). Протокол RTP, визначений у RFC 1889 році, має стандартний формат пакета для передачі аудіо / відео через Інтернет. Цей протокол широко використовується в системах зв'язку і розваг, які включають потокове мультимедіа, наприклад телефонію, телевізійні послуги, додатки для відеоконференцій і функції push-to-talk на основі Інтернету.

Фактично, RTP працює рука об руку з RTCP (транспортний протокол в реальному часі). RTP передає медіапотоки, тоді як RTCP відстежує статистику передачі, QoS і допомагає у встановленні синхронізації різних потоків. RTP виникає з портів з парним номером, а RTCP використовує порт з більш високим непарним номером.

SRTP (Secure Real-time Transport Protocol). Цей протокол визначено в RFC 3550 і працює разом з RTP . Цей протокол відповідає за відправку пакетів управління учасникам конкретного виклику. Фактично, основна задача - забезпечити зворотний зв'язок QoS, що надається RTP.

RTP виходить від портів з парним номером, в той час як RTCP працює з портом наступного вищого непарного номера. RTCP передає інформацію і статистику, такі як джиттер, кількість октетів і пакетів, а також час прийому-передачі. Конкретний додаток використовує ці дані для управління параметрами QoS і вибору, наприклад, використання окремого кодека.

SRTP - один з протоколів безпеки, які використовуються для технології WebRTC, він був опублікований як RFC 3711 IETF (Internet Engineering Task Force) в 2004 році.

Протокол опису сеансу (SDP). Опублікований IETF як RFC 4566, SDP визначає конкретний стандарт для визначення параметрів, використовуваних при обміні мультимедіа (в основному потоковим мультимедіа) між двома кінцевими точками. Фактично, він інкапсульований виключно в іншому протоколі з широко використовуваним додатком, перебуваючи всередині SIP всередині більшості додатків. Це означає, що протокол SDP є декларацією своїх специфікацій і можливостей отримання кінцевою точкою мультимедіа. Отже, окрема декларація може вказувати:

- яка IP-адреса буде отримувати вихідні медіапотоки;
- який номер порту обслуговує вихідні медіапотоки;
- яку категорію мультимедіа кінцева точка очікує отримати (зазвичай аудіо) ;
- в якому протоколі кінцева точка очікує обміну даними (RTP);
- яке кодування стиснення може декодувати кінцева точка (кодек).

У типовому процесі ініціації сеансу дві кінцеві точки беруть участь в сеансі. Кожна кінцева точка передає SDP іншій кінцевій точці, щоб повідомити про її характеристики і можливості. Насправді SDP сама по собі не відправляє ніяких носіїв, а обмежується узгодженням добре відповідного набору параметрів обміну медіа. Навіть медіапотоки також обробляються деякими різними протоколами і каналами.

MGCP. Формально протокол MGCP - це ціле сімейство концептуально схожих рішень. У цю групу входять наступні специфікації: SGCP, IPDC, MGCP, MEGACO, H.248. Офіційна дата «народження» протоколу MGCP - 1999 рік. Над його розробкою працювали фахівці двох компаній-мастодонтів - Інженерного ради Інтернету і Міжнародного союзу електрозв'язку.

Принципова відмінність цього протоколу від двох попередніх полягає в способі керування сигналізацією. За цей процес відповідає центральний

управляючий пристрій, і він повністю відділений від медіапотоків. Для їх обробки в системі передбачені так звані тупі шлюзи або абонентські термінали. Вони можуть виконувати лімітований набір команд. Архітектура розглянутого протоколу гранично проста, оскільки складається всього з двох компонентів. Це власне шлюз і пристрій, що відповідає за управління викликами.

Вивчивши історію розвитку IP-протоколів, легко припустити, що відмінності в їх функціоналі перш за все пов'язані з тим, що в різний час розробники мали неоднозначні уявлення про майбутнє IP-мереж. H.323 сміливо можна назвати транзитним, оскільки він має широке поширення і по сей день. Це технологічно усталене рішення, відмінно зарекомендувало себе при побудові масштабних операторських мереж. SIP-протокол можна віднести до числа «абонентських», так як в основному він застосовується для оптимізації комунікаційних процесів в призначених для користувача мережах. І, нарешті, MGCP найбільш актуальний, коли необхідно об'єднати IP-мережу з телефонними мережами загального користування.

1.6 Переваги використання IP-телефонії для компаній

Call-центри, підтримка сайтів і зв'язок з клієнтами - основне призначення IP-телефонії. Переваги організації корпоративної мережі:

- безкоштовний зв'язок всередині відділень і між філіями компаній, лояльні тарифи для зовнішніх дзвінків;
- автоматичний підбір номера з мінімальною вартістю конекту в залежності від призначення (міський або мобільний телефон, міжміські);
- хмарні АТС віддалено обслуговують спеціалізовані компанії за договором аутсорсингу;
- сервери розташовуються на території постачальника послуг, який також забезпечує налаштування та оновлення ПЗ і технічного

оснащення, підтримку користувачів і гарантує відмовостійкість системи;

- відмова від системного адміністратора і секретаря - клієнт автоматично, користуючись голосовим меню, отримує доступ до інформації або перенаправляється на потрібний канал інформації;
- система працює стабільно в будь-якому місці і цілодобово;
- доступна функція для сайтів «Замовити зворотний дзвінок»;
- інформація про виклики в неробочий час зберігається і оперативно передається відповідальним особам і «Голосова Пошта»;
- один номер для дзвінка в компанію діючий по всій країні;
- структурована звітність - статистика за період по дзвінках із зазначенням їх вартості, тривалості і спрямованості;
- авторозподіл дзвінків по операторам, в тому числі і тим, що працюють віддалено;
- запис телефонних розмов з клієнтами для аналізу;
- об'єднання з CRM для надання оператору даних про абонента;
- шифрування, антифішинг, розмежування прав доступу.

IP-телефонія для приватних осіб надається в комплексі стандартних послуг провайдера. Застосування IP телефонії в якості основного способу зв'язку для приватних осіб і для бізнесу в даний час є одним з кращих комунікаційних рішень. Якщо для домашнього користування це заміна стаціонарного телефонного зв'язку, то для підприємців це потужний і ефективний управлінський інструмент.

Переваги IP телефонії очевидні:

- можливість здійснення голосових і відеодзвінків;
- висока функціональність (наявність великого пакета додаткових послуг);
- стабільний і якісний зв'язок;
- вартість дзвінків за кордон мінімальна, в порівнянні з іншими технологіями;

- для підключення необхідний інтернет і будь-який пристрій (ноутбук, планшет, смартфон, персональний комп'ютер).

Проведемо порівняння IP телефонії зі стандартною фіксованим зв'язком і можливостями GSM операторів за декількома пунктами:

Вартість вихідних дзвінків всередині локальної мережі і за кордон.

Оператори фіксованого зв'язку в межах конкретного регіону дійсно надають хороші доступні тарифи (хвилини, включені в абонентську плату або низька вартість вихідних дзвінків), мобільний зв'язок всередині одного оператора також не відрізняється високою вартістю. Зовсім інша картина вимальовується, коли мова йде про дзвінки за межі певного регіону або взагалі в іншу країну. У IP телефонії такі дзвінки коштують недорого, а всередині локальної мережі взагалі все безкоштовно (або з мінімальними витратами).

Конференц зв'язок. В даному випадку всі переваги виключно на стороні IP телефонії. Це один з основних критеріїв, який приваблює підприємців, адже тепер можна збирати наради в телефонному режимі за участю необхідної кількості людей (регіональні представники, начальники підрозділів, ділові партнери з усього світу).

Можливість організації відеозв'язку. Така послуга доступна в операторів мобільного зв'язку, які підтримують формат 3G / 4G, але плата за трафік дуже велика, а якість сигналу в зонах зі слабким прийомом дуже низька. У постачальників послуг фіксованого телефонного зв'язку технічно неможливо замовити таку опцію. Сучасні рішення по IP телефонії без проблем забезпечують підтримку відеодзвінків з мінімальними фінансовими витратами.

Висновки до розділу

IP-телефонія в даний час є перспективним і реальним способом комунікацій. З огляду на швидкість поширення мережі Інтернет і географію

користувачів, IP телефонія є раціональним засобом спілкування, в зв'язку з тим що має мінімальні витрати на зв'язок. IP-телефонія надає безліч функцій, які не підтримуються і неможливі для аналогової телефонії. У зв'язку з цим було вирішено детальніше познайомитись з лідерами програмних реалізацій для використання IP телефонії.

2 FREESWITCH ТА ASTERISK ЯК ВІДКРИТІ ПРОГРАМНІ РІШЕННЯ ДЛЯ IP-ТЕЛЕФОНІЇ

FreeSWITCH - це програмно-телекомунікаційний стек, що забезпечує цифрову трансформацію від базових телекомунікаційних комутаторів до універсальної програмної реалізації, що працює на будь-якому стандартному обладнанні. FreeSWITCH може розкрити телекомунікаційний потенціал будь-якого пристрою - від Raspberry PI до многоядерного серверу [3]. У поєднанні з хмарної платформою SignalWire FreeSWITCH може підключатися до зовнішнього світу і масштабуватись до будь-якого розміру.

SignalWire - перша компанія-розробник, створена і керована першими інженерами, які розробили FreeSWITCH. Через 15 років існування FreeSWITCH з'являється SignalWire, щоб заповнити пробіл між міццю FreeSWITCH і всіма додатками наступного рівня, необхідними для створення передових телекомунікаційних послуг.

При розробці архітектури FreeSWITCH авторами були враховані всі проблеми існуючих відкритих програмних продуктів для IP телефонії (рис.2.1).

FreeSWITCH підтримує багато просунутих можливостей SIP, таких як присутність / BLF / SLA, TCP TLS і sRTP. Він може використовуватися як прозорий проксі-сервер з проксіngом медіапотоків або без такого і інші протоколи.

FreeSWITCH підтримує вузько і широкопasmові кодеки, що робить його ідеальним мостом старих пристроїв в майбутнє. Голосові канали та конференції можуть працювати на частотах 8, 16, 32 і 48 kHz і дозволяють об'єднувати канали з різними частотами.



Рисунок 2.1 - Складові телефонії на базі FreeSWITCH

Asterisk - це платформа з відкритим вихідним кодом для створення комунікаційних додатків. Asterisk перетворює звичайний комп'ютер в комунікаційний сервер. Asterisk підтримує системи IP PBX, шлюзи VoIP, сервери конференцій та інші спеціалізовані рішення. Він використовується бізнесом, як центр обробки викликів, операторами зв'язку та урядовими установами по всьому світу. Asterisk є безкоштовним і відкритим вихідним кодом. Asterisk спонсорується Sangoma.

Сьогодні використовується понад мільйон систем зв'язку на основі Asterisk більш ніж в 170 країнах. Asterisk використовується майже всім списком клієнтів Fortune 1000. Asterisk, найчастіше розгортається системними інтеграторами і розробниками, може стати основою для повної бізнес-телефонної системи, використовуватися для поліпшення або розширення існуючої системи або для усунення розриву між системами.

Asterisk - це платформа для створення багато протокольних додатків і рішень для зв'язку в реальному часі. Asterisk призначений для голосових і відео-додатків в реальному часі, як Apache для веб-додатків. Asterisk

абстрагується від складних комунікаційних протоколів і технологій, дозволяючи зосередитися на створенні інноваційних продуктів і рішень.

Можна використовувати Asterisk для створення додатків зв'язку, таких як телефонні системи для підприємств (також відомі як IP-АТС), розподільники викликів, шлюзи VoIP і мости для конференцій. Asterisk включає компоненти як низького, так і високого рівня, які значно спрощують процес створення цих складних додатків.

2.1 Інтерфейс FreeSWITCH

Графічний інтерфейс FreeSWITCH може використовувати XML-RPC, ESL, Erlang і кілька методів зв'язку для зв'язку з FreeSWITCH. Потужний метод - корисна бібліотека ESL, перекладена на кілька мов, включаючи Perl, Lua, Python, Ruby, .NET та інші [14].

Для FreeSWITCH є кілька графічних користувацьких інтерфейсів. Деякі з них перераховані нижче. Вони можуть допомогти в управлінні файлами конфігурації XML і самими операціями FreeSWITCH.

Blue.box

Blue.box - це модульний, добре масштабуємий, об'єктно-орієнтований, багатоплатформений веб-інтерфейс з декількома ОС для управління FreeSWITCH. Він був створений розробником модуля FreeSWITCH mod_nibblebill. Платформа дозволяє управляти всією системою FreeSWITCH через простий і зручний графічний інтерфейс і не вимагає знання базових структур конфігурації XML. Велику увагу було приділено можливості розширення в майбутньому за допомогою модулів.

FusionPBX

FusionPBX - це багатофункціональний, багатоплатформений, легко налаштовуваний, масштабуємий і швидкий веб-інтерфейс для управління FreeSWITCH як PBX або як голосовий SWITCH. Проект починався як пакет FreeSWITCH на pfSense. Була проведена розробка, щоб змусити його

працювати з декількома операційними системами, включаючи різні версії Linux, BSD, Windows, Mac OS X і інші. Сховище даних було переміщено зі сховища XML-даних pfSense в об'єкти даних PHP (PDO), що забезпечує можливість використання SQLite, PostgreSQL, MySQL та інших механізмів зберігання даних. Він може використовувати будь-який веб-сервер, що підтримує PHP5, включаючи Apache, Lighttpd, nginx, IIS і багато інших.

В даний час FusionPBX має 48 додаткових модулів (пакетів), які забезпечують більшу функціональність. Деякі приклади функцій включають, крім іншого, активні виклики, активні додаткові номери, інтерфейс інтерактивної конференції, інтерактивні черги, дуже докладні записи викликів з XML CDR, автоматичне налаштування телефону, меню IVR для функцій автосекретаря, групи пошуку, переадресацію викликів, DISA, тимчасові умови, редактор діалплану, диспетчер шлюзу sip, управління розширеннями, управління користувачами, управління контактами, диспетчер вмісту меню і багато іншого.

FreePyBX

FreePyBX - це багатofункціональна реалізація графічного інтерфейсу користувача з відкритим вихідним кодом MPL 2.0 для FreeSWITCH. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс дозволяє вашим клієнтам безкоштовно користуватися всіма функціями і стабільністю дуже дорогого програмного забезпечення. Він був написаний на Python з фреймворком Pylons, управління викликами в основному Lua, але каталог, конфігурація і діалплан також є XML сURL. Це ITSP-система, що підтримує безліч функцій, таких як черги в колл-центрі, дзвінок після натискання, перетворення тексту в мову і багато іншого. Деякі з технологій, які він використовує, - це dojo, ajax і має інтерфейси до JSON, які можна легко використовувати для сторонніх, хмарних API або застарілих систем і rdbms. Код простий у використанні і написаний дуже модульно, щоб забезпечити просту інтеграцію зі сторонніми модулями і індивідуальну розробку. Відмінний вибір для інфраструктури ITSP-телефонії.

Він використовує єдиний профіль з єдиним IP-адресою і портом, що ідеально підходить для розміщеного постачальника ITSP PBX [15].

2.2 Підтримка кодеків

FreeSWITCH це перша платформа телефонії с відкритим вихідним кодом, що підтримує HD кодеки. Частота дискретизації до 48 кГц, а це більше 44,1 кГц Audio CD. Багато хто мав змогу чути музику в режимі очікування жахливої якості, це відбувається через 8 кГц звуку який використовують в телефонії уже десятки років. Кодек Celt (48кГц) підтримуваний FreeSWITCH використовує ту саму полосу пропускання (~64Кбит/с, з накладними витратами на заголовки пакетів ~80Кбит/с), що і кодек G.711 (8кГц) [14].

FreeSWITCH підтримує безліч аудіо-кодеків:

- PCMU – G.711 μ -law;
- PCMA – G.711 A-law;
- G.722;
- G.722.1;
- G.722.1c;
- G.726;
- G.729 ;
- GSM;
- CELT та OPUS;
- iLBC;
- DVI4 (IMA ADPCM);
- BroadVoice;
- SILK;
- Speex;
- CODEC2;
- Siren;

- LPC-10;
- G.723.1 ;
- AMR ;
- iSAC.

FreeSWITCH підтримує безліч відео-кодеків:

- H261;
- H263;
- H263+ (H263-1998);
- H263++ (H263-2000);
- H264;
- VP8;
- Theora ;
- MP4 .

G.723.1, H263 і H264 підтримуються тільки в режимі pass-through. Це означає, що стислі данні передаються між абонентами без обробки. Коли данні не кодуються і не декодуються, це дозволяє підтримувати деякі кодеки, які не можуть бути надані безкоштовно через питання ліцензування. Але, в цьому випадку данні не можуть бути перекодовані, це означає, що в режимі passthrough абоненти повинні використовувати один кодек, а також не підтримуються деякі функції запису і відтворення (такі як IVR) [15].

Крім цього є підтримка апаратного перекодування, наприклад карт виробництва Sangoma. Вони реалізують кодеки в апаратному забезпеченні, зменшуючи використання процесора на сервері. Деякі з цих кодеків повністю ліцензовані, надаючи альтернативу перехідним параметрам.

Asterisk досить слабо підтримує HD кодеки, за звучанням значно поступається конкуренту:

- G.711 ulaw
- G.711 alaw
- G.723.1

- G.726 - 32kbps у версії Asterisk 1.0.3, 16/24/32/40kbps у CVS HEAD версіях
- G.729
- GSM
- iLBC
- LPC10
- Speex - бітрейт конфігурація: 4-48kbps, VBR, ABR

2.3 Програмні можливості та функціонал платформи FreeSWITCH

З точки зору базового набору функцій, АТС ідентичні. Голосова пошти, IVR, маршрутизація, intercom і інші опції доступні для користувачів.

Розглянемо переваги, які цікаві для професійного і більш глибокого використання платформ. Почнемо, мабуть, з можливості FreeSWITCH створювати мульти - майданчики. Фрісвіч (з коробки) вміє сегментувати майданчики користувачів, різні домени і суб – домени. Це означає, що користувачі одного майданчика не зможуть додзвонитися до користувачів інший по внутрішніх номерах. Іншими словами, забезпечується повнофункціональна сегрегація користувачів.

Так само, безумовною перевагою FreeSWITCH варто відзначити можливість кластеризації (об'єднання декількох серверів), де кожен хост в кластері буде виконувати свою певну роль.

Неминуче, FreeSWITCH найчастіше буде оцінюватися в порівнянні з Asterisk. Цікаво відзначити, що FreeSWITCH насправді був розроблений відомим розробником Asterisk вирішити деякі передбачувані проблеми з програмним забезпеченням Asterisk. Це призвело до повної перебудови того, що в кінцевому підсумку стало відомо як FreeSWITCH.

FreeSWITCH не є готовим рішенням для IP-АТС. Як і Asterisk, FreeSWITCH ніколи не слід завантажувати і встановлювати для використання у телефонній мережі, якщо у вас немає технічного персоналу і глибоких

знань для налаштування, розгортання і підтримки такої системи. Як і у випадку з Asterisk, існує кілька комерційно доступних продуктів, в яких FreeSWITCH є центральним компонентом. До них відносяться sipXcom і FusionPBX.

FreeSWITCH підтримує і багато функцій IP PBX, такі як перевід дзвінка, перехват, паркування виклику, запис розмов, прослуховування та інші [13].

Архітектурні рішення, закладені в FreeSWITCH першочергово дозволяють розглядати його далеко не тільки як заміну «традиційної» офісної АТС, а як високопродуктивну платформу широкої сфери застосування (рис. 2.2):

- сервер маршрутизації викликів;
- платформа транскодинга;
- сервер IVR;
- медіа сервер для аудіо конференцій;
- платформу для серверу голосової пошти;
- пограничний контролер (SBC);
- шлюз в PSTN (сумісний з платами Digium);
- сервер факсів з підтримкою T.38;
- ну і звичайно заміна «традиційної» офісної АТС.

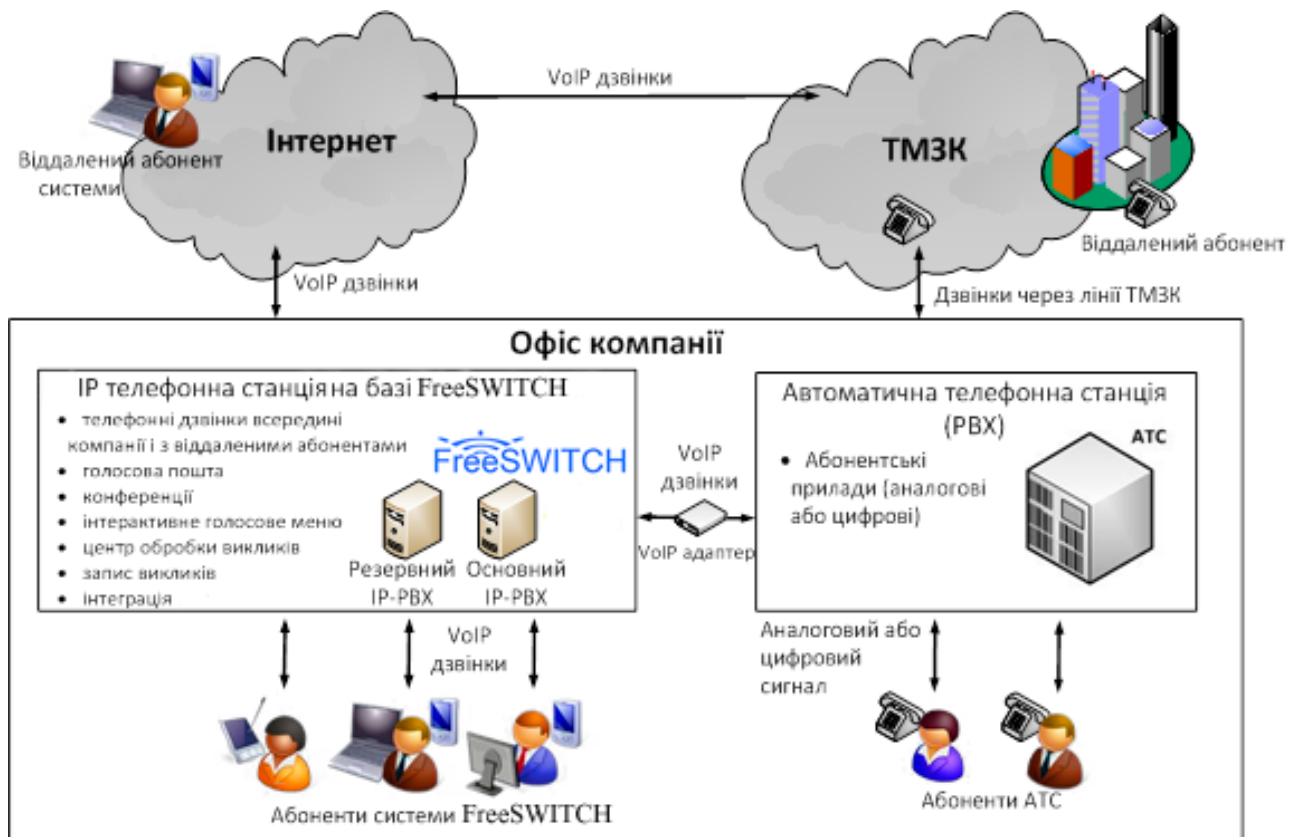


Рисунок 2.2 - Схема організації телефонії на базі IP-PBX FreeSWITCH

2.4 Програмні можливості та функціонал платформи Asterisk

Архітектура Asterisk значна багато в чому завдяки тому, що вона розглядає всі типи каналів як рівні. Це контрастує з традиційною АТС, де транки (які підключаються до зовнішнього світу) і внутрішні номери (які підключаються до користувачів і ресурсів) сильно відрізняються. Той факт, що діалплан Asterisk відноситься до всіх каналів схожим чином, означає, що в системі Asterisk ви можете легко виконувати речі, які набагато складніше (або неможливо) досягти на традиційній АТС.

Asterisk має всі можливості класичної АТС, підтримує безліч VoIP протоколів і надає функції голосової пошти, конференцій, інтерактивного голосового меню (IVR), центру обробки викликів (постановка дзвінків в чергу і розподіл їх по операторам, використовуючи різні алгоритми), запис

CDR та інші функції. Asterisk не має обмежень по числу абонентів, каналів і функціональних можливостей.

Для створення власної функціональності можна скористатися мовою Asterisk для написання діалплану. На сьогоднішній день вже написано багато графічних веб-оболонок до Asterisk для зручності використання і легкості сприйняття.

Графічний інтерфейс адміністратора IP - АТС Asterisk - FreePBX, налічує величезну кількість опцій настройки, варіантів маршрутизації, підключення різного устаткування, починаючи від телефонних апаратів і закінчуючи шлюзами.

Основні можливості IP-АТС Asterisk:

- IVR (віртуальний секретар);
- голосова пошта та пересилання на e-mail;
- запис телефонних розмов;
- можливість працювати з декількома операторами зв'язку;
- підтримка відео дзвінків і конференцій;
- наявність модуля факс-сервера;

Додаткові можливості: реалізація корпоративної пошти і чат.

2.5 Переваги та недоліки FreeSWITCH і Asterisk

Основними перевагами технології VoIP є скорочення необхідної смуги пропускання каналу передачі, що забезпечується обліком статистичних характеристик мовного трафіку:

- блокуванням передачі пауз (діалогових, складових, смислових і ін.), які можуть складати до 40 — 50 % часу зайнятості каналу;
- високою надмірністю мовного сигналу і його стисненням (без втрати якості при відновленні) до рівня 20 — 40 % початкового сигналу.

З іншого боку, трафік VoIP критичний до затримок пакетів у мережі, але толерантний (стійкий) щодо втрат окремих пакетів. Так втрата до 5 % пакетів не призводить до погіршення розбірливості мови.

- Вартість: більш висока вартість IP-телефонів є найбільш важливим фактором, що перешкоджає їх масовому впровадженню. Для порівняння аналогові / цифрові телефони доступні у всіх діапазонах (включаючи економічні моделі). Але ця ціна є виправданою, зважаючи на те, які функції вони підтримують.
- Різноманітність. Існують різні типи IP-телефонів. Існують програмні телефони, які можуть працювати на вашому комп'ютері, є телефони для передачі голосу по Wi-Fi, які можуть працювати з використанням бездротової мережі, програмні клієнти на мобільних телефонах і, звичайно ж, на столі є апаратні IP-телефони. Аналогові ж телефони доступні не в багатьох формах.
- Єдина мережа / кабель: з IP-телефонами потрібно створювати і підтримувати єдину мережу - IP-мережу. З аналого-цифровими телефонами вам знадобиться окрема мережа з телефонними кабелями для даних. Один кабель від мережевого комутатора може підключатися до двопортового комутатора IP-телефону, а комп'ютер може бути підключений за допомогою іншого мережевого кабелю, але багато компаній мають два кабелі, що йдуть від мережевого комутатора для резервування.
- Живлення: старі добрі аналогові телефони не вимагають великої кількості енергії. Але IP-телефони повинні бути забезпечені окремим джерелом живлення змінного струму, які можуть передавати живлення разом з даними з мережевого кабелю.
- Мобільність: IP-телефони можна просто переміщати з одного місця на інше, і вони все одно збережуть конфігурацію та збережуть своє розширення. Телефони для передачі голосу по Wi-Fi можуть працювати з використанням мережі Wi-Fi і, отже, їх можна носити з

собою по всій будівлі, що робить їх дуже зручними для використання. Цифрові телефони можуть також робити це з використанням технології DECT, але вона є приватною, і неможливо отримати доступ до мережі передачі даних за допомогою базових станцій DECT.

- Використання в мережі WAN: ви можете використовувати IP-телефони для реєстрації у постачальника послуг ITSP, щоб економічно здійснювати міжміські дзвінки через Інтернет. При використанні IP-мережі (підключеної до виділеної лінії / Інтернету) для дзвінків між філіями додаткова плата також не стягується, за умови, що ваш тарифний план має необмежену пропускну здатність.
- Загальна пропускну здатність: оскільки IP-телефони спільно використовують мережу з комп'ютерними мережами передачі даних, пропускну здатність розподіляється між комп'ютерами і IP-телефонами. Можливо, що надмірне використання одного з них може вплинути на продуктивність іншого, особливо якщо в мережі не застосовуються політики наскрізного QoS. Аналогові / цифрові телефони знаходяться в окремій мережі, і навіть якщо комп'ютерна мережа вийде з ладу, телефонна мережа залишиться включеною. При великомасштабному розгортанні може бути праильним розгортання деяких протоколів стиснення голосу.
- Відкриті стандарти / зв'язок з декількома постачальниками: ви можете купити аналогові телефони у будь-якого постачальника (але не цифрові телефони) і ЕРАВХ у будь-якого постачальника і бути впевненим, що всі функції РВХ працюватимуть на телефонах. Але з IP-телефонами SIP є відкритим стандартним протоколом, і тільки РВХ і IP-телефони, що підтримують SIP, працюватимуть разом, з обмеженою функціональністю.
- Безпека. Проблемаю аналогових телефонів є те, що існує можливість «прослуховування» зовнішніх викликів, IP-телефони уразливі ж

тільки для деяких мережевих атак, які можуть бути спрямовані на систему VOIP.

- Віддалене обслуговування: доступ до IP-телефонів і їх конфігурації може бути перевірена / змінена з віддаленої мережі (або через Інтернет), якщо відповідні дозволи надані мережевим адміністратором. Це спрощує внесення змін в конфігурацію / обслуговування.
- Кілька ліній: в той час як аналогові / цифрові телефони можуть мати один додатковий номер (макс.), IP-телефони можуть мати кілька номерів (наприклад, один для настільного комп'ютера і один для облікового запису ITSP через Інтернет).
- Відео виклик: IP-телефони стрімко інтегрують відео і телефонію. Користувачі можуть використовувати свою веб-камеру, щоб одночасно бачити іншу людину через монітор комп'ютера і розмовляти з ним по IP-телефону. Це доступно (в обмеженій мірі) і для телефонів ISDN, але вони не дуже популярні і потребують цифрової мережі ISDN як на викликаючій стороні, так і на приймаючій стороні.
- Підключення до Інтернету: з деякими більш дорогими IP-телефонами ви можете безпосередньо підключатися до Інтернету прямо зі свого IP-телефону за допомогою вбудованого браузера.
- Інтеграція комп'ютерної телефонії: ця функція доступна з цифровими телефонами (здійснення дзвінка, клацнувши на контакт в поштовому клієнті і т. д.), але IP-телефони дозволяють робити це значно зручніше.

У вас може бути програмний телефон прямо на вашому комп'ютері. Ви можете за номером телефону, вбудовану на веб-сторінку, зробити вихідний дзвінок через вашу корпоративну АТС, можете отримувати повідомлення по електронній пошті щодо ваших голосових повідомлень, ви навіть дізнатись, хто дзвонить, або, які були їхні останні деталі транзакції, перш ніж прийняти

виклик , інтегрувавши свій IP-АТС з бізнес-процесами, такими як системи CRM, можна використовувати API для інтеграції з Google Maps, наприклад, для відображення місця розташування абонента і багато чого іншого.

2.6 Суб'єктивне та об'єктивне оцінювання якості голосових повідомлень

Чіткість голосу - відносна кількість (у відсотках) правильно прийнятих елементів (складів, слів, фраз) артикуляційних таблиць.

Якість мови - величина, що характеризує суб'єктивну оцінку звучання мови в випробуваному тракті:

- в порівнянні зі звучанням в контрольному тракті (прийнятому за п'ять балів);
- в порівнянні зі звучанням мови в іншому тракті (у відсотках переваги).

Вухо людини здатне сприймати звуки частота яких знаходиться в інтервалі від 20 до 22 000 Гц. Але чутливість людського вуха не є однаковою в усьому частотному діапазоні. Людська мова знаходиться в інтервалі приблизно від 100 до 8000 Гц. На рисунку наведено області слухового сприйняття, в тому числі відповідні для мови і музики:

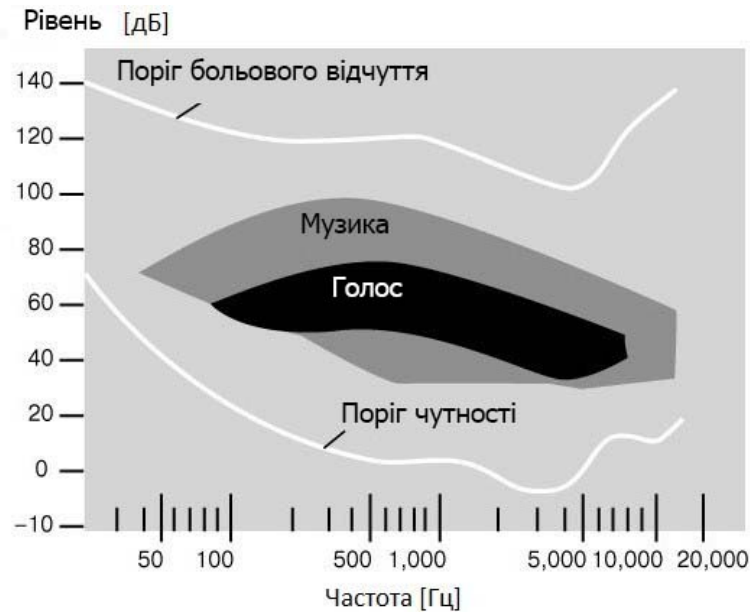


Рисунок 2.3 – Залежність рівня слухового сприйняття від частоти

Для оцінки спотворень сигналу проводяться суб'єктивно-статистичні випробування (CIS) за допомогою групи експертів. Для отримання суб'єктивної оцінки якості голосового повідомлення проводиться статистична обробка оцінок багатьох експертів-слухачів. Ці оцінки істотно залежать від фізіологічних особливостей диктора (статі, дикції, віку та ін.). При проведенні тестів намагаються імітувати реальні умови, тобто, сторонній шум, шуми вулиці та голоси інших людей. Кількісні результати цих тестів відображають усереднене якість, рівень зусиль слухача, розбірливість, природність звучання.

Кожен окремий результат експерта - випадкова подія, і для аналізу результатів якої застосовується математична статистика та теорія ймовірності. Однак, навіть враховуючі реальні умови, точно повторити результати випробувань неможливо. Середня експертна оцінка MOS (Mean Opinion Score) - це суб'єктивний вимір, визначене в рекомендації P.800 MCE-T для оцінки якості передачі в телефонних мережах [9].

Для отримання суб'єктивних оцінок якості повідомлень можуть використовуватися різні шкали оцінок категорій. Три найбільш популярних в дослідженнях MCE-T шкали думок:

Таблиця 2.1 - Шкала якості при прослуховуванні

Якість мови	Оцінка
Відмінне	5
Хороше	4
Задовільне	3
Посереднє	2
Погане	1

Таблиця 2.2 - Шкала зусиль при прослуховуванні

Зусилля, що вимагається для розуміння сенсу фраз	Оцінка
Можливо повне розслаблення, не потрібно ніякого зусилля	5
Необхідно увагу, не вимагає зусилля	4
Потрібно зусилля	3
Потрібно значне зусилля	2
Сенс незрозумілий при будь-яких умовах	1

Таблиця 2.3 - Шкала переваг по гучності

Перевага по гучності	Оцінка
Значно голосніше доброго рівня	5

Гучніше доброго рівня	4
Добрий рівень	3
Тихіше доброго рівня	2
Значно тихіше доброго рівня	1

Середня оцінка думок позначається символами MOS. В таблиці наведено оцінки MOS:

Таблиця 2.4 – Оцінки MOS

Суб'єктивна оцінка якості звуку мови	Рівень сприйняття мовної інформації	Оцінка
Відмінно	Мова сприймається повністю і без зусиль	5
Добре	Мова сприймається вільно, без відчутних зусиль	4
Задовільно	Мова сприймається з помірними зусиллями, наявність дефектів	3
Погано	Мова сприймається з уважністю	2
Дуже погано	Мова майже не сприймається або не сприймається зовсім	1

Методика MOS, заснована на суб'єктивних оцінках, і є надійним інструментом для аналізу якості голосу в телефонних мережах, але в ній відсутня можливість врахувати, як впливають на якість мови різні сторонні фактори. Наприклад, не враховуються:

- наскрізна (end-to-end) затримка між мовцем і слухачем;
- вплив втрат пакетів;
- вплив варіації затримки.

Для подолання зазначених недоліків в 1998 р МСЕ прийняв Рекомендацію G.107, в якій був описаний підхід до об'єктивного оцінювання якості послуг в телекомунікаціях. В його основу покладена так звана E-модель, яка відкрила новий напрямок в оцінці якості послуг, пов'язане з вимірюванням характеристик терміналів і мереж. Після створення E-моделі було проведено велике число випробувань, в яких змінювався рівень впливу спотворюють мережевих факторів. Дані цих тестів були використані в E-моделі для обчислення об'єктивних оцінок. результатом обчислень відповідно до E моделлю є число, зване R-фактором ("коефіцієнтом рейтингу").

Значення R-фактора однозначно зіставляються з оцінками MOS (див. табл. 2.5).

Таблиця 2.5 - Оцінка QoS на основі R-фактора і оцінок MOS

Значення R-фактору	Категорія якості і оцінка користувача	Значення оцінки MOS
$90 < R < 100$	Відмінна	4.34-4.50
$80 < R < 90$	Висока	4.03-4.34
$70 < R < 80$	Середня	3.60-4.03
$60 < R < 70$	Низька	3.10-3.60
$50 < R < 60$	Неприйнятна	2.58-3.10

Для визначення R-фактору виділено оцінки в діапазоні від 0 до 100, де 100 - це найвища оцінка рівня якості. При обрахунку R-фактора враховуються близько 20 параметрів, в числі яких:

- однонаправлена затримка;
- коефіцієнт втрати пакетів;
- спотворення, що вносяться при перетворенні аналогового сигналу в цифровий і подальшому стисненні (обробка сигналу в кодеках);
- вплив відлуння і ін;
- втрати даних через переповнення буфера джиттера.

Значення R-фактора визначається за такою формулою [9]:

$$R = R_0 - I_s - I_d - I_e + A,$$

- де $R_0 = 93.2$ – вихідне значення R-фактора;
- I_s - спотворення, що вносяться кодеками і шумами в каналі;
- I_d - спотворення за рахунок сумарної наскрізної затримки в мережі;
- I_e - спотворення, які вносяться обладнанням, включаючи і втрати пакетів [9];
- A - так званий фактор переваги [9].

При розрахунку R-фактора одна з складових - I_s , яка зменшує значення R-фактора, визначається спотвореннями, виникаючими в кодексах при пакетизації мовного сигналу. Якість передачі мови в мережах з комутацією пакетів в останні роки було значно покращено шляхом створення ефективних кодеків, що забезпечують хорошу розбірливість мовного сигналу на приймальному кінці [9]. До складу цих методів входять:

- методи ефективного кодування мови (рекомендації МСЕ-Т серії G.7xx);

- механізми придушення пауз (механізм кодування мови при переривчастій передачі, відомий як Voice Activity Detection, VAD);
- механізми ехоподавлення (рекомендація MCE G.164) і ехокомпенсації (Рекомендації MCE G.165 і G.168);
- механізми маскування помилок (packet loss concealment), що забезпечують компенсацію прогалин в мовному потоці, викликаних втратою окремих пакетів.

Таблиця 2.6 - Оцінка QoS на основі R-фактора і оцінок MOS

Затримка сигналу в мережі(мс)	150	200	250	300	400	500	600	800	>800
Параметр <i>Id</i>	0	3	10	15	25	30	35	40	40

Об'єктивні методи пропонують менш трудомісткі способи в порівнянні з суб'єктивними. Об'єктивні методи ґрунтуються на оцінці ступеня відмінності кодованого і вихідного сигналів. Параметри різноманітні і для різних типів кодування можуть суттєво відрізнятися. Незважаючи на те, що певна кореляція між об'єктивними показниками і суб'єктивними якістю є, однозначно судити про суб'єктивні якості не можна, чим, власне, і пояснюється різні для кожного з кодеків способи оцінки якості. Отже, універсального об'єктивного методу оцінки суб'єктивної якості не існує [9].

Найбільш точною оцінкою є співвідношення сигнал / шум. Вона враховує загальне ставлення потужності сигналу і шуму на всій тривалості сигналу. Однак при низькій інтенсивності корисного сигналу на будь-якому відрізку він може бути замінений на іншу частину сигналу який має більше корисної інформації, що в кінцевому результаті спотворює оцінку. Сегментні співвідношення сигнал / шум (segSNR) є розвитком методу співвідношення сигнал / шум. Таке дослідження проводиться на інтервалах від 15 до 20 мс,

що дає змогу одержати точну оцінку тому що, нерівномірна інтенсивність сигналу не спотворює всієї картини в цілому.

Приклади об'єктивних вимірювань голосових повідомлень включають:

- відношення сигнал/шум і сприймаюче зважене відношення сигнал/шум(далі ВСШ);
- індекс артикуляції(AI) ;
- спотворення логарифмічного спектру (LSD) і логарифмічну кепстральну відстань.

Найбільш загальним виміром погрішностей є середноквадратична помилка(MSE), визначена як

$$d(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (x_k - y_k)^2,$$

де x — вектор вхідних значень; y — вектор оцінок; N — загальне число відліків.

Допускається, що погрішності, внесені кожним елементом вектора x , мають однакову вагу. В загальному випадку можна ввести нерівну вагу, щоб показати вклади окремих елементів в погрішності як більш важливі, чим інші. Таким чином, зважена середньоквадратична помилка визначається як

$$d(x, y) = (x - y)(x - y)^T W,$$

де W — позитивно визначена зважувана матриця.

Для кількісної оцінки якості голосового сигналу зазвичай використовують нормований показник погрішності, характеризуючий середній квадрат помилки відтворення δ_{uu}^2 , усередненої по часу і приведеної до дисперсії повідомлення δ_λ^2 :

$$\delta_{cp}^2 = \frac{\delta_{ш}^2}{\delta_{\lambda}^2}.$$

Величина, обернена нормованому показнику погрішності, є відношення потужності сигналу до потужності шумів.

$$ОСШ = 10 \cdot \lg \delta_{cp}^{-2} [\text{дБ}].$$

При об'єктивних методах оцінки для аналізу якості систем передачі мови необхідно оцінювати відношення потужності сигналу до сумарної потужності шуму - $ОСШ_{\Sigma}$ і знати взаємозв'язок між $ОСШ_{\Sigma}$ і розбірливістю S .

Відомо, що значення $ОСШ$ мають стійкий зв'язок з суб'єктивними оцінками якості сприйняття мови. При суб'єктивних оцінках найбільш часто використовуються чисельні характеристики розбірливості фрагментів мови, зокрема складів. Для розбірливості складів S знайдені функції взаємозв'язку з іншими видами розбірливості: слів, фраз, фоном.

При об'єктивній оцінці різних алгоритмів кодування і відновлення мови використовуються спеціальні пристрої, генеруючі шум, корельований з мовним сигналом. Такі пристрої називаються MNRU (Modulated Noise Reference Unit). Використання MNRU дозволяє врахувати нестационарність виникнення шумів при зміні поточної потужності мовного сигналу. Для оцінки якості запропоновано більш коректна оцінка, отримавша назву сегментного $ОСШ$:

$$ОСШ_{сег} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10 \lg \left(1 + \frac{\delta_{\lambda i}^2}{\delta_{ш i}^2} \right) [\text{дБ}],$$

де $\delta_{\lambda i}^2$ і $\delta_{\mu i}^2$ — дисперсії помилок мовного повідомлення і помилки, вираховані на сегменті i довжиною T ; M — загальна кількість сегментів в випробованому сигналі.

Таблиця 2.7 - Розподіл оцінки якості мови в балах, дБ

Бал	$ОСШ_{\Sigma}$	$ОСШ_{сег}$
5	25	29
4	20,0	23,3
3	15,4	17,8
2	10,7	12,8
1	5,9	6,7

Висновки до розділу

Отже, IP-PBX FreeSWITCH та Asterisk володіють великим запасом програмних можливостей, які роблять ці продукти надзвичайно затребуваними на ринку телекомунікацій. Ці додатки працюють під усіма відомими операційними системами та для них розроблено багато графічних інтерфейсів для простого налаштування. Для написання додаткових модулів розробники можуть використовувати усі популярні мови програмування (C, Java, Python та ін.). Ці продукти можуть бути використанні для маршрутизації викликів, серверу IVR, серверу голосової пошти, для офісної АТС та багато іншого. Для вирішення функціональних задач АТС не потрібно витратити великі кошти на обладнання, всі основні задачі, які потребують від АТС можуть бути вирішені та запрограмовані на цих додатках.

3 ІНСТАЛЯЦІЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ FREESWITCH НА ОС LINUX

3.1 Встановлення та підготовка операційної системи

Як вже зазначалось в 2 розділі магістерської дисертації, FreeSWITCH – кросс платформна система, здатна працювати на усіх популярних операційних системах, таких як: Windows, Mac OS X, Linux, Solaris и *BSD.

Мінімальні, рекомендовані вимоги до системи:

- 32 бітна система (рекомендовано використовувати 64-х бітні системи);
- 512 Мб оперативної пам'яті (1 Гб рекомендовано);
- 50 Мб простору на жорсткому диску.

Але, варто сказати, що системні характеристики сильно залежать від задач, які вирішує сервер.

Враховуючи мінімальні та рекомендовані вимоги, а також враховуючи задачі які поставлені перед нами, вирішено програмний комутатор FreeSWITCH, встановлювати на операційну систему Debian 10.

Debian - операційна система, що складається з вільного ПЗ з відкритим вихідним кодом. В даний час Debian GNU / Linux - один з найпопулярніших і важливих систем GNU / Linux, в первинній формі зробивший значний вплив на розвиток цього типу ОС в цілому. Також існують проект на основі іншого ядра: Debian GNU / Hurd. Debian може використовуватися в якості операційної системи як для серверів, так і для робочих станцій.

Debian має найбільше серед всіх дистрибутивів сховище пакетів - готових до використання програм і бібліотек, і якщо навіть не по їх числу, то за кількістю підтримуваних архітектур: починаючи з ARM, використовуваної у вбудованих пристроях, найбільш популярних x86-64 і PowerPC, і закінчуючи IBM S / 390, що використовується в основному комплекті. Для

роботи з сховищем розроблені різні способи, найпопулярніше з яких - Advanced Packaging Tool (APT).

Щоб встановити Debian 10 Buster безпосередньо на жорсткий диск вашого комп'ютера, вам необхідно отримати установчі образи Debian 10, які можна завантажити. Після завантаження образів компакт-дисків або DVD-дисків Debian створіть завантажувальний флешку USB або запишіть її на компакт-диск або DVD-диск за допомогою будь-якого програмного забезпечення, такого як Bootiso, Gnome Disk Utility, Live USB Creator і багатьох інших. Після створення завантажувального носія (USB-накопичувача або DVD-диска) помістіть його в відповідний дисковод, перезапустіть комп'ютер і викличте BIOS / UEFI при завантаженні з DVD / USB, натиснувши спеціальну функціональну клавішу (зазвичай F12, F10 або F2), щоб відкрити меню завантаження. Потім виберіть ваший завантажувальний пристрій зі списку пристроїв і натисніть Enter. Після запуску інсталятора ви побачите меню установки (режим BIOS), в якому є кілька варіантів установки. Виберіть Graphical Install і натисніть Enter (рис. 3.1).

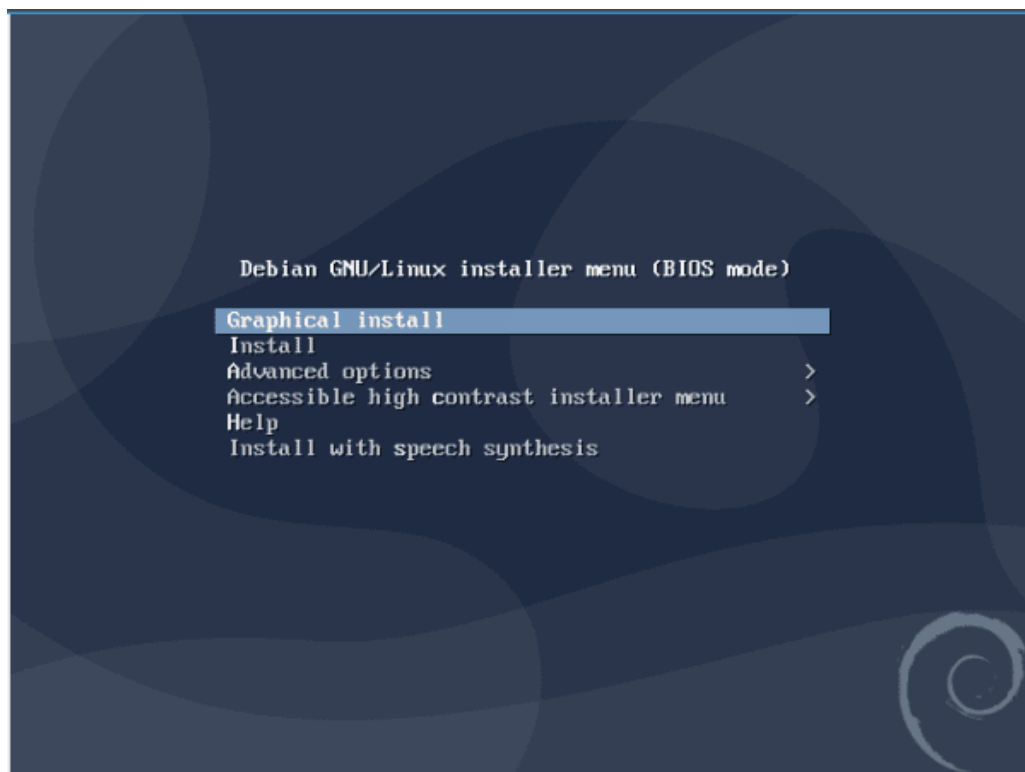


Рисунок 3.1 - Завантаження операційної системи

Якщо у вас кілька мережевих інтерфейсів, програма запропонує вам вибрати той, який буде використовуватися в якості основного мережевого інтерфейсу. В іншому випадку вибирається перший підключений мережевий інтерфейс.

Потім вибираємо визначену колекцію програмного забезпечення для встановлення разом з базовими системними файлами. Встановимо середовище робочого столу Debian, Xfce, сервер SSH і стандартні системні бібліотеки. Ви можете вибрати середовище робочого столу за вашим вибором.

Якщо ви маєте намір налаштувати сервер на комп'ютері з невеликою кількістю ресурсів, таких як ОЗУ, ви можете скасувати вибір середовища робочого столу Debian і ... опції Xfce, щоб уникнути їх установки (рис. 3.2). Потім натиснути Continue.



Рисунок 3.2 - Вибір середовища для встановлення



Рисунок 3.3 - Налаштування мережі

Потім натисніть Continue, щоб налаштувати всі мережеві інтерфейси, підключені до системи, для отримання IP-адреси з використанням DHCP.

Після завершення установки натискаємо Continue, щоб закрити програму установки і перезавантажити комп'ютер. Виймаємо інсталяційний носій і запускаємо нову систему Debian 10.



Рисунок 3.4 - Завершення встановлення ОС Debian

3.2 Компіляція вихідного коду FreeSWITCH

FreeSWITCH може встановлюватись від Raspberry PI до багатоядерного сервера FreeSWITCH та може розкрити телекомунікаційний потенціал будь-якого пристрою. Розробники FreeSWITCH в якості еталонної операційної системи рекомендують використовувати Debian.

Перед встановлення програмного комутатора FreeSWITCH потрібно спочатку завантажити необхідні модулі для нашої операційної системи, так як на етапі встановлення операційної системи було проінстальовано мінімальний пакет програм.

Перейдемо до встановлення необхідних пакетів:

```
apt-get install -y git-core autoconf automake libtool build-essential  
libncurses5 make libjpeg-dev pkg-config libncurses5-dev unixodbc unixodbc-dev  
libcurl4-openssl-dev libtiff4-dev libx11-dev unixodbc-dev libssl-dev python2.6-dev
```

zlib1g-dev libexpat1-dev libzrtcpp-dev libasound2-dev libvorbis-dev libperl-dev libgdbm-dev libdb-dev libogg-dev python-dev uuid-dev bison [10]

Інсталювання необхідних пакетів і бібліотек для встановлення IP-PBX FreeSWITCH завершено. На даному етапі можна переходити до безпосередньої установки програмного комутатору. Є три варіанти встановлення FreeSWITCH на сервер:

- встановлення із пакетів Debian;
- встановлення із репозиторію FreeSWITCH;
- компіляція із вихідного коду.

Оберемо варіант компіляції із вихідного коду, щоб зрозуміти, що відбувається на кожному кроці встановлення та для більш гнучкого налаштування системи.

Виконаємо команди для оновлення системи та встановлення свіжих пакетів для ОС Debian.

```
apt-get update
```

```
apt-get install wget lsb-release -yq gnupg2
```

```
wget -O - http://files.freeswitch.org/repo/deb/debian-release/fsstretch-archive-keyring.asc | apt-key add -
```

Встановимо необхідні залежності для збірки

```
apt-get build-dep freeswitch
```

Переходимо в каталог, в який буде завантажуватись FreeSWITCH - /usr/local/src, завантажуюємо вихідні дані з git, використовуючи прапор -b, щоб отримати необхідну нам гілку.

```
cd /usr/src/
```

```
git clone http://github.com/signalwire/freeswitch.git -b1.10 freeswitch
```

```
cd freeswitch
```

```
git config pull.rebase true
```

```
./bootstrap.sh -j [10]
```

Якщо необхідно додати чи видалити модулі необхідні для роботи FreeSWITCH, необхідно відредагувати файл /usr/src/freeswitch/modules.conf.

Додамо необхідні нам модулі, які будуть необхідні в роботі системи:

- `mod_rtmp` – протокол RTMP в основному використовується Flash для потокової передачі аудіо, відео та даних через Інтернет. Поширення потокової передачі мультимедійних даних WebRTC значною мірою витіснило використання RTMP.
- `mod_directory` – для пошуку абонента за допомогою клавіатури свого телефону. Є можливість пошуку по імені користувача. Може бути повернутий один або кілька результатів, і по ним буде зручно переміщуватись.
- `mod_callcenter` – це додаток для організації черги вхідних викликів, який можна використовувати для потреб колл-центру.
- `mod_dingaling` – модуль реєстрації xmpp, який може бути використаний для Google talk або будь-якої іншої інтеграції XMPP.
- `mod_flite` – відкритий безкоштовний ресурс перетворення тексту в мову;
- `mod_shout` – модуль, який дозволяє прослуховувати виклики онлайн прямо з браузера, створює mp3 потік, який можна слухати в будь-якому плеєрі.

Наступний крок - компіляція, яка виконується наступною командою:

```
./configure
```

```
make && make install
```

```
Install FreeSWITCH

cd /usr/src
# To build from Master, the latest source code:
git clone https://freeswitch.org/stash/scm/fs/freeswitch.git
#### OR ####
# To build from the current release source code:
git clone -b v1.4 https://freeswitch.org/stash/scm/fs/freeswitch.git

cd /usr/src/freeswitch

# The -j argument spawns multiple threads to speed the build process
./bootstrap.sh -j

# if you want to add or remove modules from the build, edit modules.conf
vi modules.conf
# add a module by removing '#' comment character at the beginning of the line
# remove a module by inserting the '#' comment character at the beginning of the line containing the name of the module to be
skipped

./configure -C

make && make install
```

Рисунок 3.5 - Процес компіляції IP-PBX FreeSWITCH

Після компіляції усіх необхідних модулів та пакетів встановимо аудіо файли для коректної роботи.

make sounds-install

make moh-install

make hd-moh-install

make cd-sounds-install

make hd-sounds-install

make uhd-moh-install

make uhd-sounds-install

make cd-moh-install

make sounds-ru-install

make cd-sounds-ru-install

```
make uhd-sounds-ru-install
```

```
make hd-sounds-ru-install
```

Встановлення програмного комутатора FreeSWITCH на сервер, необхідних пакетів та модулів необхідних для його коректної роботи закінчено. Також встановлено пакети для програвання російськомовних файлів.

3.3 Створення користувача FreeSWITCH під яким буде працювати сервер

Далі встановимо права доступу і власника до файлів перед запуском FreeSWITCH. Якщо запустити FreeSWITCH в перший раз без встановлення прав доступу і власника файлами, бази даних FreeSWITCH і файли журналів будуть створені як користувач «root». Потім, після зміни власника, FreeSWITCH більше не матиме права на запис в ці файли і не запуститься.

Оскільки при інсталюванні було створено FreeSWITCH як користувач root, тепер необхідно створити користувача 'freeswitch' в групі 'freeswitch' і змінити файли FS на owner = freeswitch і group = freeswitch. Для цього перейдемо в папку local і виконаємо наступні команди як користувач «root» [10]:

```
groupadd freeswitch
```

```
adduser --quiet --system --home /usr/local/freeswitch --gecos "FreeSWITCH  
Softswitch" --ingroup freeswitch freeswitch --disabled-password
```

```
chmod -R ug=rwX,o= /usr/local/freeswitch/
```

```
chown -R freeswitch:freeswitch /usr/local/freeswitch/
```

```
chmod -R u=rwx,g=rx /usr/local/freeswitch/bin/* [10]
```

Systemd - це система управління службами, яка замінює System V init. Вона досить вимоглива і їй необхідно більше конфігураційних скриптів, так званих Unit Files. Systemd може запускати FreeSWITCH під час

завантаження, відстежувати роботу комутатора, перезавантажити його в разі збою та вживати інших заходів.

Попередньо скомпільовані пакети FreeSWITCH поставляються з файлами systemd і сценаріями для їх установки. Необхідно обов'язково дотримуватись правильного розташування файлів, оскільки вони різняться між скомпільованими установками FreeSWITCH і установками пакетів.

При усуненні неполадок, пов'язаних з системою, журнали розташовуються в файлі /var/log/syslog і /var/log/daemon.log.

Файл модуля запускає Freeswitch як root, тому Freeswitch може встановити його пріоритет, створити кілька каталогів, якщо це необхідно, і т.д. Потім він відкине привілеї, щоб продовжити роботу від імені користувача та групи Freeswitch.

Для підключення до локального, а також до віддаленого FreeSWITCH зручно використовувати утиліту fs_cli. В такому випадку до FreeSWITCH можна підключатись з будь-якої підтримуваної операційної системи, головне вірно скомпільувати або встановити fs_cli [10]:

```

LimitCORE=infinity
WorkingDirectory=/usr/local/freeswitch/bin
User=root
Group=daemon
LimitNOFILE=100000
LimitNPROC=60000
LimitRTTIME=7000000
LimitSTACK=240
LimitRTPRIO=infinity
IOSchedulingClass=realtime
IOSchedulingPriority=2
UMask=0007
CPUSchedulingPolicy=rr

```


CPUSchedulingPriority=89

Тепер, коли файл модуля `systemd` налаштований, необхідно скопіювати його в каталог `/ etc / systemd / system`, де `systemd` шукає локальні призначені для користувача файли, які не будуть перезаписані оновленнями `systemd`.

Після цих налаштувань все готово для запуску FreeSWITCH. Оскільки FreeSWITCH належить користувачеві `freeswitch`, він повинен створювати свої бази даних і файли журналів під цим користувачем (замість `root`). Щоб ці файли були доступні для FreeSWITCH при наступних запусках.

Для запуску FreeSWITCH виконаємо команду:

```
systemctl start freeswitch
```

Для запуску FreeSWITCH виконаємо команду:

```
fs_cli
```

Далі необхідно підключити IP абонентів для того, щоб перевірити чи правильно було виконано підключення. Встановимо один із доступних SIP-телефонів, зареєструємо абонента з номером 1000 та зробимо тестовий дзвінок на тестовий номер 5000 (рис. 3.6). При успішному з'єднанні спрацює автовідповідач FreeSWITCH.

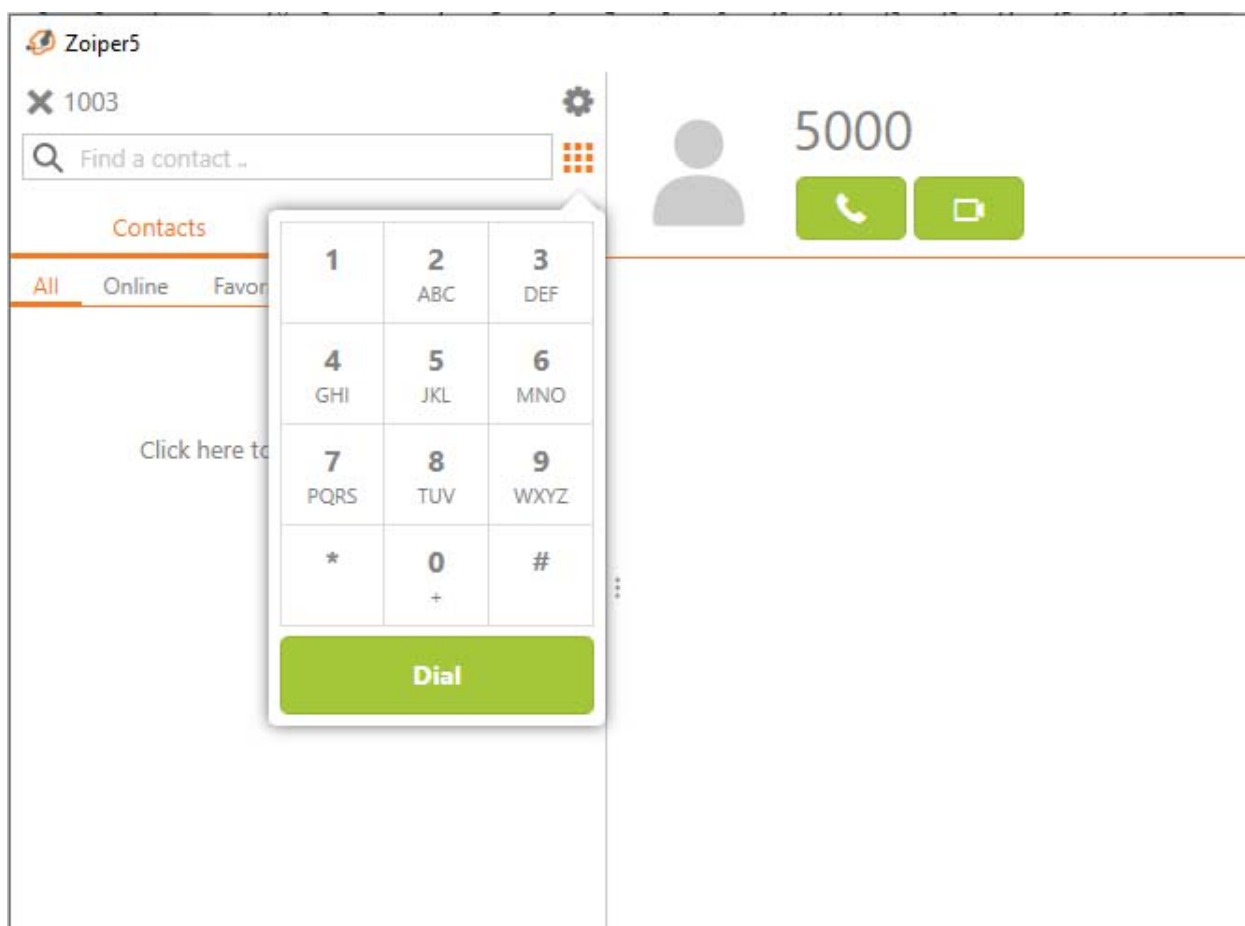


Рисунок 3.6 - Інтерфейс Zoiper5

Зареєструємо абонента з номером– 1000. Перейдемо в налаштування Zoiper5, виберемо вкладку Аккаунти та зареєструємо клієнта з номером 1000 та вказавши в полі Domain 192.168.0.109 (діючу IP адресу серверу).

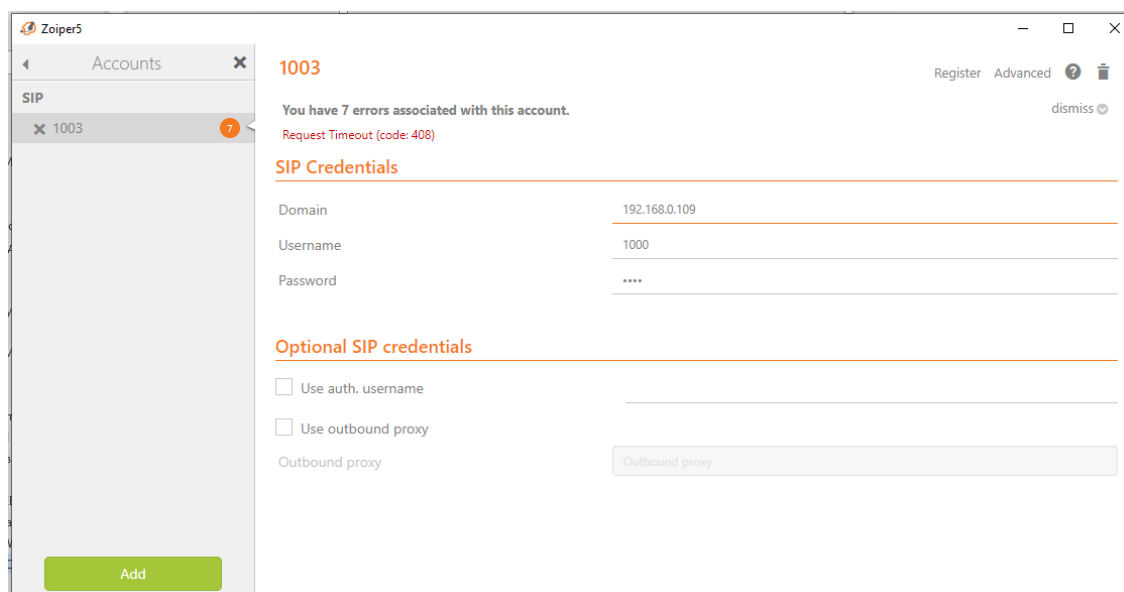


Рисунок 3.7 - Налаштування SIP-акаунту в Zoiper5

Якщо всі налаштування виконано вірно, у нас з'являється можливість виконувати дзвінки між зареєстрованими абонентами у FreeSWITCH, зробимо тестовий дзвінок на номер 5000 та прослухаємо голосове меню

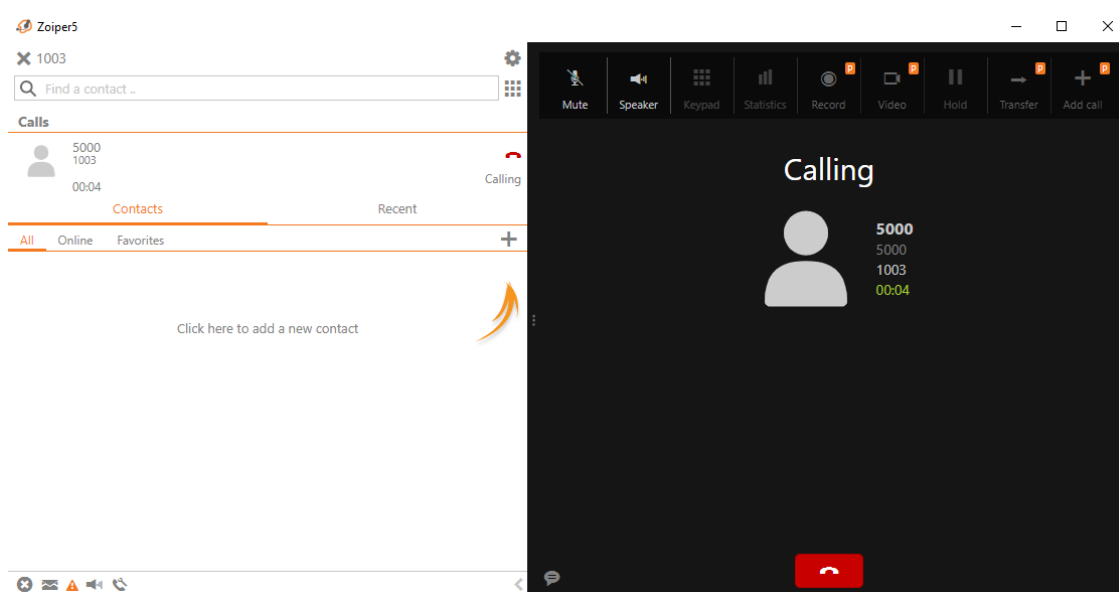


Рисунок 3.8 – Sip телефон при активному виклику

Також для необхідно встановити Sip телефон на іншому девайсі та зареєструвати для нього номер - 1001 або інший до 1019, які існують у FreeSWITCH за замовчуванням. Тепер можна встановити з'єднання між двома користувачами з різних девайсів, та переконатися у коректності роботи комутатору FreeSWITCH.

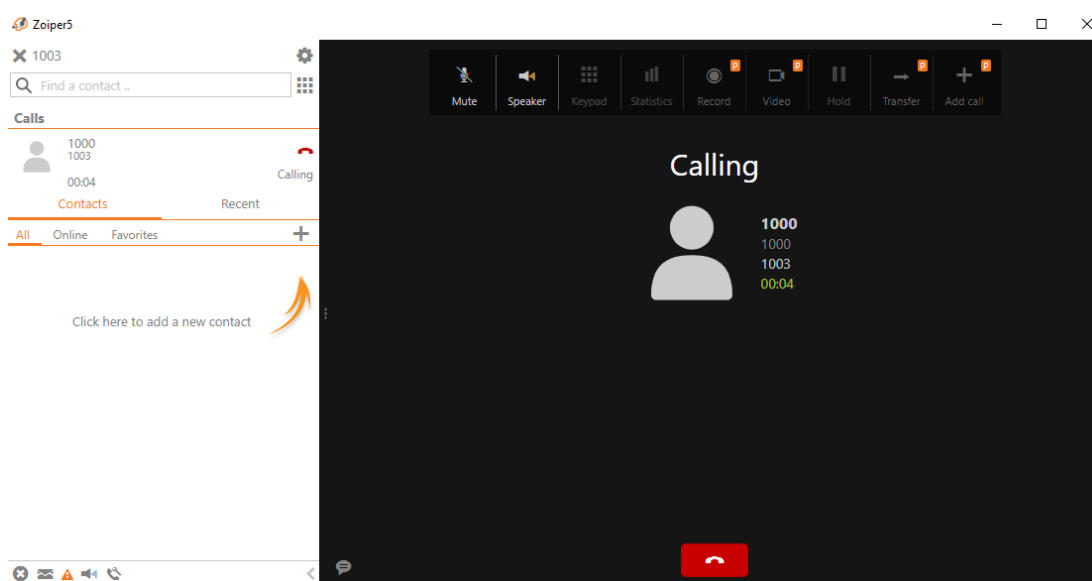


Рисунок 3.9 - Активний дзвінок між двома абонентами

В цей час FreeSWITCH аналізує всі події та команди, які проходять через внутрішній профіль internal.

```

sofia/internal/1000@192.168.0.106 sleep(10000)
sofia/internal/1000@192.168.0.106 hash(insert/192.168.0.106-spymap/1000/cdb4df8e-4cbc-41a1-9bc6-060e17e40efb)
sofia/internal/1000@192.168.0.106 hash(insert/192.168.0.106-last_dial/1000/1001)
sofia/internal/1000@192.168.0.106 hash(insert/192.168.0.106-last_dial/global/cdb4df8e-4cbc-41a1-9bc6-060e17e40efb)
sofia/internal/1000@192.168.0.106
-25 14:18:25.877601 [DEBUG] switch_channel.c:1296 EXPORT (export_vars)
sofia/internal/1000@192.168.0.106 export(dialed_extension=1001)
-25 14:18:25.877601 [DEBUG] switch_channel.c:1296 EXPORT (export_vars) [dialed_extension]=[1001]
sofia/internal/1000@192.168.0.106 bind_meta_app(1 b s execute_extension::dx XML features)
-25 14:18:25.877601 [INFO] switch_ivr_async.c:4152 Bound B-Leg: *1 execute_extension::dx XML features
sofia/internal/1000@192.168.0.106 bind_meta_app(2 b s record_session::usr/local/freeswitch/recordings/1000
-25 14:18:25.877601 [INFO] switch_ivr_async.c:4152 Bound B-Leg: *2 record_session::usr/local/freeswitch/recordings/

sofia/internal/1000@192.168.0.106 bind_meta_app(3 b s execute_extension::cf XML features)
-25 14:18:25.877601 [INFO] switch_ivr_async.c:4152 Bound B-Leg: *3 execute_extension::cf XML features
sofia/internal/1000@192.168.0.106 bind_meta_app(4 b s execute_extension::att_xfer XML features)
-25 14:18:25.877601 [INFO] switch_ivr_async.c:4152 Bound B-Leg: *4 execute_extension::att_xfer XML features
sofia/internal/1000@192.168.0.106 set(ringback=%(2000,4000,440,480))
-25 14:18:25.877601 [DEBUG] mod_dptools.c:1498 SET sofia/internal/1000@192.168.0.106 [ringback]=[%(2000,4000,440,480)]
sofia/internal/1000@192.168.0.106 set(transfer_ringback=local_stream://moh)
-25 14:18:25.877601 [DEBUG] mod_dptools.c:1498 SET sofia/internal/1000@192.168.0.106 [transfer_ringback]=[local_stream://moh]
sofia/internal/1000@192.168.0.106 set(call_timeout=30)
-25 14:18:25.877601 [DEBUG] mod_dptools.c:1498 SET sofia/internal/1000@192.168.0.106 [call_timeout]=[30]
sofia/internal/1000@192.168.0.106 set(hangup_after_bridge=true)
-25 14:18:25.877601 [DEBUG] mod_dptools.c:1498 SET sofia/internal/1000@192.168.0.106 [hangup_after_bridge]=[true]
sofia/internal/1000@192.168.0.106 set(continue_on_fail=true)
-25 14:18:25.897552 [DEBUG] mod_dptools.c:1498 SET sofia/internal/1000@192.168.0.106 [continue_on_fail]=[true]
sofia/internal/1000@192.168.0.106 hash(insert/192.168.0.106-call_return/1001/1000)
sofia/internal/1000@192.168.0.106 hash(insert/192.168.0.106-last_dial_ext/1001/cdb4df8e-4cbc-41a1-9bc6-060e17e40efb)
sofia/internal/1000@192.168.0.106 set(called_party_callgroup=techsupport)
-25 14:18:25.897552 [DEBUG] mod_dptools.c:1498 SET sofia/internal/1000@192.168.0.106 [called_party_callgroup]=[techsupport]
sofia/internal/1000@192.168.0.106 hash(insert/192.168.0.106-last_dial_ext/techsupport/cdb4df8e-4cbc-41a1-9bc6-060e17e40efb)
sofia/internal/1000@192.168.0.106 hash(insert/192.168.0.106-last_dial_ext/global/cdb4df8e-4cbc-41a1-9bc6-060e17e40efb)
sofia/internal/1000@192.168.0.106 hash(insert/192.168.0.106-last_dial_ext/techsupport/cdb4df8e-4cbc-41a1-9bc6-060e17e40efb)
sofia/internal/1000@192.168.0.106 bridge(user/1001@192.168.0.106)
-25 14:18:25.897552 [DEBUG] switch_channel.c:1250 sofia/internal/1000@192.168.0.106 EXPORTING[export_vars]
0200] to event

```

Рисунок 3.10 - Список команд та подій при роботі FreeSWITCH

Висновки до розділу

В 3 розділі магістерської дисертації було встановлено систему FreeSWITCH на операційну систему Linux (Debian). Хоча FreeSWITCH є кросс платформною системою, однак розробники рекомендують встановлювати його саме на Debian аби уникнути небажаних помилок при встановленні та налаштуванні платформи. Після інсталяції операційної системи та системи FreeSWITCH було налаштовані конфігураційні файли останньої та встановлено необхідні пакети. Зроблено декілька тестових дзвінків з вільного та безкоштовного SIP телефону. FreeSWITCH легкий у налаштуванні та встановленні, але все залежить від задач які клієнт ставить перед телефонією. Для деяких конфігурацій необхідно володіти базовими знаннями XML та розуміти структуру моделі FreeSWITCH.

4 ІНТЕГРАЦІЯ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ ТА АНАЛІЗ МОВЛЕННЯ

4.1 Впровадження Web Sip клієнту в інтернет ресурс

Задача впровадження ІР телефонії в інтернет ресурси не була особливо популярна до цього часу, через те, що мало хто з власників інтернет бізнесу розумів, як це працює і які дивіденди з цього можна отримати. Бізнеси, які продають в інтернеті через веб-сайт, або компанії які розміщують на своїх сайтах послуги, часто потребують якісного та швидкого зв'язку зі своїми потенційними клієнтами, для того, щоб підігріти інтерес до свого продукту чи переконати клієнтів у протрібності та ефективності свого продукту чи сервісу.

Таке питання виникло і в компанії в якій я працюю. Надаючи доступ до платформи для трейдингу, клієнтам необхідно пояснювати та пропонувати варіанти для торгування тими чи іншими активами. Це робиться з використанням ІР телефонії, телефонуючи безпосередньо на мобільний номер клієнта. Або розробивши власну WEB версію Sip клієнта. Для цього можна спілкуватись з клієнтом, який знаходиться зараз на вашому веб ресурсі, зателефонувавши йому, у межах веб сайту та запропонувати йому допомогу або переконати його у використанні ваших послуг. Ця можливість доступна завдяки використанню технології WebRTC.

На сервері на якому розміщений веб ресурс встановлюємо та запускаємо ІР телефонію, як це було описано раніше. Можна використовувати як FreeSWITCH так і Asterisk, в залежності від задач, які стоять перед використанням ІР, а також наявністю людей, які будуть її налаштовувати та обслуговувати, так як для гнучкого налаштування необхідно володіти базовими навичками роботи з тою чи іншою системою.

WebRTC - проект з відкритим вихідним кодом, призначений для організації передачі поточкових даних між браузерами за технологією точка-точка.

На рівні API технологія стандартизується консорціумом W3C, а на протокольному рівні - спільнотою IETF. Його включення в рекомендації W3C підтримується Google Chrome (і інших на його основі), Mozilla і Opera.

У FreePBX є Web Sip клієнт. Почавши вивчати технологію WebRTC я натрапив на 3 бібліотеки - це JsSIP, його fork SIP.js, а також sipml5.

Всі 3 бібліотеки працездатні. У кожної є свої сильні і слабкі сторони. Протестувавши всі 3 бібліотеки, зупинив вибір на JsSIP.

Основні плюси і мінуси з якими я зіткнувся:

1. JsSIP.

Плюси:

- не об'ємна;
- активно підтримується розробниками.

Мінуси:

- на початковому етапі більш складна для старту;
- довелося правити код, щоб запрацював з asterisk.

2. Sip.js

Плюси:

- не об'ємна;
- документація тільки для роботи з asterisk.

Мінуси:

- не вдалося якісно налаштувати звук.

3. Sipml5

плюси:

- відносно проста для новачків у плані готового продукту.

мінуси:

- складний і заплутаний код для редагування під конкретні задачі.

Код web sip клієнта на основі JsSIP:

```
<!doctype html>
<html lang="{{Config::get('app.locale')}}">
<head>
```

```

<meta charset="UTF-8">
<meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="ie=edge">
<link rel="shortcut icon" href="/assets/trade/img/favicon.ico"/>
<title>{{env('APP_NAME')}} Trade Platform</title>
<link rel="stylesheet" href="/assets/trade/css/normalize.css">
<link rel="stylesheet" href="/assets/trade/css/font-awesome.min.css">
<link rel="stylesheet" id="theme"
href="/assets/trade/css/darkColor.css">
  <link rel="stylesheet" href="/assets/trade/css/style.css?{{
env('APP_BUILD_DATE')}}">
  <link rel="stylesheet"
href="{{asset('assets/vendors/emojionearea/css/emojionearea.min.css')}}">
  <meta name="csrf-token" content="{{ csrf_token() }}">
</head>
<body>
  <div id="incomingCall">
    <div class="d-flex space-around">
      <div id="reject"> <i class="fa fa-phone"></i></div>
      <div id="answer"> <i class="fa fa-phone"></i></div>
    </div>
  </div>
  <div id="callStatus" style="display: none">
    <div class="callInfo">
      <h3 id="callInfoText">info text goes here</h3>
      <p id="callInfoNumber">info number goes here</p>
    </div>
    <div class="d-flex space-around">
      <div id="hangUp"> <i class="fa fa-phone"></i>
    </div>
    <div id="inCallButtons" style="display: none">

```

```

<div id="mute">
<i id="muteIcon" class="fa fa-microphone"></i>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
<div id="callControl">
<h2>Web Sip клієт на основі JsSIP</h2>
<div id="to">
<input id="num" type="text" placeholder="Введіть номер телефону"/>
</div>
<div id="call">Виклик</div>
<div id="hangup">Закінчити</div>
</div></body><script>
var socket = new
JsSIP.WebSocketInterface('wss://astra.cats.trade:8089/ws');
var configuration = {
sockets: [socket],
'uri': 'sip:2015237@astra.cats.trade',
'password': 'KUnkHSwsYT',
'username': '2015237',
'register': true
};
var myInCallAudio = new
window.Audio('https://trade.cats.trade/assets/trade/files/iPhone_6.mp3');
myInCallAudio.loop = true;
myInCallAudio.crossOrigin = "anonymous";
var remoteAudio = new window.Audio();
remoteAudio.autoplay = true;
remoteAudio.crossOrigin = "anonymous";

```



```

var callOptions = {
  mediaConstraints: {audio: true, video: false}
};
var phone;
if (configuration.uri && configuration.password) {
  JsSIP.debug.enable('JsSIP:*'); // more detailed debug output
  phone = new JsSIP.UA(configuration);
  phone.on('registrationFailed', function (ev) {
    alert('Registering on SIP server failed with error: ' + ev.cause);
    configuration.uri = null;
    configuration.password = null;
    updateUI();
  });
  phone.on('newRTCsessionMy', function (ev) {
    var newsessionMy = ev.sessionMy;
    if (sessionMy) {
      sessionMy.terminate();
    }
    sessionMy = newsessionMy;
    var completesessionMy = function () {
      sessionMy = null;
      updateUI();
    };
    sessionMy.on('ended', completesessionMy);
    sessionMy.on('failed', completesessionMy);
    sessionMy.on('accepted', updateUI);
    sessionMy.on('confirmed', function () {
      var localStream = sessionMy.connection.getLocalStreams()[0];
      var dtmfSender =
        sessionMy.connection.createDTMFSender(localStream.getAudioTracks()[0])

```

```

sessionMy.sendDTMF = function (tone) {
  dtmfSender.insertDTMF(tone);
};
updateUI();
});
sessionMy.on('connectPerr', (e) => {
  console.log('connectPerr', e);
  let logError = "";
  const connectPerr = e.connectPerr;
  connectPerr.onaddstream = function (e) {
    remoteAudio.srcObject = e.stream;
    remoteAudio.play();
  };
  var remoteStream = new MediaStream();
  connectPerr.getReceivers().forEach(function (receiver) {
    remoteStream.addTrack(receiver.track);
  });
});
if (sessionMy.direction === 'incoming') {
  myInCallAudio.play();
} else {
  sessionMy.connection.addEventListener('addstream', function (e) {
    myInCallAudio.pause();
    remoteAudio.srcObject = e.stream;
  });
}
updateUI();
});
phone.start();
}

```

```

var sessionMy;
updateUI();
$('#connectCall').click(function () {
var dest = $('#toField').val();
phone.call(dest, callOptions);
updateUI();
});
$('#answer').click(function () {
sessionMy.answer(callOptions);
$('.window-popup-container.call-window').addClass('active-call');
});
var hangup = function () {
sessionMy.terminate();
$('.window-popup-container.call-window').removeClass('active');
$('.window-popup-container.call-window').removeClass('active-call');
};
$('#hangUp').click(hangup);
$('#reject').click(hangup);
$('#mute').click(function () {
if (sessionMy.isMuted().audio) {
sessionMy.unmute({audio: true});
} else {
sessionMy.mute({audio: true});
}
}
updateUI();
});
function updateUI() {
if (configuration.uri && configuration.password) {
$('#errorMessage').hide();
$('#wrapper').show();
}
}

```

```

if (sessionMy) {
if (sessionMy.isInProgress()) {
if (sessionMy.direction === 'incoming') {
    $('#incomingCallNumber').html(sessionMy.remote_identity.uri);
    $('.window-popup-container.call-window').addClass('active');
}
} else {
$('#wrapper').hide();
$('#errorMessage').show();}}</script></html>

```

Web Sip клієнт на основі JsSIP

Введіть номер телефону

ВІЗОВ

Рисунок 4.1 – Sip клієнт у браузері

Тепер можна спробувати зробити перший дзвінок. Якщо все зробили правильно, то почуємо гудок, при відповіді повинно бути чути голос у обидві сторони. Все готово для того, щоб почати повноцінну бесіду.

4.2 Суб'єктивний метод оцінювання якості голосового зв'язку через Web Sip клієнт

Первинним критерієм якості аудіо- та відеоінформації є сприйняття якості послуги користувачем [16]. Якість голосового зв'язку може визначатись суб'єктивними та об'єктивними оцінками. Найпопулярніший метод суб'єктивного оцінювання описано в Рекомендації МСЕ Р.800

(первісна редакція належить до 1993 г.) і відома як методика MOS (Mean Opinion Score) [16]. Якість голосового зв'язку в такому випадку обраховується як середнє арифметичне значення усіх оцінок, експертів, які приймали участь в оцінюванні. Якість мови з суб'єктивної точки зору включає в себе загальне враження слухача, природність мови, чіткість, і т.д.

У суб'єктивному методі оцінюванні брало участь 8 чоловік, середній вік яких склав 20 років.

Таблиця 4.1 – Оцінки експертів для 3 різних шкал

	Шкала якості при прослуховуванні	Шкала зусиль при прослуховуванні	Шкала переваг по гучності
1 експерт	4	5	4
2 експерт	4	5	5
3 експерт	5	5	4
4 експерт	5	5	3
5 експерт	3	5	5
6 експерт	4	5	5
7 експерт	5	5	5
8 експерт	4	4	5

Визначивши, середню арифметичну оцінку кожного експерта, який приймав участь у опитуванні, просумувавши ці значення та розділивши на кількість експертів, можна отримати суб'єктивну оцінку якості звуку мови.

$$MOS = \frac{4.33 + 4.66 + 4.66 + 4.33 + 4.33 + 4.66 + 5 + 4.33}{8} = 4.5.$$

Звернувшись до таблиці 2.4 та підставивши отриману оцінку MOS, можна зробити висновок, що рівень сприйняття мовної інформації використовуючи встановлену телефонію та Web Sip клієнт, дає майже відмінний результат, що відповідає безперешкодному та вільному сприйняттю голосової інформації.

При суб'єктивних методах оцінювання не враховуються фактори, які можуть впливати на якість оцінювання голосових повідомлень, а саме:

- наскрізна (end-to-end) затримка між слухачем та мовцем;
- вплив втрат пакетів;
- вплив варіації затримки.

4.3 Об'єктивний метод оцінювання якості голосового зв'язку через Web Sip клієнт

E-модель і R-фактор можуть бути використані для об'єктивної оцінки якості передачі мови в технології VoIP [9]. Для того, щоб отримати відповідне значення MOS для нашої системи, необхідно спочатку вирахувати значення R-фактора. Починається обчислення R-фактора без врахування спотворення сигналу в каналі, потім, приймаються до уваги спотворення, які виникають при перетворенні людської мови в електричний сигнал. Значення R-фактора зменшується від 100 до 93,2. Оцінка MOS в такому випадку відповідає значенню рівному 4,4. Отже, при використанні E-моделі оцінка MOS, яка складає значення 4,4 є максимальною оцінкою якості мови в мережі без спотворень. Величина R-фактора змінюється в діапазоні від 0 до 93,2, що відповідає зміні оцінок MOS від 1 до 4,4. Значення R-фактора визначається за такою формулою [9]:

$$R = R_0 - I_s - I_d - I_e + A$$

У більшості випадків розрахунку R-фактора параметр A приймається рівним нулю (для дротових ліній – 1 і 10 – для мереж GSM), а $R_0 = 93.2$ – вихідне значення R-фактора;

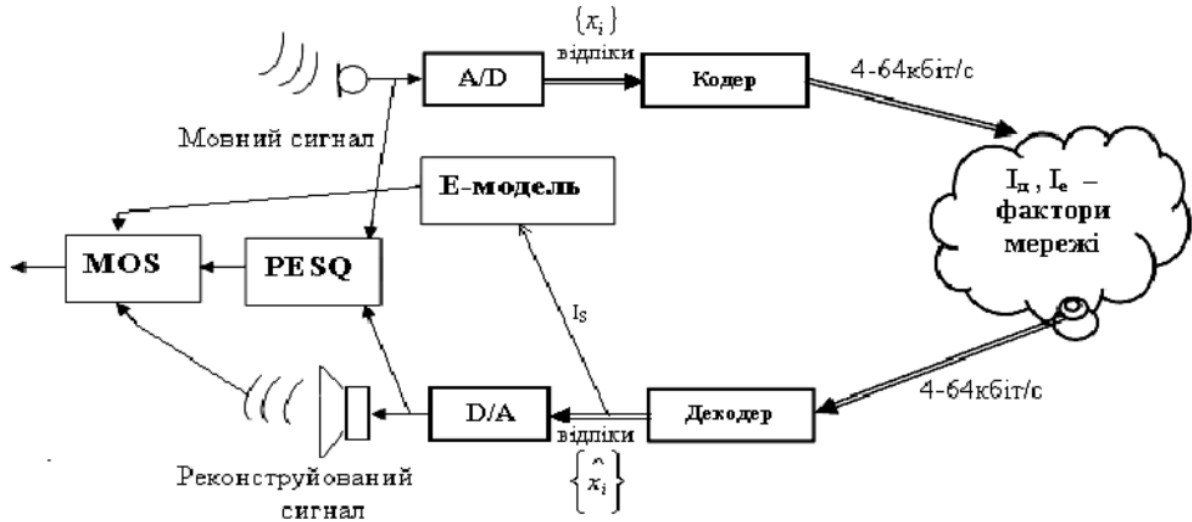


Рисунок 4.2 – Структурна схема вимірювання якості VoIP

Під час дослідження з використанням структури, зображеної на рис. 4.1, значення I_d , і I_e – нульові, оскільки відсутня мережа, тоді така модель придатна для оцінки якості роботи мовного кодера, де I_s – нормована величина і відома, як правило, для стандартизованих G.xxx-кодерів з відомих оцінок MOS.

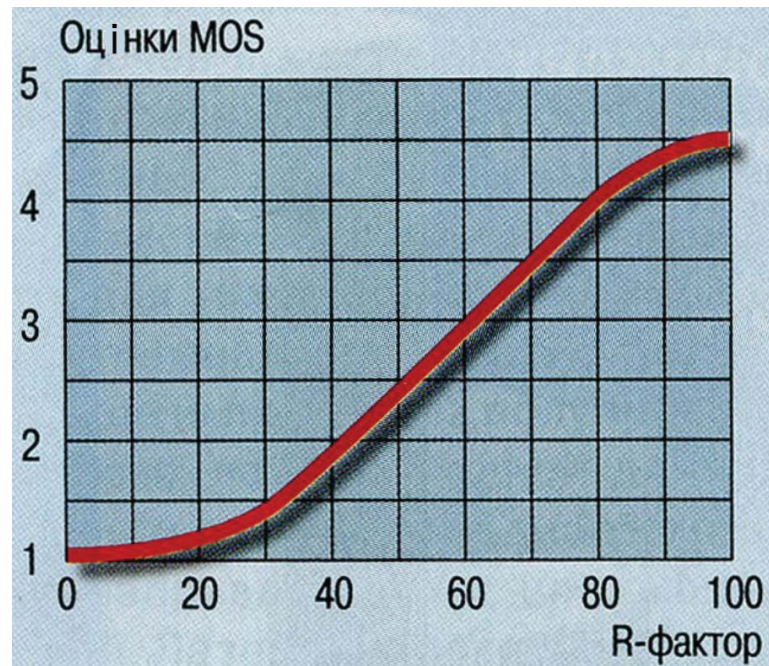


Рисунок 4.3 - Залежність між оцінками MOS і R-фактором

Визначимо величину R-фактора та знайдемо відповідне значення MOS з таблиці 2.5 врахувавши фактори, які впливають на якість оцінювання голосових повідомлень. Так, як в нашому прикладі мережа присутня, тоді необхідно врахувати значення I_d , і I_e .

Значення спотворення, що вноситься кодером беремо визначене для кодеру G711, а саме $I_s = 0.75$. Що стосується, параметру спотворення внаслідок затримки в мережі та параметру, що відповідає втратам пакетів, то в нашому випадку величина затримки, яка відповідає затримці близько 300мс становить $I_d = 15$, а відсоток втрати пакетів становить до 1%, що відповідає значенню $I_e = 8$. Для проведення загальної оцінки якості роботи мережі IP-телефонії можна запропонувати використовувати значення $A=15\dots30$.

$$R = 93.2 - 0.75 - 15 - 8 + 20 = 89.45.$$

Знайшовши отримане значення R-фактора у таблиці 2.5, знайдемо відповідне йому значення MOS. Оцінка MOS знаходиться в діапазоні 4.34-4.50 балів, що відповідає відмінній (або високій) якості голосового повідомлення. Оцінка отримана при суб'єктивному методі оцінювання

голосових повідомлень збіглась з оцінкою отриманою при об'єктивному методі оцінюванні. Що підтверджує, що при використанні нашого Web Sip клієнту, отримувачі голосового повідомлення можуть з легкістю зрозуміти та без перешкод спілкуватись з абонентами, які ці голосові повідомлення їм відправляли.

Висновки до розділу

В данному розділі наведено програмну реалізацію Web SIP клієнту, показано основні переваги використання цієї технології та обґрунтовано вибір програмного комутатора. Використано суб'єктивний та об'єктивний методи оцінювання якості голосового зв'язку, та зроблено висновок, що використання данної технології безпосередньо на веб-сторінках дає змогу задовольнити потреби користувачів, як у кількості представлених можливостей системи, так і у якості голосового зв'язку. Дослідження показали, що при використанні розробленого клієнту, користувачі, які знаходились на зв'язку один з одним мали змогу безперешкодно спілкуватись та обмінюватись репліками без зайвих зусиль та затримок. Якість такого спілкування залежить від спотворень кодеру, затримок мережі та втрат пакетів.

5 СТАРТАП-ПРОЕКТ

5.1 Основні відомості

Сутність стартап-проекту. Досліджуючи ринок сучасних телекомунікаційних систем було виявлено можливість впровадження сервісів IP-телефонії в інтернет ресурси. Визначення стартапу. Напрямки його застосування та основні ідеї наведено в табл. 5.1 та табл. 5.2.

Таблиця 5.1 – Зміст стартап-проекту та напрямки застосування

Зміст ідеї стартапу	Напрямки застосування	Переваги стартапу для користувача
Розробити дієве і ефективне рішення для взаємозв'язку клієнтів інтернет ресурсів з представниками бізнесу	1. Інтернет магазин	Консультація та збільшення продажів онлайн
	2. Внутрішній зв'язок	Безкоштовний зв'язок всередині відділень і між філіями компаній
	3. Бізнес	Використання переваг IP-телефонії(ведення звітності, статистики дзвінків і тд.)

Таблиця 5.2 – Визначення основних техніко-економічних характеристик ідей

№ п/п	Техніко- економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів		W (слабка сторона)	N (нейтраль на сторона)	S (сильна сторона)
		Запропоно ваний метод	Загально живаний метод			
1.	Підключення телефонії з використанням WebRTC в інтернет ресурси	Дає змогу	Не дає змогу	Клієнт зобов'язаний надати доступ до можливості зв'язку	Існує шанс перехоплення зовнішнього виклику	Можливість зацікавити клієнта та переконати в надійності ваших послуг
2.	Інтеграція телефонії в компанії для внутрішнього та зовнішнього зв'язку	Дає змогу	Дає змогу	Висока вартість IP-телефонії, що перешкоджає їх впровадженню.	Конфігурація телефону змінюється з віддаленої мережі, якщо є доступ адміністратора	Вартість дзвінків за кордон та в межах країни мінімальна

5.2 Технологічний аудит ідеї стартап-проекту

Для застосування та реалізації стартап-проекту оцінено доступність використовуваних технологій та наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Технології та їх доступність для реалізації проекту

№ п/п	Ідеї проекту	Технології для реалізації стартап-проекту	Наявність технологій	Доступна / Не доступна
1	Створення Web SIP клієнту та підключення на веб сторінку	Використання WebSocket для обміну повідомленнями між сервером та браузером	Присутня	Доступна
2		Використання стеку WebRTC(раміна Flash і Java)	Присутня	Доступна в сучасних браузерах
3		Програмування власної користувацької логіки для веб клієнту з зрозумілим API	Присутня	Доступна при наявності знань мови JS

Обрана технологія реалізації ідеї проекту: розробка та інтеграція Web SIP клієнту в існуючі інтернет сервіси, а також конфігурація та розробка пакетів для функціонування програмованих комутаторів.

5.3 Аналіз можливостей ринку для запуску проекту

У таблиці 5.4 показано попередню характеристику потенційного ринку стартап-проекту.

Таблиця 5.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартапу

№ п/п	Показники ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість основних гравців, од	3
2	Обсяг продажів (грн)	3000
3	Якісна оцінка тенденції ринку	Підвищується
4	Характер обмежень	Залучення потенційних клієнтів
5	Вимоги до сертифікування та стандартизації	Відповідають

6	Рентабельності, %	85%
---	-------------------	-----

У таблиці 5.5 наведено очікуючих потенційних клієнтів та їх аналіз

Таблиця 5.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Причина (потреба) на ринку послуг	Цільові клієнти	Відмінності поведінки потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Стабільний аудіо та відео зв'язок з клієнтом на сайті	Власники інтернет ресурсів та бізнес	Необхідний рівень якості передавання голосових та відео даних	Результат повинен відповідати найвищим стандартам якості
2	Можливість переадресації, запису, авторозподілу та шифрування дзвінків	Бізнес	Можливість розподіляти та налаштовувати вхідні виклики між відповідними працівниками	Надавати вичерпуючі консультації та допомогу

У таблиці 5.6 вказано на основні загрози, з яким можна зіштовхнутись при реалізації стартапу.

Таблиця 5.6. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Опис загрози	Планове реагування компанії
1	Незацікавленість клієнтів	Послуги можуть не зацікавити клієнта у випадку не правильної реклами продукту	Забезпечення додаткових можливостей для продукту
2	Втрата конкурентних позицій	Втрата статусу надійного постачальника послуг IP-телефонії	Піар та реклама

У таблиці 5.7 приведено головні можливості під час реалізації стартапу

Таблиця 5.7. Основні можливості

№ п/п	Фактор	Опис можливості	Планове реагування компанії
1	Перші позиції на ринку послуг зв'язку	Стрімке зростання інтересу до продукту	Якісне та кількісне збільшення пакетів для платформи, які забезпечать додатковий функціонал, якісна підтримка користувачів
2	Створення розширень для всіх існуючих браузерів для простоти використання	Збільшення об'ємів використання продукту	Вирішення проблем безпеки

У таблиці 5.8 описано вплив конкурентного середовища на впровадження проекту.

Таблиця 5.8. Аналіз конкурентного середовища

Особливості конкурентного середовища	Прояв конкуренції	Планові дії компанії для забезпечення конкурентоспроможності
1.Конкуренція	Застосування вже існуючих технологій	Використання передових технологій на найвищому рівні
2.Локальний	Відсутність монополії на ринку послуг	Збільшення охопту потенційних клієнтів шляхом підвищення якості товару
3.Міжгалузєва	Цільовою аудиторією	Індивідуальний

	компанії є підприємства різних галузей	підхід до обслуговування
4.Цінова	Використання IP-телефонів високої вартості	Можливість заощадити шляхом впровадження послуги програмним шляхом не використовуючи IP-телефон
5.Немарочна	Роль торгової марки незначна	Накопичення бази постійних клієнтів

У таблиці 5.9 показано конкуренцію стартапу за ринком Іспанії

Таблиця 5.9. Аналіз конкурентного середовища ринку Іспанії

Складові аналізу	Прямі конкуренти	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Програмні постачальники	Потреба пошуку постачальників	Привернення уваги від відомих та популярних постачальників	Прийняття самостійного клієнтського рішення	Надання переваги авторитетнішим апаратним рішенням
Висновки:	Низька	Можливий вихід на ринок послуг	Постачальники можуть корегувати цінову політику	Встановлення вимог до якості від клієнтів	Через послуги замінники на ринку виникають обмеження, які в основному пов'язані з якістю.

У таблиці 5.10 показано фактори, які впливають на конкурентноспроможність.

Таблиця 5.10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Чинники, які роблять фактор порівняння конкурентних проектів переважним
1	Надавання якісніших послуг	Використання високорівневих протоколів зв'язку
2	Постійне оновлення програмного забезпечення	Розробка сучасних інтерфейсів та плагінів

У таблиці 5.11 проведено аналіз слабших та сильніших переваг проекту.

Таблиця 5.11. Порівняння слабких та сильних переваг стартапу

№ п/п	Фактор конкуренції	Бали 1-20	Порівняння рейтингу продукту-конкурентів							
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	
1	Гнучкіша цінова політика	19	+							
2	Послуги сервісного обслуговування	18			+					
3	Періодична діагностика	15						+		
4	Потреба в залученні висококваліфікованих кадрів	18					+			

У таблиці 5.12 наведено SWOT - аналіз стартап-проекту.

Таблиця 5.12. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: низьковартісні послуги, швидкий аналіз проблемних місць та їх швидке рішення	Слабкі сторони: залежності від високошвидкісного з'єднання
Можливості: Інтеграція сервісу в існуючі рішення	Загрози: низька зацікавленість клієнтів

В таблиці 5.13 вказано альтернативи ринкового впровадження проекту

Таблиця 5.13. Альтернативи ринкового впровадження проекту

№ п/п	Альтернатива ринкової поведінки	Залучення ресурсів	Терміни виконання
1	Складання договорів з телекомунікаційними компаніями та компаніями, які надають доступи для виходу в мережу	висока	короткі
2	Застосування існуючих веб клієнтів для інтеграції продукту	середня	середні

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Вибір груп, як потенційних споживачів наведено в таблиці 5.14.

Таблиця 5.14. Вибір груп потенційних споживачів

№ п/п	Загальний профіль цільової групи потенційних клієнтів	Готовність сприйняття продукту споживачами	Орієнтовний попит цільової групи	Напруженість конкуренції в сегменті	Складність входу у сегмент
1	Інтернет магазини	Висока	Високий	Низька	Низька
2	Зв'язок між офісами та філіалами	Висока	Високий	Середня	Низька

Визначення базової стратегії розвитку розглянуто у таблиці 5.15.

Таблиця 5.15. Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Основні конкурентоспроможні позиції згідно з обраною альтернативою	Базова стратегія розвитку*
-------	--------------------------------------	---------------------------	--	----------------------------

1	Застосування нових протоколів для підвищення якості послуг	Збільшення якості голосових повідомлень	Використання найкращих реалізацій IP-телефонії	Стратегія спеціалізації
2	Концентрація на потребах клієнтів в інтернет ресурсах	Вирішення частих проблем без витрати додаткових коштів	Використання готових програмних моделей без розробки нових програмних та апаратних рішень	Стратегія лідерства по витратах

Визначення основної стратегії конкурентної поведінки показано в таблиці 5.16.

Таблиця 5.16. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект унікальним на ринку?	Чи необхідно буде компанії шукати нових споживачів, чи опрацьовувати існуючих у конкурентів?	Чи необхідно компанії копіювати основні характеристики товару конкурента?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Так	Компанія охоплюватиме сегмент нових споживачів, та надаватиме потреби існуючим за їх необхідності	Немає необхідності	Стратегія лідерської поведінки

Визначення стратегії позиціонування наведено в таблиці 5.17.

Таблиця 5.17. Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги цільової аудиторії до товару	Основна стратегія розвитку	Основні конкурентоспроможні позиції стартап-проекту	Визначення асоціацій, які сформулюють комплексну позицію стартап-проекту (три основних)
1	Висока якість голосового зв'язку та швидкості передачі	Стратегія диференціації	Забезпечення найкращої якості, переваги у безпеці	Підтримка, надійність, якість
2	Економія коштів	Стратегія лідерства по	Використання актуальних та	Універсальність, економічна доцільність

		витратах	відомих технологій	
--	--	----------	--------------------	--

5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Основні переваги концепції потенційного товару показано в таблиці 5.18.

Таблиця 5.18. Визначення основних переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Основні переваги перед конкурентами (існуючі або потенційні)
1	Простота та якість	Належна висока якість, надійність та простота інтеграції	Постійна підтримка клієнтів
2	Невисока вартість	Клієнт платить тільки за використання мережі та обслуговування	Майже безкоштовно

Визначення цінової політики на послугу наведено в таблиці 5.19.

Таблиця 5.19. Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Цінова політика товарів-замінників	Цінова політика на товари-аналоги	Рівень купівельної спроможності цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	3000 грн./од. (стандартна методика)	Не можна визначити однозначно	Високий	2000 грн – 4500 грн

Створення системи збуту послуги наведено у таблиці 5.20.

Таблиця 5.20. Створення системи збуту

№ п/п	Закупівельна поведінка цільових клієнтів	Функції збуту, що повинен забезпечувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Бажання отримати максимальний дохід від існуючого ресурсу	Поставки якісної, простої та надійної послуги	Значна	Договірна система збуту

Концепції маркетингових комунікацій показано в таблиці 5.21.

Таблиця 5.21. Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій цільових клієнтів	Основні методи позиціонування	Завдання рекламного звернення	Концепція рекламного звернення
1	Купівля якісного продукту з раціональним використанням існуючих ресурсів	Мережні ресурси	Гарантія якості та цілодобова підтримка	Привернути увагу до покращень, пов'язаних із зростаючою популярністю послуг	Збільшення продажу та популяризація ресурсу чи послуги шляхом якісного використання IP-телефонії
2	Зацікавленість у простоті роботи та легкості інтеграції будь-якому споживачу	Мережні ресурси	Використання високошвидкісних протоколів та кодеків	Привернути увагу до переваг використання Web-рішень	Позиціонування послуг центру синхронізації єдиним раціональним шляхом забезпечення стабільного зв'язку

Висновки до розділу

1. Переглянувши всі плюси та мінуси впровадження сервісів IP-телефонії в інтернет ресурси, можемо зробити висновки, що ідея є актуальною та нагальною для застосування. У світі спостерігається високий інтерес до ринку надання послуг в сфері зв'язку, а саме великий попит на дану пропозицію, так як цей продукт може заощадити великі кошти та запропонувати якісний зв'язок на існуючих веб-ресурсах, в Україні конкурентів, які надають такий дешевий та якісний зв'язок немає, оскільки існуючі конкуренти надають доступ до обмеженої кількості послуг, які надає IP-телефонія і майже зовсім не розвинені рішення для Web клієнтів. Рентабельність на ринку послуг зв'язку дасть змогу впровадити запропоноване рішення на основі існуючих апаратних частин, що забезпечить економію грошей та практичність у використанні.

2. Шанс виходу на ринок послуг є дуже високим, адже існуючим компаніям та бізнесам, які працюють та пропонують свої послуги в інтернеті необхідно консультувати клієнтів та переконувати їх у зручності та унікальності ваших послуг чи рішень, що принесе бізнесу матеріальні інші дивіденди, загалом IP-телефонія є дуже перспективною та високодохідною в майбутньому. Оскільки в Україні сфера надання таких послуг не є переповненою, то це дає змогу зайняти свою нішу та надавати якісні та не дорогі послуги в сфері телекомунікацій. Це є основною перевагою і головним критерієм входження на ринок послуг запропонованого рішення.

3. Обрана альтернатива впровадження – розвиток IP-телефонії не тільки для внутрішніх потреб окремих компаній та їх гілок, а впровадження та інтеграція IP-телефонії на кожному веб сторінку, яка цього потребує. Адже, з кожним днем велика кількість послуг та товарів з офлайн ринку переходить в онлайн, і ця тенденція буде тільки зростати.

ВИСНОВКИ

IP-телефонія - це технологія завдяки якій можна отримати високоякісний та дешевий зв'язок між абонентами, які можуть знаходитись на відстані десятків тисяч кілометрів один від одного. Класична телефонія поступається майже в кожному аспекті перед IP, вона не така надійна та універсальна, не така безпечна та масштабована, та в десятки разів дорожча від свого конкурента. Для налаштування IP-телефонії необхідно мати спеціалізоване обладнання, яке в наші часи вже досить поширене та доступне, а також необхідно володіти базовими навичками роботи з програмованими комутаторами та телефонами.

1. Встановлено, що використовуючи IP-телефонію користувачі мають змогу зберігати усі наявні переваги телефонної мережі, а саме надійність, простоту, широкий діапазон послуг, а також отримувати додаткові функції та рішення, які притаманні тільки для IP, а саме:
 - значно нижчу вартість послуг;
 - мобільність;
 - доступ до розробки нових можливостей телефонії;
 - використання маршрутизацій, конференц-зв'язку, автовідповідачів, голосової пошти, паркування викликів та багато іншого;
 - будь-які пристрої доступу від традиційних телефонів до комп'ютерів.
2. Проведено аналіз та порівняно переваги двох лідерів IP-телефонії, а саме, FreeSWITCH та Asterisk. Ці дві системи підтримують велику кількість вузько- та широко- полосних кодеків, що робить їх найпопулярнішими на ринку телекомунікаційних послуг. Вибір однієї з двох систем залежить від задач проєкту. Загалом вони вирішують одні й ті самі проблеми, але для вирішення конкретних задач, вміння гнучко налаштувати сервіс та функціоналу, яким необхідна володіти

телефонія, обирають одну з них. Але для налаштування FreeSWITCH необхідно володіти базовими навичками програмування та розуміти тонкощі системи, Asterisk у встановленні та налаштуванні простіший.

3. В заключній частині роботи, продемонстровано програмну реалізацію Web SIP клієнту, який можна використовувати для зв'язку клієнтів, які знаходяться на веб-ресурсі, з адміністраторами сайту, консультантами, та представниками цього ресурсу для збільшення продажів, популяризації продукту та інформування клієнтів. Зроблено висновок, що при використанні цього клієнту, абоненти безперешкодно спілкуються один з одним, та на обох кінцях каналу якість зв'язку знаходиться на високому рівні, що показали різні методи тестування. Це стало можливо завдяки використанню протоколу зв'язку WebSocket, призначеного для обміну повідомленнями між браузером і веб-сервером в режимі реального часу, а також використанню WebRTC, призначеного для організації потокових даних між браузером та іншими додатками, які його підтримують. Проаналізовано ринок конкурентів та оцінено можливості виходу продукту на ринок телекомунікаційних послуг.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. А. В. Росляков, М. Ю. Самсонов, И. В. Шибаета. IP-телефония, издание второе. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2003. – 252 с.
2. Джерело: Технічна реалізація ір-телефонії. - <http://5fan.ru/wievjob.php?id=69794>
3. Проектування безпроводових стільникових мереж зв'язку [Електронний ресурс] : Методичний посібник з дисципліни «ПРОЕКТУВАННЯ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ» для студентів спеціальності 7.05090301, 8.05090301 – Інформаційні мережі зв'язку / «ДУТ» – Київ : НТУУ «КПІ», 2015 . – 111 с. – URL: <https://docplayer.net/67357176-Derzhavniy-universitet-telekomunikacij-kafedra-kosmichnih-sistem-ta-kompleksiv-i-suputnikovih-telekomunikacij-metodichniy-posibnik-z-disciplini.html>
4. Процес передачі голосу по IP-мережі – Інтернет ресурс.- <http://um.co.ua/6/6-9/6-95819.html>
5. Джерело: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=69794>
6. Стандарт H.323 – Інтернет ресурс. - http://iptop.net/tech/h323_2.html
7. Дослідження в галузі передачі та захисту інформації в IP-телефонії Інтернет ресурс. - <http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/E3E35C35-800E-48F9-A804-4DD5DB290AF0.pdf>
8. Session Initiation Protocol – Інтернет ресурс. - https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol
9. Оцінка якості передачі мови в мережах IP – Інтернет ресурс. - <http://niits.ru/public/2008/2008-008.pdf>
10. Інтернет ресурс. - <http://wiki.pro-voip.ru/freeswitch/ustanovka-freeswitch-1-10-na-debian-10.html>
11. Інтернет ресурс. - <https://www.ictinnovations.com/why-choose-freeswitch>
12. Інтернет ресурс. - <https://www.techrepublic.com/article/asterisk-open-source-ip-pbx/>

13. SIGTRAN: Signaling Transport Protocol Stack for PSTN Signaling over IP –
Інтернет ресурс. – <http://www.javvin.com/protocolSIGTRAN.html>
14. FreeSWITCH Spec Sheet – Інтернет ресурс.-
<http://wiki.freeswitch.org/wiki/Specsheet>
15. Anthony Minessale, Michael S Collins, Darren Schreiber, Raymond Chandler. FreeSWITCH Cookbook. - Birmingham B3 2PB, UK, 2012 – 5-63 с.
16. Розробка та дослідження мовного каналу зв'язку VoIP – Інтернет ресурс. -
<http://masters.donntu.org/2012/fkita/budishevskiy/diss/indexu.htm>

Додаток А

РЕФЕРАТ
АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

ABSTRACT

Telecommunication systems and networks are improving every day and are of great importance for the quality functioning of a particular industry. Due to the rapid growth of speed and quality of wireless networks, it is possible to make international and long distance calls at low cost and good quality.

The purpose and objectives of the study. The aim of the work is to study the use of IP-telephony for Internet resources, quality analysis and justification of the feasibility of integrating this technology into various areas of business. To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks:

- explore the possibilities and benefits of using IP-telephony;
- analyze the functions of the most famous representatives of IP-telephony and compare them with each other;
- explore the possibilities of integrating telephony into existing web resources and make basic settings for their work;
- connect IP-telephony to a web page and program it to work, investigate the quality of connections, using known methods for analyzing voice messages.

The object of research is IP-telephony technology, FreeSWITCH and Asterisk applications.

The subject of research is the creation of a Web SIP client based on FreeSWITCH

Research methods - critical analysis of IP-telephony technology in the field of telecommunications services, comparison of advantages and disadvantages of IP-telephony leaders. Objective and subjective analysis of voice messages and their quality with known quality values. Application of user experience of IP-telephony installation and its elements.

It is proposed to use the developed Web SIP client for Internet resources, which allows to increase customer interest, product sales and customer support online.

The practical significance of the obtained results. Scenarios for the application of IP-telephony technology within the company for internal and external calls, as well as calls outside the country at low cost and high quality. There is a product that can be used for ready-made web resources, to increase customer focus and increase the number of interested customers in the product.

IP telephony combines the benefits of using the Internet and traditional telephony. Using this technology, Internet resources can keep customers longer on their pages and offer them the best conditions for using their product or service, as well as using PBX functionality such as call parking, call forwarding, answering machines, voicemails, callbacks and more.

During the work, several options will be offered for the implementation of software applications in Internet resources and for the use of telephony within one or more offices, regardless of the distance between them. The use of IP-telephony technology allows you to optimize hardware and make them relevant today, as well as save large material costs, making them commonly used.

Let's compare IP telephony with standard fixed communication and capabilities of GSM operators on several points:

The cost of outgoing calls within the local network and abroad. Fixed line operators within a particular region do provide good affordable rates (minutes included in the subscription fee or low cost of outgoing calls), mobile communication within one operator is also not expensive. A completely different picture emerges when it comes to calls outside a certain region or even to another country. In IP telephony, such calls are inexpensive, and within the local network, everything is free (or with minimal costs).

Conference communication. In this case, all the benefits are solely on the side of IP telephony. This is one of the main criteria that attracts entrepreneurs, because now you can gather meetings by phone with the necessary number of people (regional representatives, heads of departments, business partners from around the world).

Ability to organize video calls. This service is available from mobile operators that support the 3G / 4G format, but the traffic fee is very high, and the signal quality in areas with poor reception is very low. It is technically impossible to order such an option from fixed telephone service providers. Modern solutions for IP telephony without problems provide support for video calls with minimal financial costs.

In terms of the basic set of functions, PBXs are identical. Voicemail, IVR, routing, intercom and other options are available to users.

Consider the benefits that are interesting for professional and deeper use of platforms. Let's start, perhaps, with the ability of FreeSWITCH to create multi-platforms. Friswich (out of the box) is able to segment user sites, different domains and sub - domains. This means that users of one site will not be able to call users of another on extension numbers. In other words, full-featured user segregation is provided. Similarly, the unconditional advantage of FreeSWITCH is the possibility of clustering (combining several servers), where each host in the cluster will perform its role.

The Asterisk architecture is significant in large part because it treats all types of channels as equal. This contrasts with a traditional PBX, where trunks (which connect to the outside world) and internal numbers (which connect to users and resources) are very different. The fact that the Asterisk dial plan applies to all channels in a similar way means that in the Asterisk system you can easily perform things that are much more difficult (or impossible) to achieve on a traditional PBX.

Asterisk has all the features of a classic PBX, supports many VoIP protocols and provides functions of voice mail, conferencing, interactive voice menu (IVR), call center (queuing and distribution by operators using different algorithms), CDR recording and other functions. Asterisk has no restrictions on the number of subscribers, channels and functionality.

FreeSWITCH is a technology software solution used for voice and messaging applications. It is a absolute free and open source communication software solution licensed under Mozilla Public License. Using software

FreeSWITCH, we can build PBX, softphone and softswitch. FreeSWITCH use Sofia Sip stack this stack is fully mature robust and complete. FreeSWITCH is written in C language [11]. We can run FreeSWITCH on Mac OS X, ARM, different Linux flavors, Window.

The feature list for Asterisk is long and includes advanced features that are often associated with high end PBX equipment, such as conference bridging, call monitoring, call queuing, and voice mail. In addition to its own IAX protocol, Asterisk also supports H.323, SIP, MGCP, and Skinny Client Control Protocol [12].