

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

ДИПЛОМНА РОБОТА

Другий (Магістерський)

Освітній рівень

Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Шифр і назва спеціальності

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Шифр і назва спеціальності

на тему: «Модель IP- телефонії на базі додатку Asterisk»

ДРТР.215003.01.12.ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, група ТР_м-19-1


підпис

В.В. Горбань
Ініціали, прізвище

Керівник: канд. техн. наук, доц.


підпис

А.А. Таранчук
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри: д-р техн. наук, доц.


підпис

С.К. Підченко
Ініціали, прізвище

09.12.2020 р.

Хмельницький, 2020

Хмельницький національний університет

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем
Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій
Освітній рівень другий (магістерський)
Галузь знань 17 – Електроніка та телекомунікації
Спеціальність 172 – Телекомунікації та радіотехніка
Освітня-професійна програма Телекомунікації та радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою ТМІТ



« 3 » 09 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Горбаню Віталію Володимировичу

1 Тема роботи: «Модель IP- телефонії на базі додатку Asterisk»

керівник роботи Таранчук Алла Анатоліївна, к.т.н, доцент

Затверджено наказом по університету від «1» вересня 2020 р. № 118

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 02.12.2020 р.

3 Вихідні дані (характеристика об'єкта, умов дослідження та ін.)

Мета роботи: побудова імітаційної моделі VoIP-телефонії та проектування корпоративної мережі на її основі з використанням засобів віртуалізації та комунікаційного додатку з відкритим кодом Asterisk.

Об'єкт дослідження: процеси встановлення голосових з'єднань в Інтернет мережах

Предмет дослідження: модель та засоби віртуалізації і комунікацій мережі VoIP-телефонії

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

1. Архітектура, основні відмінності та перспективи розвитку мереж VOIP – телефонії.

2. Побудова імітаційної моделі мережі VoIP.

3. Організація локальної комп'ютерної мережі IT- компанії.

4. Програмне забезпечення віртуалізації корпоративної мережі VoIP – телефонії на базі системи Asterisk.

Завдання отримав _____



Науковий керівник _____



КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Аналіз літературних джерел	10.09.2020 р.	<i>виконано</i>
2	Написання 1 розділу ДР	22.09.2020 р.	<i>виконано</i>
3	Визначення проблеми дослідження	29.09.2020 р.	<i>виконано</i>
4	Написання 2 розділу	20.10.2020 р.	<i>виконано</i>
5	Розробка моделі	27.10.2020 р.	<i>виконано</i>
6	Написання тез конференції	2.11.2020 р.	<i>виконано</i>
7	Написання 3 розділу ДР	7.11.2020 р.	<i>виконано</i>
8	Теоретичне та практичне моделювання	10.11.2020 р.	<i>виконано</i>
9	Написання 4 розділу ДР	24.11.2020 р.	<i>виконано</i>
10	Оформлення пояснювальної записки до ДР	26.11.2020 р.	<i>виконано</i>
11	Оформлення презентаційних матеріалів	30.11.2020 р.	<i>виконано</i>

Студент


Підпис

Горбань В.В.
Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Таранчук А.А.
Ініціали, прізвище

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 АРХІТЕКТУРА, ОСНОВНІ ВІДМІННОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МЕРЕЖ VOIP – ТЕЛЕФОНІЇ.....	11
1.1 Умови створення VoIP та її відмінності від стаціонарної та мобільної телефонії.....	11
1.2 Аналіз ринку VoIP телефонії.....	13
1.3 Рекомендації H.323 для VoIP.....	17
1.4 Основні типи викликів в VoIP мережах.....	23
Висновки до першого розділу.....	26
2 ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ МЕРЕЖІ VOIP.....	28
2.1 Характеристика протоколу SIP VoIP.....	28
2.2 Порівняльний аналіз протоколів H.323 та SIP.....	30
2.3 Підключення до мережі та налаштування IP-телефонів в середовищі Cisco Packet Tracer.....	33
2.4 Налаштування конфігурації VoIP в середовищі Cisco Packet Tracer....	36
2.5 Підключення та налаштування аналогових телефонів.....	40
2.6 Повна імітаційна модель телефонізації офісу фірми.....	45
Висновки до другого розділу.....	52
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ЛОКАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ІТ- КОМПАНІЇ.....	53
3.1 Проектування локальної мережі ІТ – компанії.....	53
3.1.1 Розробка топології комп'ютерної мережі та IP-плану.....	53
3.1.2 Розробка номерного поля та схеми викликів.....	60
3.2 Оптимізація схеми побудови мереж VoIP.....	64
3.3 Обладнання та програми VoIP телефонії.....	72
Висновки до третього розділу.....	75
4 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ НА БАЗІ СИСТЕМИ ASTERISK.....	76

	5
4.1	Опис програмного забезпечення VirtualBox..... 76
4.2	Встановлення та налаштування віртуальних машин в програмному середовищі віртуалізації VirtualBox..... 79
4.3	Встановлення та налаштування програмного забезпечення серверної частини Asterisk під управлінням Ubuntu Linux..... 83
4.4	Встановлення дистрибутиву FreePBX..... 86
4.5	Налаштування SIP та PJSIP – клієнтів на сервері Asterisk..... 89
4.6	Підключення Soft-телефонів до сервера IP-телефонії..... 93
	Висновки до четвертого розділу 96
	ВИСНОВКИ 97
	Перелік посилань..... 99
	Додаток А Приклад практичної реалізації IP телефонії з використанням віртуальної АТС Asterisk 101
	Додаток Б Презентація 109
	Додаток В Тези доповіді..... 124

ВСТУП

Протокол передачі голосу через Інтернет (VoIP) - це технологія, яка дозволяє здійснювати голосові дзвінки за допомогою широкосмугового Інтернет - з'єднання замість звичайної (або аналогової) телефонної лінії. Деякі послуги VoIP можуть дозволяти телефонувати лише тим користувачам, які використовують одну і ту саму послугу, а інші - телефонувати будь-кому, хто має номер телефону, включаючи місцеві, міжміські, мобільні та міжнародні номери. Крім того, хоча деякі послуги VoIP працюють лише через власний комп'ютер або спеціальний телефон VoIP користувача, інші послуги дозволяють використовувати традиційний телефон, підключений до адаптера VoIP [1].

Голосові послуги бізнесу є рушійною силою на ринку послуг VoIP, оскільки перехід на IP позитивно впливає на хмарність, транкінгові та керовані послуги у всіх сегментах бізнесу. Великі підприємства, зокрема, продовжують активно оцінювати уніфіковані хмарні комунікації, одночасно переходячи до транкінгу SIP та його розгортання на базі своїх приміщень.

Згідно з дослідницьким звітом GMI [2], розміщений на ринку сегмент ІТ-АТС на ринку, як очікується, матиме найшвидший ріст понад 15% до 2025 року, оскільки телефонні системи на базі IP-послуг розміщуються у постачальників послуг. Розміщений VoIP позбавляє потреби встановлювати будь-яке обладнання на місці, зменшуючи витрати на обслуговування та навчання. Малі та великі підприємства дедалі більше покладаються на ці рішення, що дозволить їм управляти своїми телефонними системами, отримуючи при цьому доступ до розширених функцій зв'язку, таких як черга дзвінків, обмін повідомленнями та автосервіс. Це дозволить їм більше зосередитись на своїх основних компетенціях, не вкладаючи величезну суму в дороге обладнання [3].

Зростання ринку VoIP пояснюється такими факторами, як зусилля державних установ та приватних компаній, що направлені на розвиток

інфраструктури безпроводового зв'язку та збільшення прийняття хмарних послуг VoIP через їх економічну ефективність. Підприємства з поганою комунікаційною інфраструктурою стикаються з такими проблемами, як низька якість звуку та великі затримки, які можуть негативно вплинути на їх продуктивність. Таким чином, вони переходять від традиційних телефонних систем до хмарних телефонних систем, призначених для обробки голосової пошти та дзвінків для забезпечення безперебійного зв'язку. Оскільки технологія підтримує голосові та відеозв'язки через Інтернет, підприємства широко використовують такі рішення, щоб забезпечити високу ефективність бізнесу завдяки більш надійним та маршрутизованим послугам дзвінків та зменшенню обслуговування.

Ще одним фактором, що призводить до попиту на ринку VoIP, є тенденція до зростання мобільності робочої сили. Застосовуючи рішення VoIP, підприємства можуть поліпшити спілкування та співпрацю між працівниками та віддаленими користувачами для підвищення продуктивності бізнесу. Крім того, підприємства усвідомлюють переваги конвергентних послуг передачі голосу та даних для підвищення їх продуктивності. Очікується, що зближення уніфікованих послуг зв'язку та корпоративного VoIP для забезпечення чату в режимі реального часу, відеоконференцій та інших можливостей дзвінків сприятиме ринковій вартості VoIP [2].

Тому, дана робота, яка напрямлена на вирішення питань з забезпечення послугою корпоративної IP телефонії ІТ компанії, яка буде уніфікована з послугами телефонної мережі загального користування (ТМЗК) є актуальним завданням.

IP телефонія розширює можливості бізнесу, а правильне підключення і настройка IP телефонії можуть подвоїти прибуток в бізнесі. Однією з переваг підключення IP телефонії є гнучкість в її масштабуванні з розвитком бізнесу конкретного підприємства.

Мета роботи є побудова імітаційної моделі VoIP-телефонії та проектування корпоративної мережі на її основі з використанням засобів віртуалізації та комунікаційного додатку з відкритим кодом Asterisk.

Об'єкт дослідження: процеси встановлення голосових з'єднань в Інтернет мережах

Предмет дослідження: модель та засоби віртуалізації і комунікацій мережі VoIP-телефонії

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні задачі:

1. Проведення аналізу ринку VoIP телефонії, розгляд основних компонентів мережевої системи зв'язку з комутацією пакетів, існуючих протоколів передачі голосу поверх IP, основних видів викликів та надаваних послуг.

2. Побудова імітаційної моделі корпоративної мережі, налаштування конфігурації VoIP обладнання в середовищі Cisco Packet Tracer.

3. Проектування продуктивної системи VoIP-телефонії на основі локальної мережі IT -компанії з використанням засобів віртуалізації Oracle VM VirtualBox та віртуальних машин під управлінням ОС Ubuntu Linux.

4. Встановлення, налагодження та програмування комунікаційного додатку Asterisk та дистрибутиву управління Asterisk - FreePBX для організації повноцінної офісної IP-АТС.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Розроблена та побудована імітаційна модель корпоративної віртуальної локальної мережі VLAN та налаштовані сервіси VoIP -телефонії в програмному продукті Cisco Packet Tracer, що дозволило створити робочу модель мережі та набути практичних навичок роботи з мережевими пристроями, закінченими пристроями VoIP - телефонії, здійснити установку, настройку, проектування мережі та сформулювати уявлення про принципи організації і функціонування телефонних сервісів в офісах IT – компанії.

Практична значимість отриманих результатів:

1. Проведений аналіз ринку VoIP телефонії, розглянуті основні компоненти мережевої IP - архітектури, протоколи та рекомендації для передачі голосу поверх IP, основні типи викликів та надаваних послуг в VoIP - телефонії. Показані умови створення VoIP - телефонії, наведені її відмінності від стаціонарної і мобільної телефонії. Показано, що важливими перевагами технології VoIP є відкритий характер побудови IP-мереж, інтеграція програм для передачі голосу і даних та її гнучкість, що забезпечується завдяки переміщенню інтелекту від мережі до кінцевих станцій. Це може дозволити організаціям економічно ефективно впорядкувати різні способи зв'язку для підвищення продуктивності бізнесу.

2. Спроектвана високошвидкісна локальна комп'ютерна мережа компанії з централізованим управлінням, за обраною топологією «зірка», обґрунтований вибір апаратно – програмних складових мережі. Побудована віртуальна мережа (VLAN) надає можливості створення, групування та перегрупування мережевих сегментів логічно і негайно, легкого додавання, переміщення і зміни користувачів мережі, без зміни фізичної інфраструктури мережі підприємства та від'єднання бізнес - користувачів і серверів.

3. На основі розробленої інфраструктури віртуальної локальної мережі проведена структурна IP-телефонізація компанії з використанням високоякісних телефонних IP з'єднань, що дозволило зекономити смугу пропускання, знизити тарифи на телефонні корпоративні розмови та забезпечити високу надійність і універсальність. Використана ієрархічна, модульна структура для побудови моделі надає можливість подальшого розширення мережі та забезпечить вищу відмовостійкість мережі, в цілому.

4. Запропонована оптимізована структурна реалізація телефонної мережі офісу що передбачає використання власного Asterisk сервера та GSM – шлюзів. Таке рішення дозволяє просто і якісно оптимізувати телефонну мережу компанії, отримати великий набір функцій VoIP - телефонії та зменшити витрати на оплату використовуваного користувацького трафіку.

5. Встановлене та відлагоджене програмне забезпечення продуктивної системи VoIP-телефонії з використанням засобів віртуалізації Oracle VM VirtualBox та віртуальних машин під управлінням ОС Ubuntu Linux. Встановлені та налаштовані комунікаційний додаток Asterisk та дистрибутив управління Asterisk – FreePBX, що мають відкриті коди, це дало можливість організації повноцінної офісної IP-АТС в офісах ІТ – компанії та встановити повний контроль над адмініструванням системи VoIP – телефонії і отримати можливості створення багатокористувацьких клієнтських програм зі значним заощадженням коштів при розгортанні корпоративної мережі.

Апробація результатів дослідження: Результати досліджень представлені у вигляді доповіді на науково-практичній інтернет - конференції молодих науковців і студентів «Інтелектуальний потенціал-2020».

Дипломна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу, висновків, списку використаних джерел, 3 додатків. Загальний обсяг роботи складає 125 сторінок комп'ютерного тексту, у тому числі: 72 рисунків та 8 таблиць, список використаних джерел вміщує 19 найменувань.

1 АРХІТЕКТУРА, ОСНОВНІ ВІДМІННОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МЕРЕЖ VOIP - ТЕЛЕФОНІЇ

1.1 Умови створення VoIP та її відмінності від стаціонарної та мобільної телефонії

Проводова телефонія за свій більш ніж віковий розвиток в силу технічних і економічних перешкод не змогла стати загальним надбанням людства. У розвинених країнах телефонні апарати були встановлені у всіх держустановах, комерційних фірмах, практично в кожній міській квартирі та сільському будинку, а ось у нас стаціонарний телефонний зв'язок навіть в кінці ХХ століття залишалася для багатьох недосяжним не тільки у віддалених і малонаселених районах, а й у великих селищах. Але ж людям для оперативного вирішення безлічі приватних і бізнес-питань необхідно мати можливість голосового спілкування «тут і зараз».

Мобільна телефонія, яка почала свою експансію близько сорока років тому, значно підвищила доступність голосового зв'язку, особливо на неохоплених стаціонарним зв'язком територіях, і за короткий час стала технологією масового застосування.

Проводова і безпроводова технології освоїлися в своїх нішах і благополучно співіснували, що не турбувало конкурентів, ще якихось десять років тому, коли раптом з'явився третій «суперник» - VoIP-технологія. І суперник цей виявився небезпечний, перш за все, тим, що надав можливість істотно меншої оплати за ті ж хвилини голосового зв'язку, які могли б бути витрачені в мережах його попередників. Причому VoIP може легко «впроваджуватися» і в стаціонарні, і в мобільні зони, здійснюючи зв'язок з абонентами і першої, і другої технології мовного спілкування. Не кажучи вже про «власний контингент на власній VoIP-території».

Для надання послуг стаціонарної телефонії необхідно було створити інфраструктуру у вигляді кабельних ліній зв'язку величезної довжини. Для

мобільного - побудувати базові станції передачі радіосигналу. А фізичним середовищем для технології VoIP став Інтернет, тобто провайдерам нового телекомунікаційного напрямку не довелося створювати свою інфраструктуру: є Інтернет - є можливість пропозиції сервісів VoIP, що і відображено в «імені» технології - Voice over Internet Protocol - «голос через інтернет-протокол».

Витрати на будівництво базових станцій повертаються оператору в оплаті за розмови по мобільних телефонах. Провайдери VoIP - технології, що використовували побудовані мережі Інтернет, таких витрат на VoIP обладнання не несли, і, відповідно, в тарифах за послуги зв'язку вони не присутні.

Однак, назва VoIP не в повній мірі характеризує технологію, яка дозволяє здійснювати прийом-передачу не тільки мови (цьому сегменту присвоєно ім'я «IP телефонія»), але і відеоконтенту і, взагалі, будь-яких даних, представлених в цифровому вигляді. Однак на сьогодні найбільш затребувана саме IP-телефонія, причому ця технологія крім роботи в Інтернеті може бути реалізована в будь-яких виділених цифрових каналах, що підтримують інтернет-протокол і складові IP-мережі.

Відсутність інвестицій в створення інфраструктури, які у операторів стаціонарного та мобільного зв'язку повинні окупитися, для чого вони «незримо присутні» в їх тарифах – це головна перевага IP-телефонії виражена в її економічності.

Друга обставина, яка дозволила провайдерам IP-телефонії встановити мінімальну планку оплати їх послуг, полягає в тому, що в телефонних мережах загального користування, оплата розмови визначається його тривалістю і протяжністю виділеного каналу. При використанні IP-телефонії оплачується лише підключення до Інтернету і обсяг переданого трафіку.

Третя стаття витрат провайдерів стаціонарного зв'язку, що закладається в тарифи – є оплата пауз в розмовах. Справа в тому, що в традиційних мережах з комутацією каналів оплата вважається за час «оренди» каналу. І те, що паузи в розмові, по суті, - марна трата часу, білінгова система не враховує, а просто вважає хвилини «оренди» каналу і примножує їх на тариф. В IP-телефонії є

механізм блокування передачі пауз (діалогових, складових, смислових, що витрачаються абонентом на пошук потрібних слів, відволікань від розмови і т. інш.), які можуть становити до 40-50% часу заняття каналу передачі.

1.2 Аналіз ринку VoIP телефонії

За даним аналізу ринку в [3] очікується, що глобальний ринок VoIP досягне 102480 млн. дол. США до кінця 2026 р., а показник CAGR 3,1% протягом 2021–2026 рр.

За даними Google, в 2020 році біля 30% усіх дій в інтернеті здійснюється через голосові пристрої та помічники, а 50% пошукових запитів здійснений за допомогою голосових команд, у тому числі і в Україні. Siri, Google Assistant та Віхбу активно розвивають свої додатки.

Світовий ринок передачі голосу через Інтернет зумовлений підвищенням обізнаності про переваги технології VoIP та вдосконаленням аудіо- та візуальним досвідом спілкування. Більш того, зростання популярності інноваційних та зручних додатків, таких як Viber, Line, Skype та WhatsApp, сприяє зростанню ринку. Однак низьке прийняття послуг VoIP громадськістю та обмежена доступність високошвидкісних мереж стримують це зростання. Окрім того, очікується, що постійний технологічний прогрес та збільшення інвестицій у науково-дослідну діяльність з розробки технологічно вдосконалених рішень представлятимуть різні можливості для розширення ринку [4].

Глобальний ринок передачі голосу через Інтернет VoIP сегментований на основі типу дзвінка, послуги, кінцевого користувача та регіону. Залежно від типу дзвінка він поділяється на інтерактивні оцінки VoIP та внутрішні VoIP – дзвінки. Залежно від сервісу, він класифікується на розміщені бізнес – АТС, SIP - транкінги, керовані IP- АТС та інші послуги. Кінцевий сегмент користувачів розділений на корпоративних та індивідуальних користувачів.

На світовому ринку передачі голосу через Інтернет (VoIP) домінують такі ключові гравці, як AT&T, Orange SA, Verizon, Telecom Italia, Deutsche Telekom AG, KT (Korea Telecom) Corporation, T-Mobile US, Vonage Citrix, Microsoft Corporation та Telenor.

На рисунку 1.1. наведено різні регіони (Північна Америка, Європа, Азіатсько-Тихоокеанський регіон, Південна Америка, Близький Схід та Африка, охоплені звітом [4] про дослідження ринку VoIP для бізнесу:

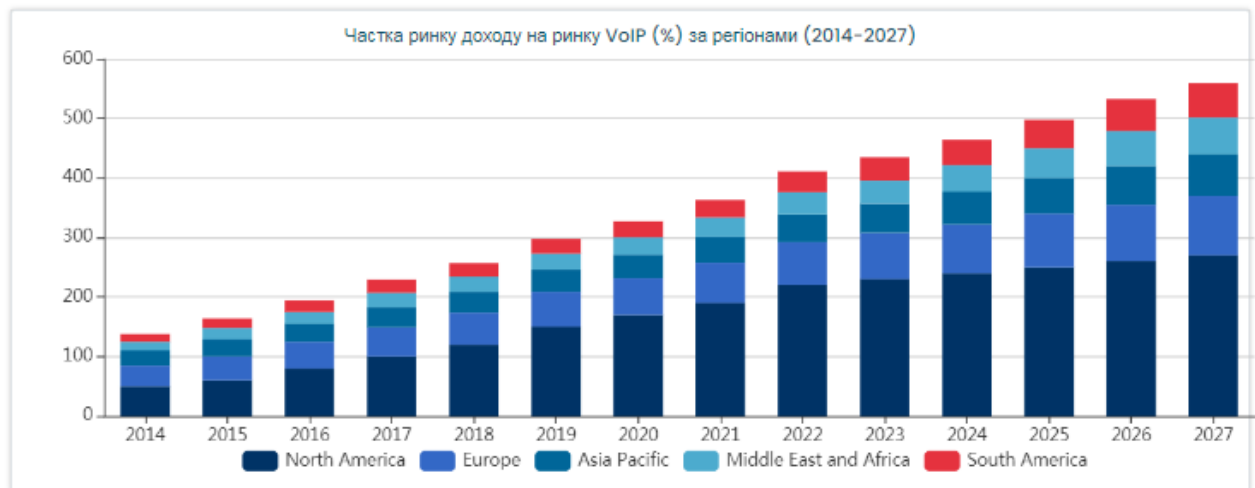


Рисунок 1.1 – Частка ринку доходу на ринку VoIP (%) для бізнесу за регіонами [4]

Очікується, що ринок VoIP за типом доступу (від комп'ютера до комп'ютера) зросте на рівні CAGR понад 10% протягом прогнозованого періоду часу. VoIP-виклики з комп'ютера на комп'ютер є найбільш широко застосовуваним методом, прийнятим організаціями для полегшення внутрішнього та міжнародного голосового зв'язку. Організації використовують програми для мобільних телефонів, що дозволить їм вести миттєві та безкоштовні бесіди однорангових розмов та надавати такі функції, як обмін миттєвими повідомленнями, обмін файлами та інтеграція з платформами соціальних медіа безкоштовно. Наприклад, Skype спрощує безкоштовні відеодзвінки та групує звукові дзвінки та пропонує обмін миттєвими

повідомленнями, дозволяючи користувачам ділитися файлами або зображеннями через вкладення.

Прогнозується [3], що внутрішній ринок телефонних дзвінків VoIP з 2019 по 2025 рік матиме темпи зростання понад 12% завдяки своїй економічній ефективності. Підприємства використовують переваги національних планів дзвінків для здійснення безкоштовних або необмежених дзвінків через смартфони, комп'ютери чи IP-телефони для підключення до своїх співробітників та клієнтів. Зростаюча популярність Google Voice, Viber та Skype та кілька пропозицій із додатковими знижками та щомісячними бонусами, що надаються постачальниками послуг VoIP для здійснення внутрішніх дзвінків, стимулюють розмір ринку VoIP.

За типом дзвінка VoIP поділяються VoIP на міжнародні дзвінки та внутрішні дзвінки, за використанням VoIP – на фіксовані та мобільні, за кінцевим використанням VoIP споживачами є малі та середні підприємства, великі підприємства, за додатками використання – IT та телекомунікації, BFSI, (англ. Banking, Financial Services, and Insurance sector), охорона здоров'я, державний сектор, роздрібна торгівля, освіта, готельний бізнес).

За оцінками, до 2025 року вертикаль BFSI займе значну частку понад 15% на ринку VoIP. Комунікація через кілька каналів стала незамінною частиною сектора BFSI. Фінансові установи та страхові компанії потребують надійних рішень голосового зв'язку на вимогу, щоб зв'язатися зі своїми партнерами по ланцюжку створення вартості та клієнтами за низькими витратами та без затримок у зв'язку. Таким чином, ця технологія діє як життєздатний варіант для них, щоб забезпечити зв'язок та підвищити продуктивність праці та швидкість реагування. У секторі BFSI спостерігається сплеск використання хмарних IP-телефонів та планів послуг VoIP щодо зниження витрат на зв'язок та прийняття важливих для бізнесу рішень, що покращують співпрацю команд.

Одними з найбільших компаній, що працюють на ринку VoIP, є Alcatel Lucent, AT&T, Cisco, Citrix, Deutsche Telekom, Ribbon Communication, Google,

Huawei, Microsoft, Orange, Telenor, ZTE, Nextiva, RingCentral, Verizon, Vonage, 8x8, Avaya, Mitel та Jive Communication [4].

Технологія VoIP революціонізувала корпоративне спілкування, дозволивши організаціям економічно ефективно впорядкувати різні способи зв'язку для підвищення продуктивності бізнесу. Традиційно підприємства використовували ТМЗК для забезпечення міжміського голосового зв'язку, що призвело до величезних інвестицій у початкову організацію та навчання ІТ-персоналу. Щоб зменшити витрати, пов'язані з аналоговими телефонними системами, підприємства почали застосовувати VoIP-рішення для полегшення голосових дзвінків за доступними цінами. Зі зростанням популярності мобільності підприємств та широкого використання веб-програм голосового зв'язку, попит на ці рішення зростатиме протягом прогнозованого періоду часу. Очікується, що на ринку мобільної телефонії VoIP найвищі темпи зростання становитимуть понад 13% між 2019 і 2025 роками. Оскільки мобільні послуги VoIP залежать від надійних та високошвидкісних безпроводових мереж, поточні інвестиції урядів та приватних компаній у технології безпроводового зв'язку (мережі 4G та майбутні технології 5G) збільшать використання мобільних VoIP-додатків, таких як Skype та Google Voice. Ці програми усунуть необхідність у голосових планах та забезпечать високу гнучкість підприємств для здійснення необмежених дзвінків.

Надійний зв'язок надзвичайно важливий для великих підприємств для збільшення співпраці та продуктивності внутрішніх процесів компанії для надання виняткових послуг споживачам. Вони використовують керований та хмарний VoIP, який може об'єднати їх мобільну робочу силу за допомогою єдиного набору засобів комунікації для досягнення безперервності бізнесу та зменшення витрат.

Деякі з найбільших компаній, що працюють на ринку та використовують VoIP зв'язок для ведення свого бізнесу є [4]: Alcatel Lucent; AT&T; Cisco; Citrix; Deutsche Telekom; Ribbon Communication; Google; Huawei; Microsoft;

Orange; Telenor; ZTE; Nextiva; RingCentral; Verizon; Vonage; Avaya; Mitel та інш.

1.3 Рекомендації H.323 для VoIP

H.323 - це специфікація Дослідницької групи MCE-T, яка визначає систему та протоколи для мультимедіа зв'язку з використанням глобальних мереж. Зокрема, H.323 складається з набору протоколів, які описують: правила кодування, декодування та пакетування аудіо- та відеосигналів; сигналізації та управління дзвінками; можливості обміну [5,6].

Існують різні протоколи H.323 зазначені в даній специфікації MCE-T.

Назва	Опис протоколів
H.323	Специфікація системи
H.225.0	Керування дзвінками (RAS), налаштування дзвінків (протокол, подібний до Q.931), а також пакетування та синхронізація медіапотіків
H.235	Протокол безпеки для автентифікації, цілісності, конфіденційності тощо
H.245	Зв'язок з обміном можливостями та перемиканням режимів
H.450	Додаткові послуги, включаючи утримання дзвінків, переадресацію тощо
H.246	Сумісність із послугами з комутацією каналів
H.332	Для проведення великих конференцій
H.26x	Відеокодеки H.26x, включаючи H.261 та H.263
G.7xx	Аудіокодеки G.7xx, включаючи G.711, G.723, G.729, G.728 тощо

H.323 визначає чотири основні компоненти мережевої системи зв'язку: термінали, шлюзи, контролер зони та багатоточкові блоки управління (MCU). (рисунок 1.2.) [6].

Найчастіше так званими кінцевими точками (endpoint) – терміналами забезпечуються двоточковий і багатоточковий звуковий та відео конференц-зв'язок, а також передача даних. Шлюзи об'єднують телефонну мережу

загального користування ТМЗК (англ. Public Switched Telephone Network - PSTN) або ISDN з кінцевими точками мережі Н.323. Контролери зони забезпечують управління доступом і послуги перетворення адрес для терміналів і шлюзів. Пристрої MCU дозволяють двом або декільком терміналам або шлюзам взаємодіяти з будь-якими звуковими і / або відеосеансами.



Рисунок 1.2 - Типи кінцевих точок Н.323

Термінал Н.323 - мережевий елемент, представлений на рисунку 1.2, визначений в специфікації Н.323 як термінал (terminal). Термінали Н.323 повинні мати системний модуль управління, середовище передачі, звуковий кодек і пакетний мережевий інтерфейс. Відеокодек і додаток для користувача даних необов'язкові.

Термінал H.323 володіє наступними функціями і компонентами (рисунок 1.3):

1. Системний модуль управління (англ. system control unit), який забезпечує управління викликом H.225 і H.245, можливість обміну повідомленнями, а також сигналами і командами, необхідними для правильної роботи терміналу.

2. Середовище передачі (англ. media transmission). Форматує потоки даних, звуку, відео і керуючих повідомлень на мережевому інтерфейсі. Середовище передачі також отримує потоки даних, звуку, відео і керуючих повідомлень з мережевого інтерфейсу.

3. Звуковий кодек (англ. audio codec). Кодує сигнал, що надходить з звукового обладнання, для передачі і декодує звуковий код, який надходить. Обов'язковою функцією є кодування і декодування голосу G.711, а також передача і отримання в форматах стандартів *A* й μ . Окрім кодека G.711, може підтримуватися кодування і декодування G.722, G.723.1, G.728 і G.729.

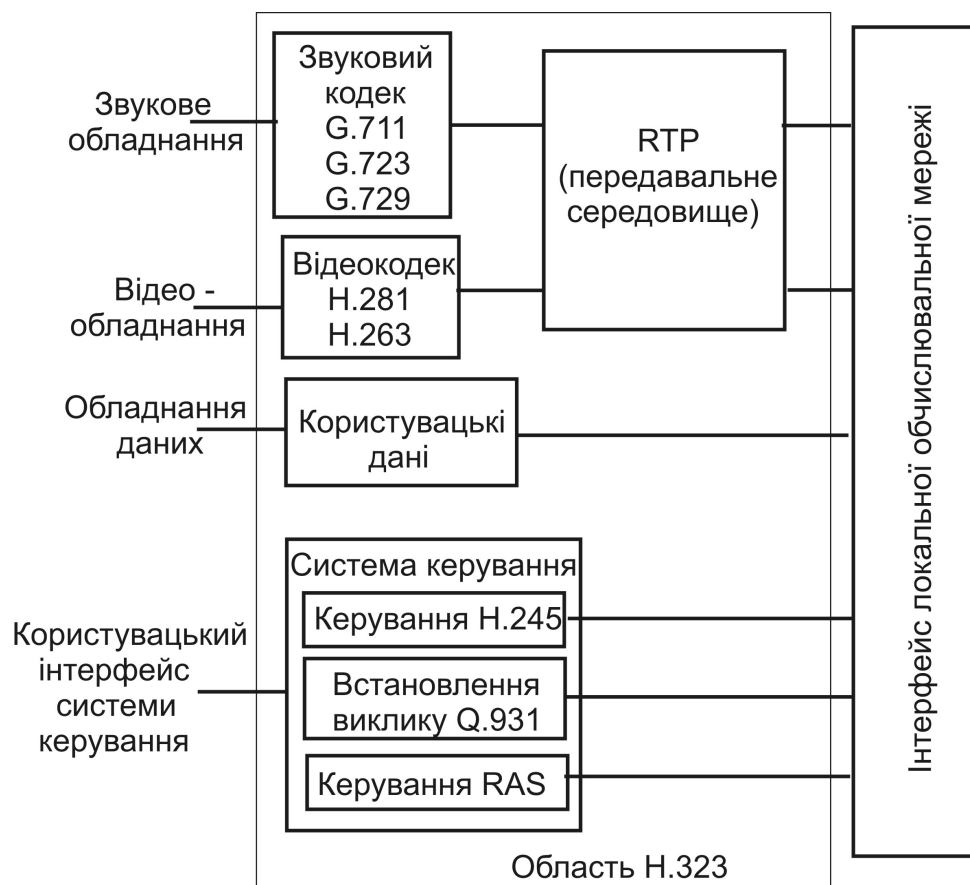


Рисунок 1.3 – Взаємозв'язок між компонентами мережі

Мережевий інтерфейс (англ. network interface). Пакетний інтерфейс, підтримує наскрізний протокол управління передачею (англ. Transmission Control Protocol - TCP), протокол призначений для користувача дейтаграм (англ. User Datagram Protocol - UDP), а також одноадресатні і багатоадресатні служби.

Відеокодек (англ. video codec). Також не завжди обов'язковий, але якщо він потрібен, то повинен бути здатний кодувати і декодувати відео відповідно до стандартів H.261 / H.263.

Канал даних (англ. data channel). Здійснює підтримку додатків доступу до баз даних, передачу файлів, відео та звуковий конференц - зв'язок (можливість одночасно застосовувати загальне зображення на комп'ютерах декількох користувачів), як визначено в рекомендації T.120.

Шлюз (gateway) H.323 відповідає характеристикам кінцевих точок мережі комутованих ліній (англ. Switched Circuit Network - SCN) і H.323. Він розрізняє формати передачі даних, звуку та відео, а також системи зв'язку і протоколи. Сюди ж відноситься установка і розрив з'єднань в мережах IP і SCN (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Елементи шлюзу H.323

Наявність шлюзів не є обов'язковими, якщо немає необхідності в поєднанні SCN.

Отже, кінцеві точки Н.323 можна з'єднати безпосередньо з пакетною мережею, без з'єднання з шлюзом. Шлюз діє в мережі як термінал Н.323 або MCU або як термінал SCN або MCU в мережі SCN, як показано на рисунку 1.4.

Угода Annex G / Н.225.0 передбачає "Зв'язок між адміністративними доменами". Цей новий додаток забезпечують контролери зони Н.323 своєю здатністю здійснювати перетворення адрес і обміну інформації про тарифікації масштабним способом, що полегшує розробку великомасштабних мереж на підставі специфікації Н.323.

Якщо в системі Н.323 присутній контролер зони, він повинен здійснювати наступне [5]:

1) перетворення адрес (англ. address translation). Перетворює псевдоніми кінцевих точок в IP-адреси Н.323 або адреси Е.164 (стандартні номери телефону).

2) управління доступом (англ. admissions control). Забезпечує авторизований доступ до Н.323 з використанням повідомлень ARQ, ACF і ARJ (запит на доступ, підтвердження доступу і відмова в доступі).

3) управління пропускнуою здатністю (англ. bandwidth control). Полягає в управлінні пропускнуою здатністю кінцевих точок з використанням повідомлень: запит пропускнуї здатності BRQ; підтвердження пропускнуї здатності BCF і відмова в пропускнуї здатності BRJ.

4) управління зоною (англ. zone management). Надається зареєстрованим терміналам, шлюзам і MCU.

5) передача сигналів управління викликом (англ. call control signaling).

6) авторизація виклику (англ. call authorization). Дозволяє контролеру зони обмежити доступ до деяких терміналів і шлюзів, а також обмежувати доступ на підставі поточного часу доби.

7) управління пропускнуою здатністю (англ. bandwidth management). дозволяє контролеру зони відкинути запит на доступ, якщо немає необхідної пропускнуї здатності.

8) управління викликом (англ. call management). Набір служб, включаючи підтримку активного списку виклику, який можна використовувати для вказівки того, що кінцева точка зайнята.

До блоків MCU і елементи належать:

- багатоточковий контролер (англ. Multipoint Controller - MC) забезпечує конференц-зв'язок між трьома і більше кінцевими точками. Контролер MC поширює набір можливостей на всі кінцеві точки багатоточнової конференції і може міняти їх протягом конференції. Функція MC може розташовуватися на терміналі, шлюзі, контролері зони або блоці MCU.

- багатоточковий процесор (англ. Multipoint Processor- MP) отримує потоки звуку, відео та / або даних і розподіляє їх по кінцевих точках, які беруть участь в багатоточнової конференції.

- блок MCU - це кінцева точка, що підтримує багато точкові конференції і складається, як мінімум, з контролера MC і одного або декількох процесорів MP. Якщо підтримуються централізовані багатоточкові конференції, типовий блок MCU складається з контролера MC і процесорів MP для звуку, відео і даних.

Проксі-сервер H.323 спеціально розроблений для протоколу H.323. Він працює на прикладному рівні і може досліджувати пакети, що передаються між двома додатками. Проксі-сервери здатні визначати одержувача виклику і встановлювати з'єднання при необхідності. Проксі-сервер має виконувати такі основні функції:

- термінали, які не підтримують протокол резервування ресурсів (англ. Resource Reservation Protocol - RSVP), можуть підключатися до проксі-сервера з відносно гарною якістю обслуговування (англ. Quality of Service - QoS) через точки доступу або по локальній мережі (Local-Area Network - LAN). Пара проксі-серверів може встановити в мережі IP тунель з необхідним рівнем QoS. Проксі-сервери здатні контролювати рівень QoS за допомогою протоколу RSVP або бітів пріоритету IP.

Проксі-сервери забезпечують маршрутизацію трафіку H.323 окремо від звичайного трафіку даних, використовуючи маршрутизацію, специфічну для конкретного додатка (англ. Application-Specific Routing - ASR).

Проксі-сервер сумісний з перетворенням мережевих адрес, виконуваних вузлами H.323, встановленими в мережах з закритим простором адрес. Проксі-сервер, встановлений без брандмауера або незалежно від брандмауера, забезпечує захист, пропускаючи через себе тільки трафік H.323. Проксі-сервер, встановлений разом з брандмауером, дозволяє налаштувати його так, щоб при передачі всього трафіку H.323 проксі-сервер розглядався як безпечний вузол. Це дозволяє брандмауеру забезпечити безпеку роботи з мережами даних, а проксі-серверу забезпечити захист протоколу H.323. Проксі-сервер H.323 працює в режимі, званому також подвійним контролером зони (англ. DUAL Gatekeeper), оскільки він виконує дві функції - контролера зони H.323 і проксі-сервера. Однак, як правило, це дозволяє клієнтам H.323, таким як NetMeeting, здійснювати мультимедійні виклики в Інтернеті, навіть якщо вони розташовані всередині закритої мережі LAN або позаду брандмауера [5,6].

1.4 Основні типи викликів в VoIP мережах

VoIP мережі надають змогу здійснювати чотири типи викликів:

1. Виклик в мережі VoIP «від телефонного апарату абонента А до телефонного апарату абонента Б» (рисунок 1.5). При такій схемі з'єднання абонент А ініціює виклик зі свого телефонного апарату, який підключений до АТС А. Далі виклик через VoIP1 –шлюз, який підключений до одного з виходів АТС А пере напрямляється на певний вхід VoIP2 - шлюзу, який підключений до одного із виходів АТС Б. Середовищем передачі в даному випадку виступає IP- мережа. VoIP2 – шлюз здійснює зворотні перетворення вхідного виклику, який далі, через АТС Б, надходить на телефонний апарат абонента Б. Якщо абонент Б відповідає на вхідний виклик абонента А - з'єднання встановлюється.

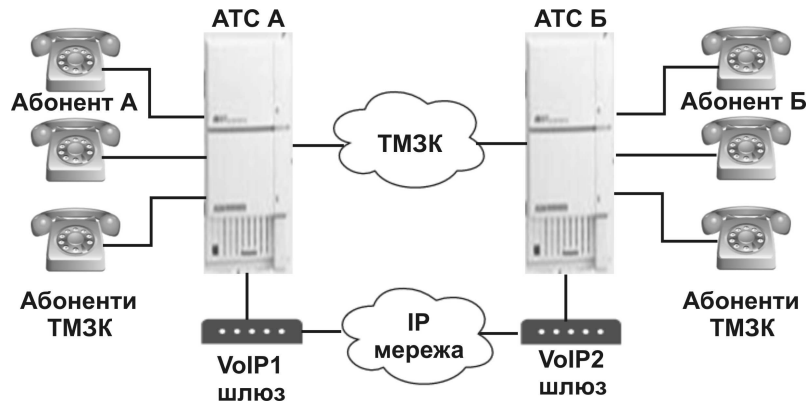


Рисунок 1.5 – Схема VoIP виклику «від телефонного апарату абонента А до телефонного апарату абонента Б»

У випадку, коли до мережі ТМЗК (до АТС А та АТС Б) в якості кінцевих терміналів підключені факсимільні апарати (ФА1 та ФА2), то в цьому разі мережа IP- телефонії буде забезпечувати передачу факсимільних повідомлень.

2. Виклик в мережі VoIP «від хосту клієнта А до телефонного апарату абонента АТС А» (рисунок 1.6). Виклик надходить з хосту одного з клієнтів А локальної мережі, на якому встановлене спеціальне програмне забезпечення VoIP- телефонії та наявне певне мультимедійне обладнання (веб- камера, мікрофон, акустична система) і який підключений до IP- мережі (мережі Інтернет). Далі виклик через VoIP – шлюз, який має з'єднання з АТС А і до якої підключені звичайні телефонні апарати, надходить до певного абонента мережі ТМЗК (абонент Б). У випадку отримання відповіді від абонента Б ТМЗК АТС А, з'єднання встановлюється.

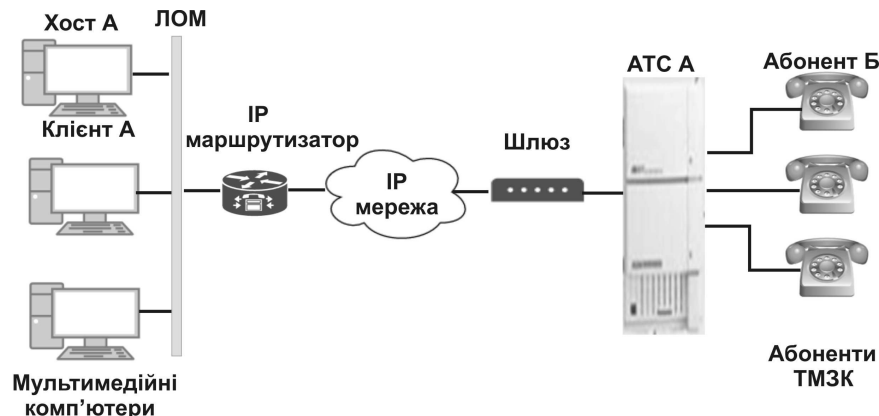


Рисунок 1.6 – Схема VoIP виклику «від хосту клієнта А локальної мережі до телефонного апарату абонента Б мережі ТМЗК АТС Б»

3. Виклик в мережі VoIP «від хосту клієнта А локальної мережі до хосту клієнту Б локальної мережіБ» (рисунок 1.7). Виклик надходить з хосту клієнта А локальної мережі А, на якому встановлене спеціальне програмне забезпечення VoIP- телефонії та наявне певне мультимедійне обладнання на хост клієнта Б локальної мережі Б. При цьому, хост клієнта Б локальної мережі Б, на який поступив виклик, також має використовувати спеціальне програмне забезпечення VoIP- телефонії та бути обладнаний спеціальними апаратними засобами для встановлення з'єднання.

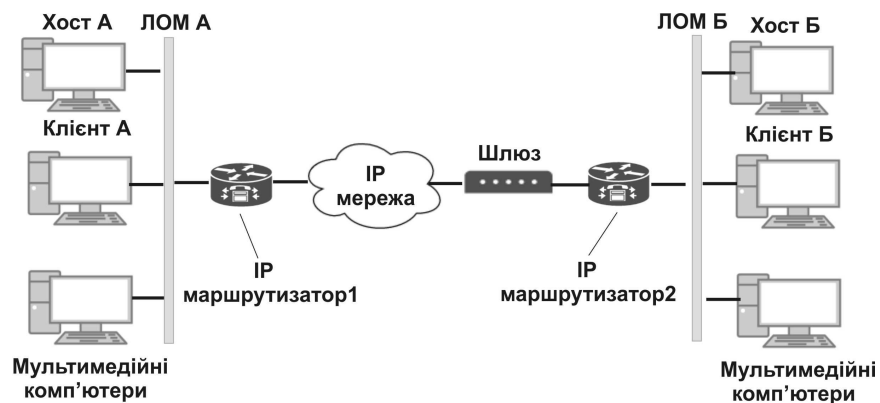


Рисунок 1.7 – Схема VoIP виклику «від хосту клієнта А локальної мережі А до хосту клієнту Б локальної мережі Б»

4. Виклик VoIP «від веб-браузера до телефону» (рисунок 1.8). Через мережу Інтернет можливо отримати доступ до VoIP послуг також і через Веб-браузер. Так, для прикладу, на веб – сторінці деякої компанії присутня кнопка «виклик» за якою можна з'єднатися з представником цієї компанії без набору телефонного номеру. Такі дзвінки не тарифікуються. Оплата входить в оплату за Інтернет (рисунок 1.8).

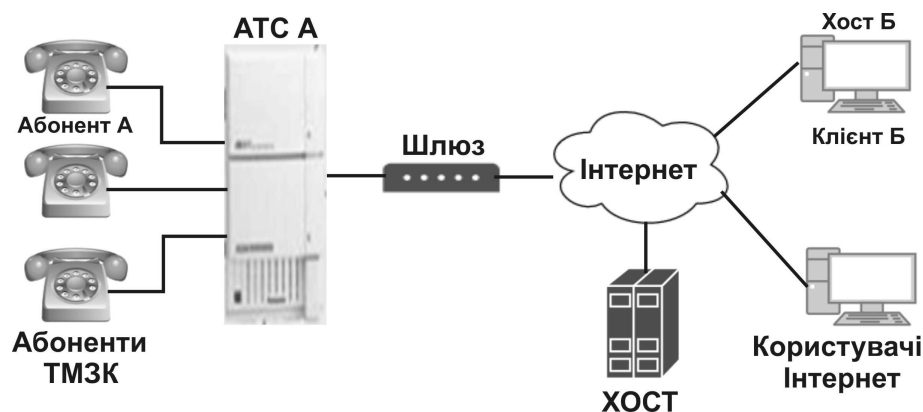


Рисунок 1.8 – Схема виклику VoIP «від веб-браузера до телефону»

Висновки до першого розділу

1. Проведений аналіз показав, що послуга IP телефонії, надається по мережах з комутацією пакетів на сьогодні активно впроваджується в корпоративні мережі бізнес сектору. Показано, що важливою рушійною силою IP-телефонії є економія коштів на міжміські голосові дзвінки, особливо для корпорацій з великими мережами передачі даних. Передача голосового трафіку в мережі передачі даних у межах бізнесу, розташованого в будівлі або кампусі, також може досягти значної економії витрат, оскільки функціонування сучасних установок АТС працює відносно неефективно.

2. Показано, що важливою перевагою передачі голосового трафіку через мережі передачі даних є інтеграція програм для передачі голосу та даних, що може призвести до підвищення ефективності бізнес-процесу. Прикладами таких програм є інтегровані голосова та електронна пошти, телеконференції, підтримка їх спільної роботи та автоматизованого і інтелектуального розподілу дзвінків. Гнучкість, яку пропонує IP-телефонія завдяки переміщенню інтелекту від мережі до кінцевих станцій та відкритий характер побудови IP-мереж є також, вагомими переважними факторами, що дозволяють створювати нові послуги. Отже, можна зробити висновок, що технологія VoIP революціонізувала корпоративне спілкування, дозволивши організаціям економічно ефективно впорядкувати різні способи зв'язку для підвищення продуктивності бізнесу.

3. Розглянутий стек протоколів H.323, який призначений для підтримки мультимедійних послуг в мережах IP – телефонії і який описує: правила кодування, декодування і пакетування аудіо- та відеосигналів; сигналізації та управління дзвінками; можливості обміну інформацією поперек Інтернет мереж. H.323 визначає мережеву архітектуру VoIP, яка містить чотири основні компоненти мережевої системи зв'язку: термінали, шлюзи, контролер зони та багатоточкові блоки управління, що надає можливість реалізації чотирьох схем викликів IP- телефонії та інтегрувати послуги VoIP з послугами звичайної

телефонної мережі загального користування. H.323 – це протокол сигналізації VoIP, який конкурує з SIP протоколом та IAX – стандартом (розроблений для програмної IP-АТС Asterisk).

2 ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ МЕРЕЖІ VOIP

2.1 Характеристика протоколу SIP VoIP

Перед тим як почати розробляти модель мережі, розглянемо ще один протокол, широко використовуваний в VoIP – мережах - протокол SIP (працює в мережах VoIP разом з популярним протоколом H.323, що описаний в 1 розділі).

Протокол SIP запропонований робочою групою MMUSIC комітету IETF для забезпечення мультимедійних сеансів та надає такі можливості [5,7]:

- положення користувача (англ. user location). Протокол SIP дозволяє виявити становище кінцевого користувача, щоб встановити сеанс зв'язку або передати запит SIP. Мобільність користувача (англ. user mobility) спочатку підтримується протоколом SIP;

- можливості користувача (англ. user capabilities). Протокол SIP дозволяє з'ясувати можливості середовища передачі та пристроїв, які беруть участь в сеансі;

- доступність користувача (англ. user availability). Протокол SIP дозволяє з'ясувати готовність кінцевого користувача встановити зв'язок;

- установка сеансів (session setup). Протокол SIP дозволяє встановити параметри сеансу для сторін, що беруть участь в ньому. Обробка сеансу (англ. session handling). Протокол SIP дозволяє модифікувати, передавати і завершувати активний сеанс.

Мережеві елементи протоколу SIP [7,8]:

1. Агент користувача (User Agent - UA). Логічна функція в мережі SIP, що ініціалізує або відповідає на транзакції SIP. Агент UA здатний виступати в ролі клієнта або сервера транзакцій SIP. Агент UA може безпосередньо взаємодіяти з користувачем (людиною), а може не взаємодіяти. Агент UA володіє фіксацією стану (англ. stateful), тобто він здатний зберігати стан сеансу або діалогу.

2. Клієнтський агент користувача (англ. User Agent Client - UAC). Логічна функція, що ініціалізує запити SIP і приймаюча відповіді SIP. Прикладами роботи агента UAC є ініціалізація телефонного запиту SIP від імені користувача або перенапрявлення SIP запиту проксі-серверу від імені UAC.

3. Серверний агент користувача (англ. User Agent Server- UAS). Логічна функція, яка приймає запити SIP і відправляє назад відповіді SIP. Телефон SIP, наприклад, приймає такі запити, як INVITE.

4. Проксі-сервер (англ. Proxy). Проксі-сервер - це проміжний об'єкт в мережі SIP, який відповідає за перенапрявлення запитів SIP цільовому агенту UAS або іншому проксі-серверу від імені агента UAC. Але в першу чергу проксі-сервер здійснює маршрутизацію в мережі SIP. Проксі-сервер може також відповідати за підтримку політик в мережі, наприклад аутентифікацію користувача перед наданням йому послуг. Проксі-сервер може працювати без фіксації стану, з фіксацією стану транзакцій або з фіксацією стану викликів. Як правило, проксі-сервери працюють з фіксацією стану транзакцій, тобто вони підтримують стан на протязі тривалості транзакції (приблизно 32 секунди).

5. Сервер переадресації (англ. redirect server). Сервер переадресації - це агент UAS, який створює відповіді SIP класу 300 на отримані запити, переадресуючи агент UAC по альтернативному набору універсальних ідентифікаторів ресурсу (англ. Uniform Resource Identifier- URI).

6. Сервер реєстрації (англ. registrar server). Агент UAS, який приймає запити SIP REGISTER і переносить інформацію з запиту в базу даних розташувань.

7. Взаємний агент користувача (англ. Back-To-Back User Agent - B2BUA). Проміжний об'єкт, який обробляє вхідні запити SIP як агент UAS. Щоб відповідати на вхідні запити SIP, агент B2BUA діє як агент UAC, відновлюючи запит SIP і посилаючи його мережею. Агент B2BUA повинен підтримувати стан діалогу і брати участь у всіх транзакціях діалогу.

Розглянемо, як передається потік повідомлень у мережі SIP (рисунок 2.1).

На рисунку 2.1 представлена мережа SIP, що містить проксі-сервери SIP та агенти користувача, з'єднані з телефонною мережею загального користування (ТМЗК). Агент UAC протоколу SIP, проксі-сервери і шлюз SIP / ТМЗК розташовані всередині мережі IP. Шлюз SIP / ТМЗК володіє магістралями SS7 / PRI, підключеними до комутатора PSTN.

Суцільні лінії на рисунку 2.1 означають запити SIP, а штрихпунктирні - відповіді SIP.

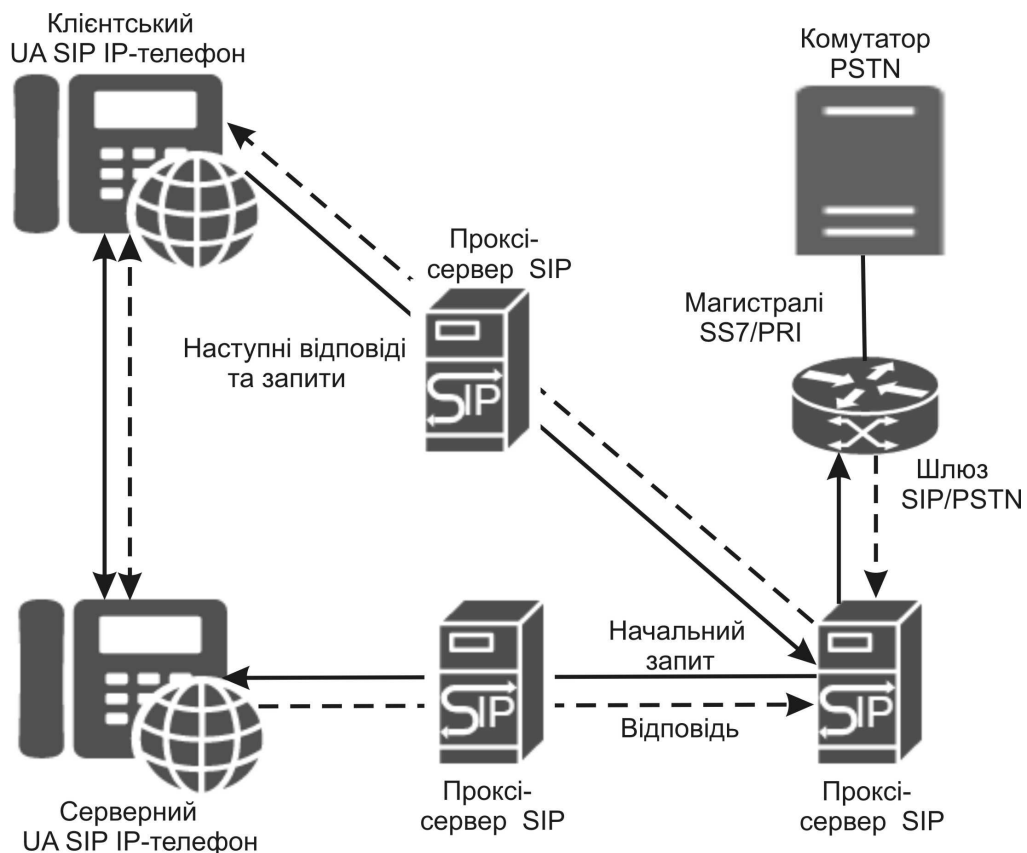


Рисунок 2.1 – Шляхи запитів та відповідей в мережі SIP

2.2 Порівняльний аналіз протоколів H.323 та SIP

Розглянемо основні властивості і проведемо порівняльний аналіз протоколів [7,8].

Протокол SIP складається з набору компонентів (модулів), які можуть замінюватися в залежності від вимог і працювати незалежно один від одного.

При цьому, архітектура протоколу H.323 монолітна і є інтегрованим набором протоколів для одного використання. Протокол H.323 складається з трьох основних складових, і для створення нової послуги може бути потрібна модифікація кожної з них.

В умовах ринку, який еволюціонує, важлива можливість введення нових версій протоколів і забезпечення сумісності різних версій одного протоколу. Можливість розширення протоколу забезпечується:

- узгодженням параметрів;
- стандартизацією кодеків;
- модульністю архітектури.

Протокол SIP забезпечує сумісність різних своїх версій: обладнання старої версії просто ігнорує ті поля повідомлення, які йому не зрозумілі. Це істотно спрощує сам протокол, обробку поточних повідомлень і впровадження нових послуг.

Розробники протоколу H.323 пішли іншим шляхом. Відповідно до вимог стандарту всі версії протоколу H.323 повинні підтримувати ранні версії. Це сповна розумна вимога, проте вона помітно збільшує розмір повідомлень і ускладнює їх декодування. При виконанні таких вимог також існують проблеми взаємодії обладнання різних виробників.

На розширення можливостей протоколу, як і на сумісність обладнання, яке реалізовує його, впливає і набір кодеків, які підтримує протокол.

У SIP для передачі інформації про функціональні можливості терміналу використовується протокол SDP (англ. Session Description Protocol). У протоколі H.323 всі кодеки повинні бути стандартизованими. Тому при реалізації на базі H.323 додатків з нестандартними алгоритмами кодування можуть виникнути певні труднощі.

Сервер SIP за замовчуванням не зберігає відомості про поточні сеанси зв'язку, тому здатний обробити більше викликів, на відміну від пристрою управління шлюзом H.323, який зберігає всі відомості про стан поточних викликів. В той же час, відсутність таких відомостей може викликати труднощі

при організації взаємодії IP- мережі з мережею ТМЗК. Зонава архітектура мережі H.323 дозволяє розширювати мережу, збільшуючи кількість зон.

Час встановлення з'єднання - одна з ключових характеристик будь-яких протоколів. У запиті на встановлення з'єднання протоколу SIP міститься вся необхідна інформація, в тому числі опис функціональних можливостей терміналу, тобто для встановлення з'єднання знадобиться лише одна транзакція.

У протоколі H.323 процедура встановлення з'єднання вимагає неодноразового обміну повідомленнями. Таким чином, витрати часу на встановлення з'єднання в протоколі SIP значно менші, ніж в протоколі H.323. Крім того, на час встановлення з'єднання впливає транспортний протокол, який використовується для передачі інформації сигналізації [10].

До системних характеристик належить і адресація, яка передбачається протоколами. Використання URL є сильною стороною протоколу SIP і дозволяє легко інтегрувати його в існуючу систему DNS серверів [7]. Користувач має можливість перенаправляти виклики на веб-сторінки або використовувати електронну пошту. Адресою в SIP може також виступати телефонний номер з адресою задіяного шлюзу. У протоколі H.323 використовуються транспортні адреси і адреси - псевдоніми (телефонний номер, ім'я користувача або e-mail-адреса). Перетворення адрес - псевдонімів в транспортну адресу виконує пристрій управління шлюзом.

Протокол H.323 набагато складніше за протокол SIP. Загальний обсяг його специфікацій наближається до 1000 сторінок. Обсяг специфікацій протоколу SIP не перевищує 200 сторінок. У повідомленнях протоколу H.323 застосовується до 100 інформаційних полів, а в протоколі SIP їх всього кілька десятків. Подібно HTTP, в протоколі SIP використовується текстовий формат повідомлень. У протоколі H.323 повідомлення представлені в двійковому коді ASN.1, тому їх обробка проводиться набагато швидше, проте цей код прочитати складно. Для кодування і декодування повідомлень потрібен також компілятор ASN.1 [8,10].

2.3 Підключення до мережі та налаштування IP-телефонів в середовищі Cisco Packet Tracer

Програмні продукти Cisco Packet Tracer (CPT) дають можливість створювати мережеві топології з широкого спектру маршрутизаторів і комутаторів компанії Cisco, робочих станцій і мережних з'єднань типу Ethernet, Serial, ISDN, Frame Relay. Ця функція може бути виконана як для навчання, так і для роботи. Наприклад, щоб зробити настройку мережі ще на етапі планування або щоб створити копію робочої мережі з метою усунення несправності.

Побудуємо фрагмент мережі IP-телефонії на основі маршрутизатора, комутатора і IP телефонів Cisco 7960 в середовищі Cisco Packet tracer (рисунок 2.2) [12,13].

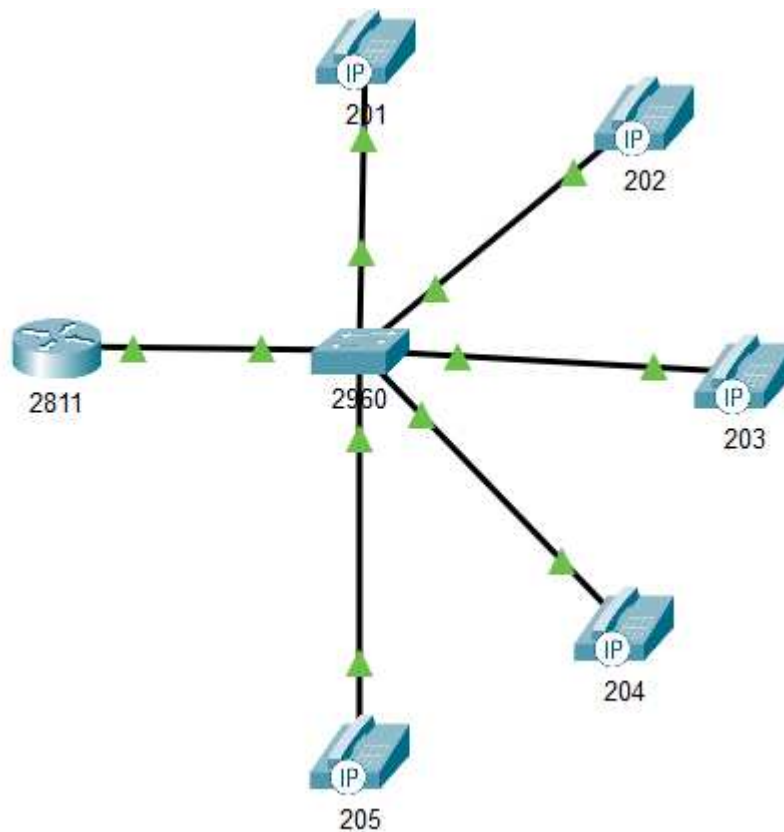


Рисунок 2.2 - Схема з'єднання IP - телефонів

Для налаштування IP –телефону спочатку підключимо його до джерела живлення так, як показано на рисунку 2.3:

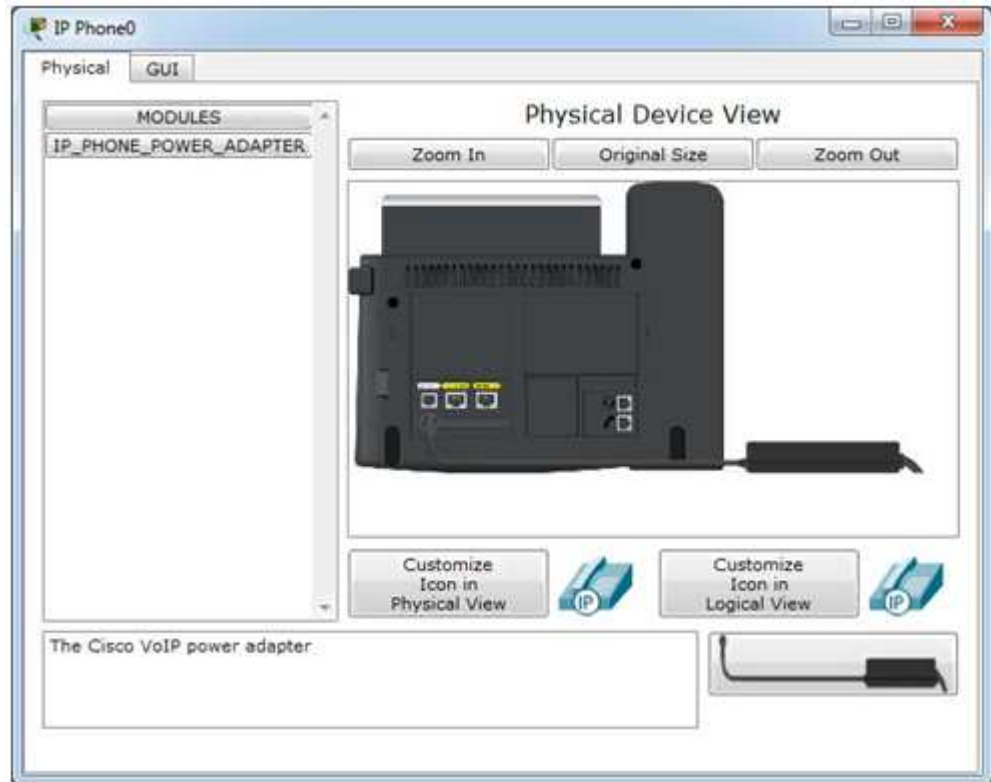


Рисунок 2.3 – Схема підключення живлення до IP- телефону

Для перевірки входних і вихідних дзвінків, скористаємось інтерфейсом GUI (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 - Інтерфейс IP-телефону GUI

Порядок налаштування мережевого обладнання (рисунок 2.2):

1. В конфігураційному режимі змінимо назву маршрутизатора:

```
Router (config) # hostname CMERouter
```

2. Відключимо синтаксис введення слів від DNS серверів за допомогою команди:

```
CMERouter (config) # no ip domain-lookup
```

3. Налаштуємо інтерфейс fa0/0 на маршрутизаторі Cisco 2811 (CMERouter):

```
CMERouter> enable
```

```
CMERouter # configure terminal
```

```
CMERouter (config) #interface FastEthernet0/0
```

```
CMERouter (config-if) #ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
```

```
CMERouter (config-if) #no shutdown
```

4. Налаштуємо DHCP сервер на маршрутизаторі Cisco 2811 для автоматичної настройки комп'ютерів і IP-телефонів в мережі.

Для цього в конфігураційному режимі створюємо пул DHCP адреси та присвоюємо йому назву VOICE:

```
CMERouter (config) #ip dhcp pool VOICE
```

Задамо мережу, в якій буде працювати DHCP сервер:

```
CMERouter (dhcp-config) #network 192.168.10.0 255.255.255.0
```

Для передачі даних мережею задамо IP адресу потрібного VLAN: 192.168.10.1:

```
CMERouter (dhcp-config) # default-router 192.168.10.1
```

Для передачі голосу DHCP сервером включимо опцію 150.

```
CMERouter (dhcp-config) #option 150 ip 192.168.10.1
```

5. Налаштуємо CallManager Express (телефонний сервіс), в якому ведеться діалоговий обмін повідомленнями. Для включення даного сервісу в конфігураційному режимі набираємо наступну команду:

```
CMERouter (config) # telephony-service
```

6. Задамо максимальну кількість номерів, що привласнюється IP - телефоном:

```
CMERouter (config-telephony) # max-dn 5
```

7. Встановимо максимальну кількість IP-телефонів - 5:

```
CMERouter (config-telephony) # max-ephones 5
```

При цьому, маршрутизатор дасть запит IP адреси голосового шлюзу:

```
CMERouter (config-telephony) #ip source-address 192.168.10.1 port 2000
```

8. Автоматичне призначення зовнішніх номерів:

```
CMERouter (config-telephony) #auto assign 4 to 6
```

```
CMERouter (config-telephony) #auto assign 1 to 5
```

Для налаштування інтерфейсу управління комутатором (SwitchA) в мережі VLAN призначимо діапазони портів [15]:

```
SwitchA (config) #interface range fa0 / 1 - 5
```

```
SwitchA (config-if-range) #switchport mode access
```

```
SwitchA (config-if-range) #switchport voice vlan 1
```

9. Створимо логічну лінію (directory number) першому телефону та призначимо йому номер:

```
CMERouter (config) # ephone-dn 1
```

```
CMERouter (config-ephone-dn) #number 54001
```

Повторимо попереднє налаштування на іншому IP-телефоні.

10. Перевіримо конфігурацію в привілейованому режимі за допомогою команди: show running-configuration.

В ході правильного налаштування IP-телефони одержали IP-адреси і номери телефонів від маршрутизатора. Результат виконання дзвінку можна бачити на рисунку 2.5.

2.4. Налаштування конфігурації VoIP в середовищі Cisco Packet Tracer

Зберемо схему з'єднання, яка наведена на рисунку 2.6:



Рисунок 2.5 – Встановлення з'єднання між двома IP – телефонами з номерами 201 та 203

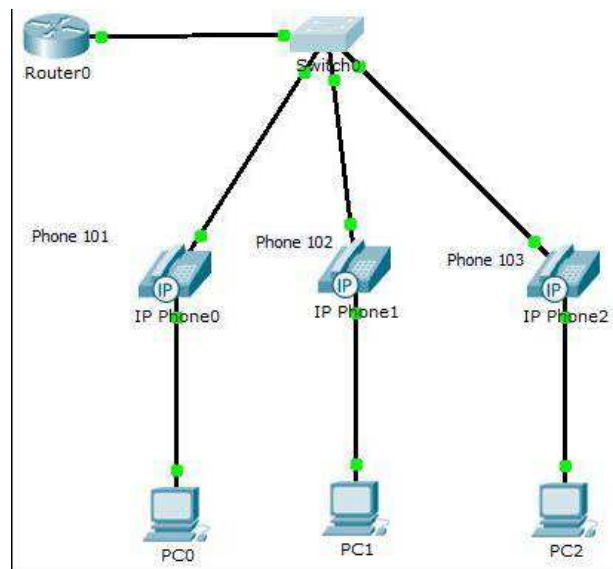


Рисунок 2.6 – Схема підключення IP – телефонів в систему VoIP

VoIP-телефон, також відомий як SIP-телефон або програмний телефон (софтфон), дає можливість користувачеві дзвонити на будь-який інший софтфон, мобільний або звичайний телефон, використовуючи передачу голосу поверх IP (VoIP) мережами Інтернет [12,14].

1. Створимо VLAN порти на комутаторі для взаємодії комутатора з маршрутизатором та підключимо IP телефони. Для цього створимо VLAN [15] на комутаторі та присвоїмо їм найменування.

```

Switch> enable
Switch # configure terminal
Switch (config) #vlan 10
  
```

```

Switch (config-vlan) #name Data
Switch (config-vlan) #exit
Switch (config) #vlan 20
Switch (config-vlan) #name Voice
Switch (config-vlan) #exit
Switch (config) #vlan 99
Switch (config-vlan) #name Management
Switch (config-vlan) #exit
Налаштуємо vlan 99:
Switch (config) #interface vlan 99
Switch (config-if) #ip address 192.168.99.10 255.255.255.0
Switch (config-if) #no shutdown
Switch (config-if) #exit

```

Для завдання маршруту за замовчуванням, виконаємо команди:

```

Switch (config) #ip default-gateway 192.168.99.1
Switch (config) #interface FastEthernet0 / 1
Switch (config-if) #switchport mode trunk
Switch (config-if) #switchport trunk native vlan 99

```

Налаштуємо інтерфейс управління комутатором в мережі VLAN
призначивши діапазони портів:

```

Switch (config) #interface range FastEthernet0 / 2-4
Switch (config-if-range) #switchport mode access
Switch (config-if-range) #switchport access vlan 10
Switch (config-if-range) #switchport access vlan 20
Switch (config-if-range) #no shutdown
Switch (config-if-range) #exit

```

Включимо інтерфейс FastEthernet0 / 0:

```

Router> enable
Router # configure terminal
Router (config) #interface FastEthernet0 / 0
Router (config-if) #no shutdown

```

Створюємо логічні підінтерфейси для VLAN 10, VLAN 20, VLAN 99:

```

Router (config-if) #int fa0 / 0.10
Router (config-subif) #ip add 192.168.10.1 255.255.255.0
Router (config-subif) #encapsulation dot1Q 10
Router (config-subif) #ip add 192.168.10.1 255.255. 255.0
Router (config-subif) #no shutdown
Router (config-subif) #exit

```

```

Router (config) # interface FastEthernet0 / 0.20

```

```

Router (config-subif) #encapsulation dot1Q 20
Router (config-subif) #ip add 192.168.20.1 255.255.255.0
Router (config-subif) #no shutdown
Router (config-subif) # exit
Router (config) # interface FastEthernet0 / 0.99
Router (config-subif) #encapsulation dot1Q 99 native
Router (config-subif) #ip add 192.168.99.1 255.255.255.0
Router (config-subif) #no sh
Router (config-subif) #exit

```

Виключимо адреси інтерфейсу маршрутизатора і DNS-сервери:

```

Router (config) #ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.9
Router (config) #ip dhcp excluded-address 192.168.20.1 192.168.20.9

```

Налаштуємо DHCP сервер на маршрутизаторі Cisco 2811:

```

Router (config) #ip dhcp pool Data
Router (dhcp-config) #network 192.168.10.0 255.255.255.0
Router (dhcp-config) # default-router 192.168.10.1
Router (dhcp-config) #exit
Router (config) #ip dhcp pool Voice
Router (dhcp-config) #network 192.168.20.0 255.255.255.0
Router (dhcp-config) # default-router 192.168.20.1
Router (dhcp-config) #option 150 ip 192.168.20.1
Router (dhcp-config) #exit

```

Налаштуємо телефонний сервіс в автоматичному режимі:

```

Router (config) # telephony-service
Router (config-telephony) # max-dn 3
Router (config-telephony) # max-ephones 3
Router (config-telephony) #ip source-address 192.168.20.1 port 2000
Router (config-telephony) #exit

```

Надамо номери для всіх IP-телефонів в мережі:

```

Router (config) # ephone-dn 1
Router (config-ephone-dn) # 101
Router (config- ephone-dn) #exit

```

```

Router (config) # ephone-dn 2
Router (config-ephone-dn) # 102
Router (config- ephone-dn) #exit

```

```

Router (config) # ephone-dn 3
Router (config-ephone-dn) # 103
Router (config- ephone-dn) #exit

```

```

Router (config) #ephone 1
Router (config-ephone) #type 7960
Router (config-ephone) # mac-address 00D0.D389 // MAC- адреса
пристрою, що настраюється
Router (config-ephone) #button 1: 1

```

Налаштуємо MAC адреси на IP –телефонах мережі:

```

Router (config) #ephone 2
Router (config-ephone) #type 7960
Router (config-ephone) # mac-address 00E0.F737.1C36
Router (config-ephone) #button 1: 2

```

```

Router (config) #ephone 3
Router (config-ephone) #type 7960
Router (config-ephone) # mac-address 0005.5E34.7BE9
Router (config-ephone) #button 1: 3

```

Результат ініціювання виклику з PC1 з номером 208 (програми IP –communicator) на номер 201 IP - телефону наведений на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 - Ініціювання виклику з PC1 з номером 208
на номер 201 IP-телефону

2.5. Підключення та налаштування аналогових телефонів

Побудуємо схему наведену на рисунку 2.8.

Для підключення аналогового телефону до одного з голосових портів маршрутизатора необхідно використовувати спеціальний шлюз FXSO (HomeVoIP0) (рисунок 2.8).

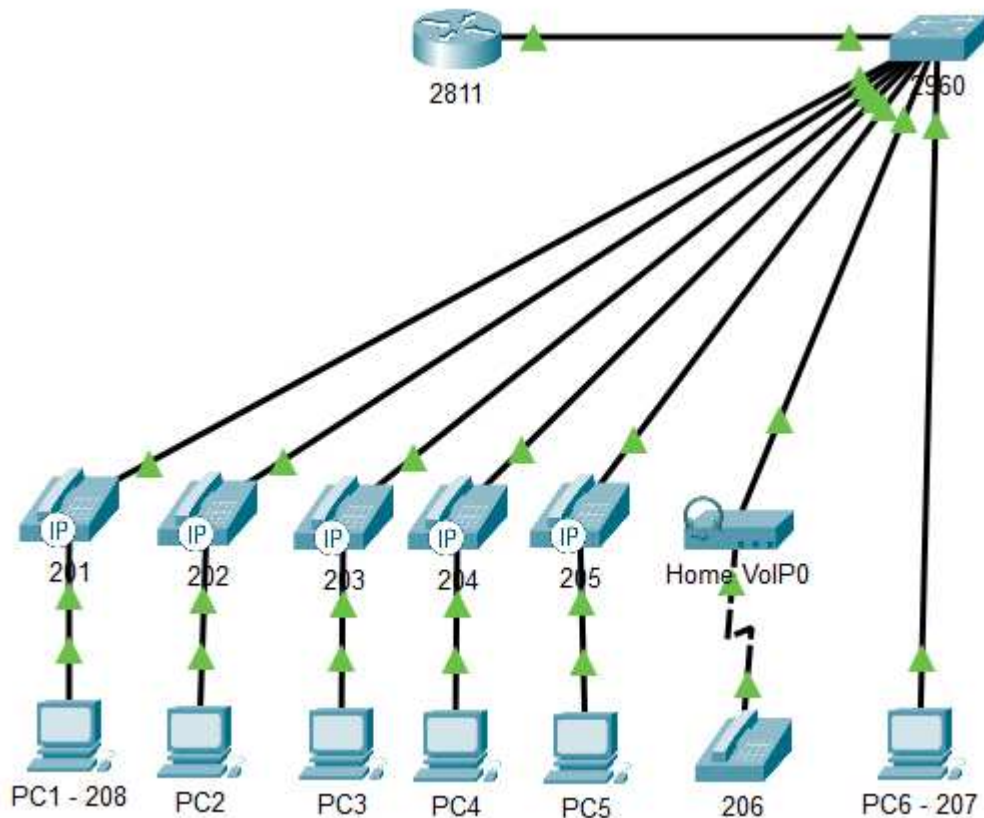


Рисунок 2.8 – Схема підключення IP – телефонів та аналогового телефону до голосових портів маршрутизатора

Аналоговий телефон, що підключений до звичайної телефонної лінії мережі ТМЗК підключається через порт FXS до шлюзу HomeVoIP0 до порту IP FXO, а далі Ethernet кабелем до комутатора Cisco 2960.

Шлюз HomeVoIP0 дозволяє узгодити лінії та аналогові сигнали, що передаються ними, в сигнали VoIP.

Опишемо порядок налаштування мережі VoIP (рисунок 2.8):

1. Підключаємо аналоговий телефон.
2. Підключаємо Home VoIP шлюз на fa 0/6 порт комутатора.
3. Підключаємо аналоговий телефон до шлюзу.

4. Проводимо налаштування порту комутатора.

Нижче наведені команди Cisco IOS – командної строки інтерфейсу CLI.

```
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 10 # voice vlan
switchport mode access
switchport voice vlan 10 # voice vlan
!
```

5. Перевіряємо MAC адресу шлюзу.

```
Switch#show mac-address-table interfaces fastEthernet 0/6
Mac Address Table
```

```
-----
```

```
Vlan Mac Address Type Ports
-----
```

```
10 0001.4296.0d01 DYNAMIC Fa0/6
Switch#
```

6. Налаштовуємо телефон на голосовому шлюзі.

7. Для уніфікації налаштувань створимо Loopback інтерфейс.

```
!
interface Loopback0
ip address 192.168.0.1 255.255.255.255
!
```

8. Змінимо налаштування dhcp та телефонного сервісу для роботи з Loopback.

```
!
!
telephony-service
ip source-address 192.168.0.1 port 2000
!
ip dhcp pool VOICE
option 150 ip 192.168.0.1
!
```

Додаємо налаштування для аналогового телефону

```
!
ephone-dn 6      #6-та лінія
number 206      #№
!
ephone 6
device-security-mode none
mac-address 0001.4296.0D01 #MAC адреса шлюза за п.5
type ata        # аналоговий телефон
```

button 1:6

№ лінії

!

9. Налаштовуємо аналоговий шлюз (рисунок 2.9).

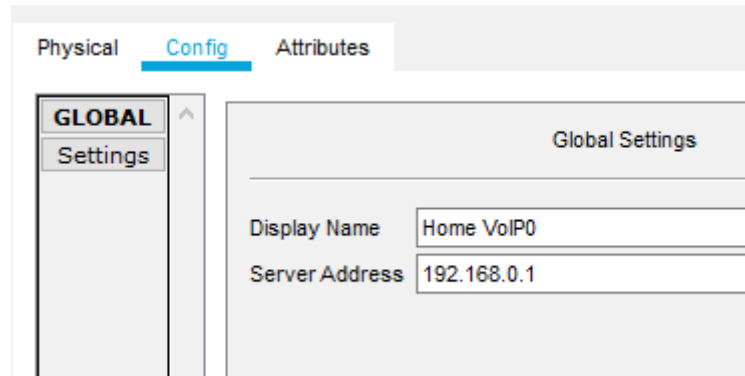


Рисунок 2.9 – Вікно конфігурації аналогового шлюзу

10. Перевіряємо статус реєстрації нового телефону

voice-gw#show ephone

```
ephone-6 Mac:0001.4296.0D01 TCP socket:[1] activeLine:0 REGISTERED in SCCP
ver 12 and Server in ver 8
mediaActive:0 offhook:0 ringing:0 reset:0 reset_sent:0 paging 0 debug:0 caps:8
IP:192.168.10.2 1029 ata keepalive 43 max_line 2
button 1: dn 6 number 206 CH1 IDLE
```

11. Для підключення SIP телефону зробимо наступні налаштування в командній строчці:

11.1. Проведемо конфігурацію DHCP серверу для підтримки софт телефонів

!

```
ip dhcp pool DATA
option 150 ip 192.168.0.1
```

!

11.2. Додаємо налаштування SIP телефонів

!

```
ephone-dn 7
number 207
```

!

```
ephone-dn 8
number 208
```

!

```

ephone 7
device-security-mode none
mac-address 00E0.F7B7.279E      # MAC адреса PC
type CIPC                       # SIP телефон - Cisco IP communicator
button 1:7
!
ephone 8
device-security-mode none
mac-address 0005.5ECD.15EA
type CIPC
button 1:8
!

```

11.3. Перевіряємо, що телефон отримав налаштування (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Вікно призначення номеру Cisco IP Phone 207

12. Перевіримо працездатність мережі за допомогою ініціювання вхідного виклику з IP SIP телефону з номером 201 на аналоговий телефон з номером 206 (рисунок 2.11) та приклад встановлення з'єднання поміж ними (рисунок 2.12).



Рисунок 2.11 – Процес ініціювання вхідного виклику з IP SIP телефону з номером 201 на аналоговий телефон з номером 206

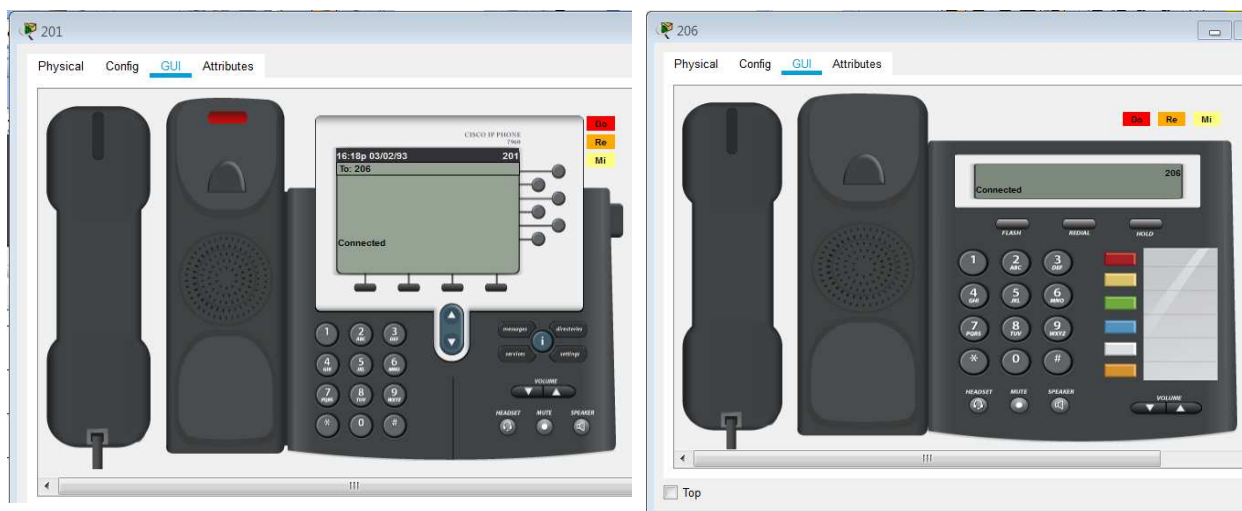


Рисунок 2.12 – Встановлення з'єднання IP SIP телефону (номер 201) з аналоговим телефоном (номер 206)

2.6 Повна імітаційна модель телефонізації офісу фірми

Додамо до моделі рисунок 2.8 безпроводові пристрої WiFi, а саме мобільний телефон та смартфон (рисунок 2.13) та налаштуємо їх конфігурацію.

Усі налаштування за пунктами 1-3 проводимо аналогічно підрозділу 2.5.

1. Підключаємо аналоговий телефон.
2. Підключаємо Home VoIP шлюз на fa 0/6 порт комутатора.
3. Підключаємо аналоговий телефон до шлюзу.
4. Підключаємо та налаштуємо WiFi.

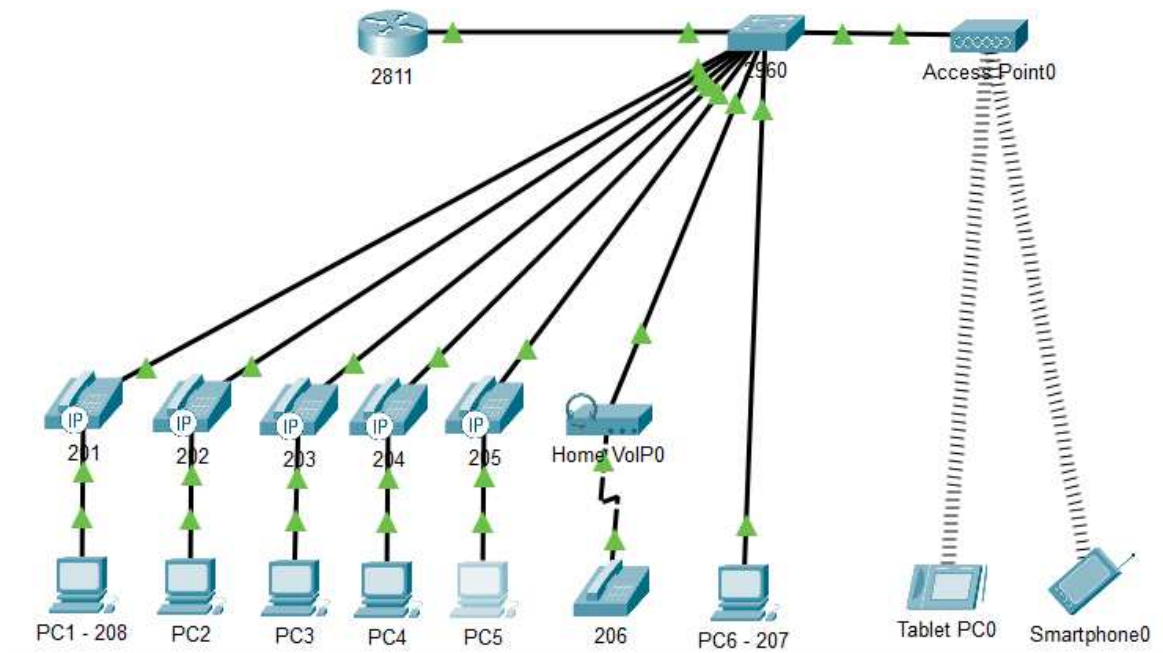


Рисунок 2.13 – Повна схема телефонізації офісу

Нижче наведені команди Cisco IOS – командної строки інтерфейсу CLI.

5. Налаштування комутатора.

5.1. Створюємо окремий VLAN для WiFi мережі:

```
!
vlan 333
name WiFi
!
```

5.2. Налаштовуємо порт Fa 0/23 для підтримки WiFi:

```
!
interface FastEthernet0/23
description WiFi
switchport access vlan 256
switchport mode access
switchport voice vlan 10
!
```

6. Налаштування роутера.

6.1. Налаштування DHCP:

```
!
ip dhcp excluded-address 172.16.0.1
!
```

```

ip dhcp pool WiFi
network 172.16.0.0 255.255.255.0
default-router 172.16.0.1
option 150 ip 192.168.0.1
!

```

6.2. Налаштування сабінтерфейсу:

```

!
interface FastEthernet0/1.333
description WiFi
encapsulation dot1Q 333
ip address 172.16.0.1 255.255.255.0
!

```

7. Налаштування WiFi.

7.1. Підключаємо WiFi AP на Fa 0/23 порт комутатора.

7.2. Налаштовуємо SSID (рисунок 2.14)

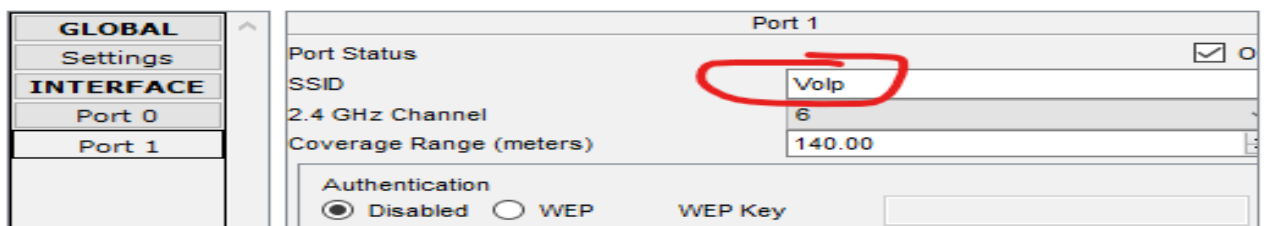


Рисунок 2.14- Вікно налаштування SSID

8. Підключаємо планшет.

8.1. Налаштовуємо SSID WiFi мережі (рисунок 2.15).

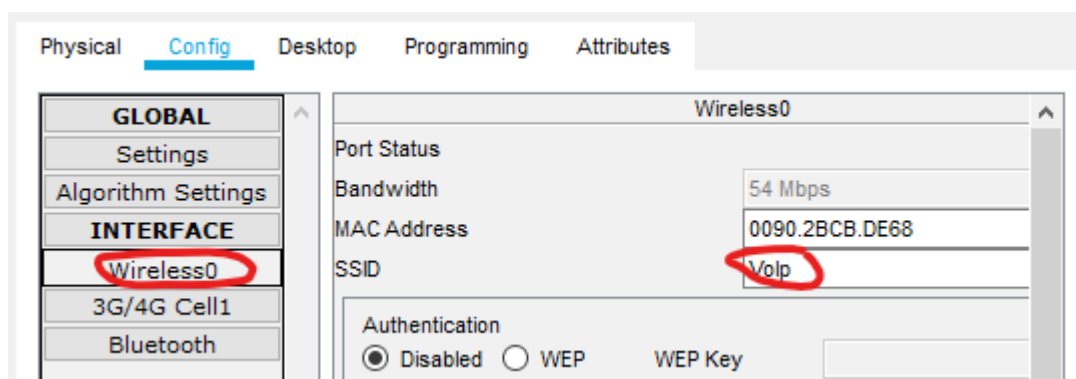


Рисунок 2.15 – Вікно настройки SSID WiFi мережі

8.2. Перевіряємо статус підключення у вікні IP Configuration (рисунок 2.16-2.17)

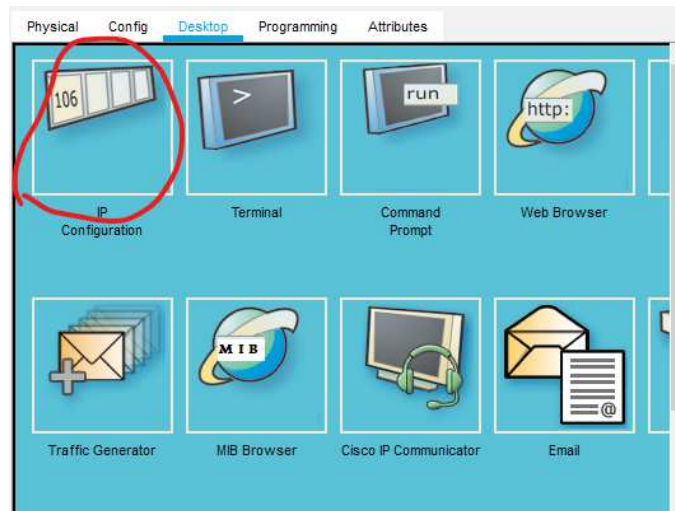


Рисунок 2.16 – Вікно IP Configuration

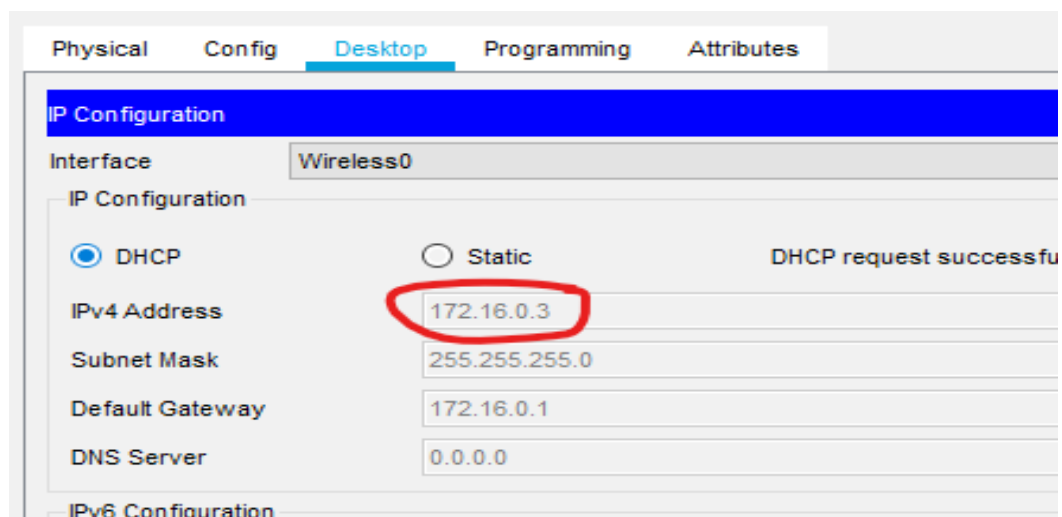


Рисунок 2.17 – Вікно настройки IP конфігурації безпроводового інтерфейсу

9. Налаштовуємо лінію та телефон на роутері.

9.1. Отримуємо IP адресу планшета з DHCP (рисунок 2.18).

9.2. Налаштовуємо номери телефонів:

```
!
ephone-dn 9
number 209
!
ephone 9
device-security-mode none
mac-address 0090.2BCB.DE68
```

type CIPC
button 1:9
!

```
voice-gw#show ip dhcp binding
```

IP address	Client-ID/ Hardware address	Lease expiration	Type
192.168.10.3	0090.21D1.3578	--	Automatic
192.168.10.2	00E0.F7ED.2C62	--	Automatic
192.168.10.4	0001.C74A.6BC6	--	Automatic
192.168.10.6	0001.4296.0D01	--	Automatic
192.168.10.7	000C.857C.E188	--	Automatic
192.168.10.5	0090.2BC3.8478	--	Automatic
10.0.0.2	0001.976D.9055	--	Automatic
10.0.0.3	00E0.F7B7.279E	--	Automatic
10.0.0.4	0001.4221.E5E1	--	Automatic
10.0.0.7	0030.F2C8.01EB	--	Automatic
10.0.0.6	0000.0C19.0784	--	Automatic
10.0.0.5	0005.5ECD.15EA	--	Automatic
10.0.0.8	0090.2BCB.DE68	--	Automatic
10.0.0.9	00E0.F735.4DA3	--	Automatic
172.16.0.2	00E0.F735.4DA3	--	Automatic
172.16.0.3	0090.2BCB.DE68	--	Automatic

Рисунок 2.18 – Отримання IP- адреси планшету

10. Перевіряємо присвоєння номеру 209 планшету (рисунок 2.18).

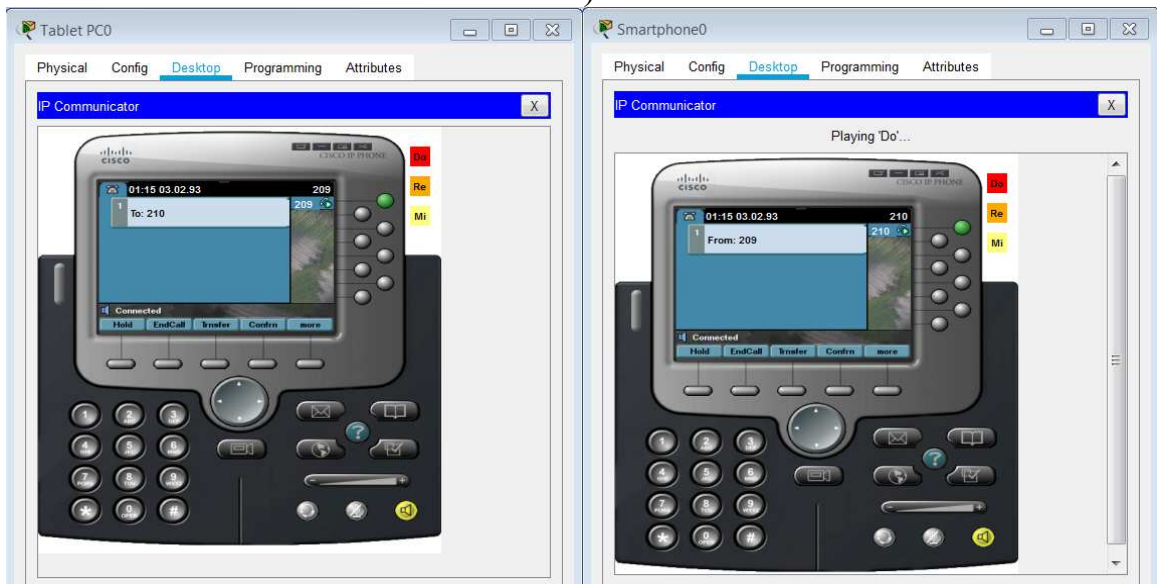


Рисунок 2.19 – Присвоєння номеру 209 планшету

Всі можливі варіанти телефонних з'єднань в мережі (рисунок 2.13) офісу наведені на рисунку 2.19.



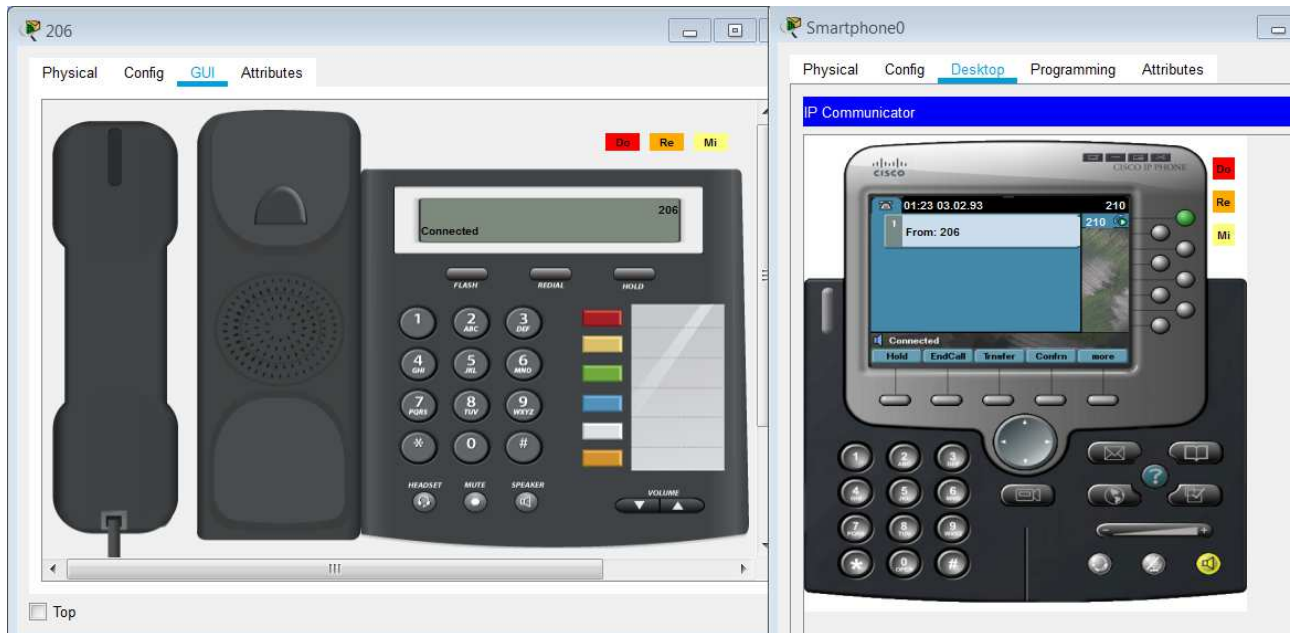
a)



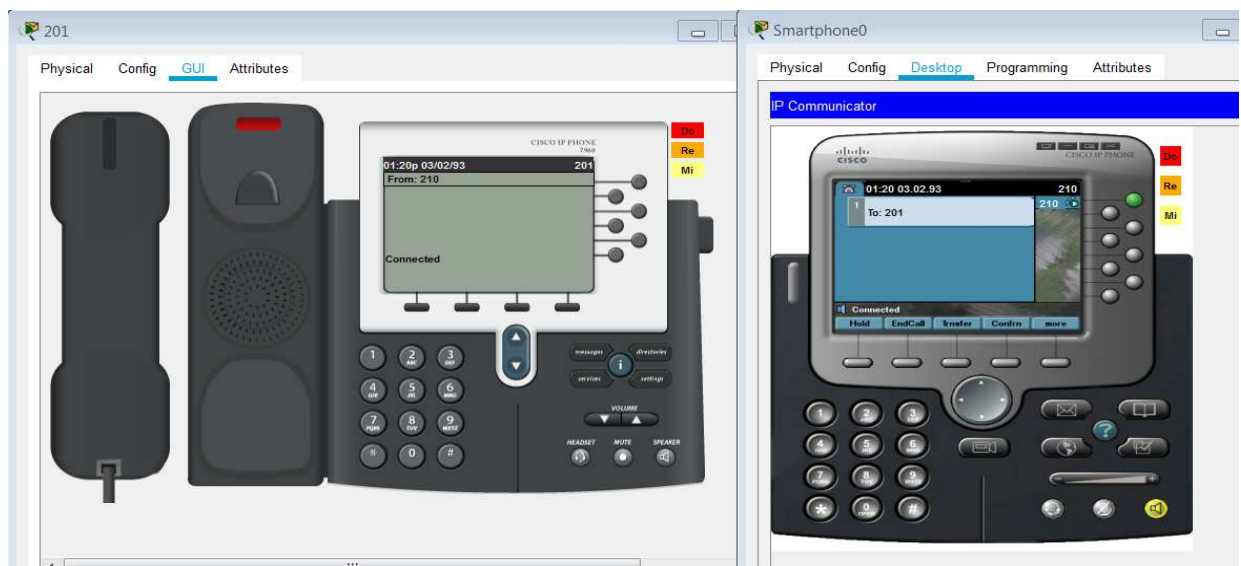
b)



B)



Г)



Д)

Рисунок 2.20 – Варіанти телефонних з'єднань моделі мережі офісу: ініціювання виклику з планшету (номер 209) на смартфон (номер 210) (а) та встановлення між ними з'єднання (б); з'єднання аналогового телефону (номер 206) та персонального комп'ютера (номер 208) (в); з'єднання аналогового телефону (номер 206) з смартфоном (номер 210) (г); з'єднання смартфона (номер 210) з SIP – телефоном (номер 201)

Висновки до другого розділу

1. Розроблена та побудована імітаційна модель корпоративної віртуальної локальної мережі VLAN та налаштовані сервіси VoIP -телефонії в програмному продукті Cisco Packet Tracer, що дозволило набути практичні навички роботи з мережевими пристроями, закінченими пристроями VoIP -телефонії, здійснити установку, настройку, проектування мережі та сформувавши уявлення про принципи організації і функціонування телефонних сервісів в офісах ІТ - компанії.

2. Показано, що програмні продукти Cisco Packet Tracer дають можливість створювати мережеві топології з широкого спектру маршрутизаторів і комутаторів компанії Cisco, робочих станцій і мережних з'єднань типу Ethernet, Serial, ISDN та зробити настройку мережі ще на етапі її планування завдяки створенню моделі робочої мережі.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ЛОКАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ІТ- КОМПАНІЇ

3.1 Проектування локальної мережі ІТ - компанії

Першим етапом проектування системи ІР-телефонії є організація локальної комп'ютерної мережі, що пов'язано із вирішенням таких задач [14]:

- визначити кількість і розташування робочих станцій;
- формулювання додаткових задач, для вирішення яких буде використана локальна мережа, крім ІР-телефонії;
- вибір типу мережі: мережа з централізованим управлінням або однорангові з'єднання;
- обґрунтований вибір мережевої операційної системи;
- визначення топології мережі і методу доступу;
- вибір мережевого апаратного забезпечення: комп'ютер для файл-сервера (або файл-серверів, якщо їх декілька), комп'ютери для робочих станцій, мережеві адаптери, кабель тощо.

Від правильного вирішення цих та інших питань залежить працездатність систем ІР-телефонії та мережі в цілому, і як наслідок – витрати на провадження та експлуатацію.

3.1.1 Розробка топології комп'ютерної мережі та ІР-плану

Тип комп'ютерної мережі та її топологія залежить від поставлених задач, для вирішення яких вона розробляється. Розробка високошвидкісної локальної мережі тягне за собою великі витрати, що не завжди є оптимальним рішенням, особливо при невеликому завантаженні мережі.

В таблиці 3.1 представлені типові варіанти застосування локальних комп'ютерних мереж [15].

Таблиця 3.1 – Типові варіанти використання мережі на підприємстві

Застосування	Особливості
Мережа для невеликої фірми	Колективне використання декількох принтерів, файлів на дисках файл-сервера, IP-телефонних апаратів, передача файлів і повідомлень від однієї робочої станції до іншої. Невелика кількість робочих станцій, мала протяжність мережі
Мережа для великої фірми	Загальна протяжність мережі значна, в ній використовуються десятки і сотні робочих станцій. Ставляться високі вимоги до продуктивності і надійності мережі
Мережа для роботи з великою базою даних і великою кількістю користувачів	Аналогічно до попереднього, додатково до мережі підключені потужні міні-комп'ютери або робочі станції, що використовуються в якості СУБД - сервера. Підвищені вимоги до надійності, продуктивності і стійкості до відмов

При виборі топології мережі необхідно знайти компроміс між вартістю мережевого обладнання та його надійністю та продуктивністю, врахувати можливе розширення мережі, необхідність підключення до мережі міні-комп'ютерів або робочих станцій.

Якщо до мережі ставляться високі вимоги щодо продуктивності і надійності, рекомендується використовувати шинну топологію і метод доступу Ethernet. Наявні на ринку мережеві адаптери та комутатори Ethernet забезпечують швидкість передачі від 100 Мбіт/с до 10 Гбіт/с за прийнятну вартість. Для мереж з кількістю користувачів близько двох-трьох десятків достатньо пропускної спроможності Ethernet до 100 Мбіт/с.

Розглянемо типову проблему: розробка інфраструктури для деякого підприємства з подальшою IP-телефонізацією.

Вихідні дані для проектування:

– на даний момент у компанії є два офіси: основний на вул. Інститутській під робочі місця і сервери та офіс представництва на вул. Молодіжній;

– виділяється чотири групи користувачів: бухгалтерія (Б), фінансово-економічний відділ (ФЕВ), виробничо-технічний відділ (ВТВ), інші користувачі (ІК);

– в наявності є сервери (С), які входять в окрему групу;

– всі групи розмежовані і не мають прямого доступу між собою;

– користувачі груп С, Б і ФЕВ будуть розміщуватись тільки в офісі на вул. Інститутській, ВТВ та ІК – в обох офісах.

Визначившись із кількістю користувачів, типами комунікаційних інтерфейсів та каналами зв'язку, можна переходити до складання схеми мережі і IP-плану.

При проектуванні мережі слід дотримуватися ієрархічної моделі, яка має багато переваг в порівнянні з «плоскою мережею»: спрощується розуміння організації мережі, модель передбачає модульність, що означає можливість розширення мережі, простоту знаходження та локалізації проблеми, підвищення відмовостійкості за рахунок дублювання пристроїв та покладання функцій щодо забезпечення працездатності мережі на різні пристрої.

Відповідно до цієї моделі, мережа розбивається на три логічні рівня:

- ядро мережі (Core Layer: високопродуктивні пристрої, головне призначення – швидкий та безперебійний транспорт) забезпечує маршрутизатор 2811;

- розподільчий рівень (Distribution Layer: забезпечує застосування політик безпеки, QoS, агрегацію і маршрутизацію у VLAN, визначає ширококомвні домени). На цьому рівні використаний комутатор 2960 оскільки на ньому агрегуються в загальний транк всі VLAN-мережі.

- рівень доступу (Access Layer: як правило, у якості обладнання використовують комутатори, до яких підключаються кінцеві пристрої). Комутатори 2950 будуть використовуватись в якості пристроїв доступу (Access). До них будуть підключатися кінцеві користувачі, офісна техніка, сервери.

Введемо наступне правило щодо іменування мережевого обладнання:

«скорочена_назва_міста-назва_вулиці-роль_пристрою-порядковий_номер».

В таблиці 3.2 обладнанню ставляться у відповідність імена хостів (Hostnames) згідно вищезазначеного правила іменування.

Таблиця 3.2 – Іменування мережевого обладнання

Обладнання	Імена хостів (Hostname)
Маршрутизатор 2811	khm-inst-gw-1 (gw – GateWay – шлюз)
Комутатор 2960	khm-inst-dsw-1 (dsw – Distributionswitch)
Комутатори 2950	khm-inst-asw-N, khm-molod-asw1 (asw – Access switch)

Схеми комп'ютерної мережі у відповідності до рівнів моделі OSI (мережевий, каналний, фізичний) представлені на рисунках 3.1-3.3.

Схема мережевого рівня (рисунок 3.1) показує логіку маршрутизації локальних підмереж системи центральним маршрутизатором.

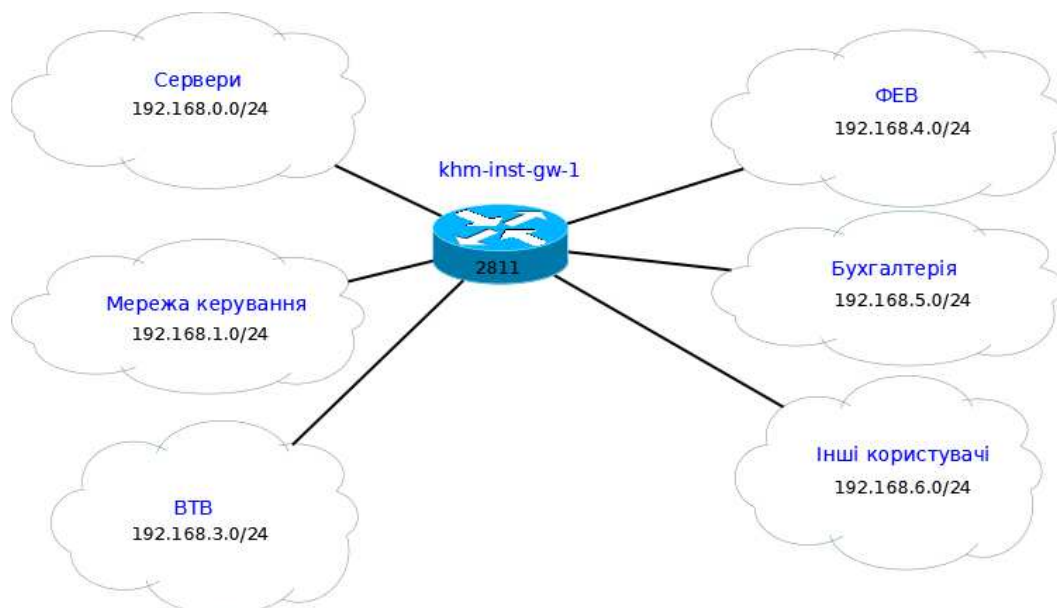


Рисунок 3.1 – Схема комп'ютерної мережі мережевого рівня

На схемі каналного рівня (рисунок 3.2) показані кінцеві робочі станції користувачів, сервери та мережеве обладнання, також схемі позначені VLAN-підмережі.

Нарешті фізичну будову комп'ютерної мережі із зазначенням портів для підключення пристроїв показано на фізичній схемі (рисунок 3.3).

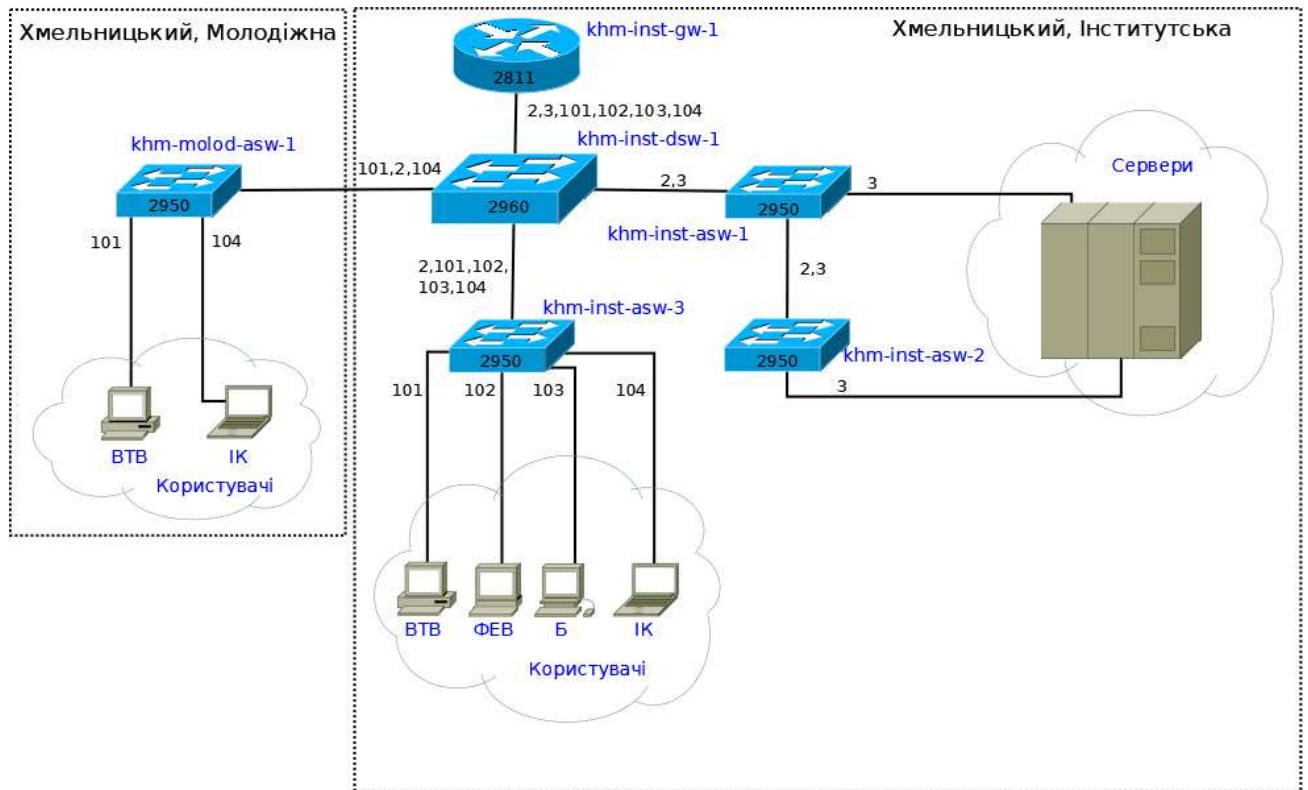


Рисунок 3.2 – Схема комп'ютерної мережі каналного рівня

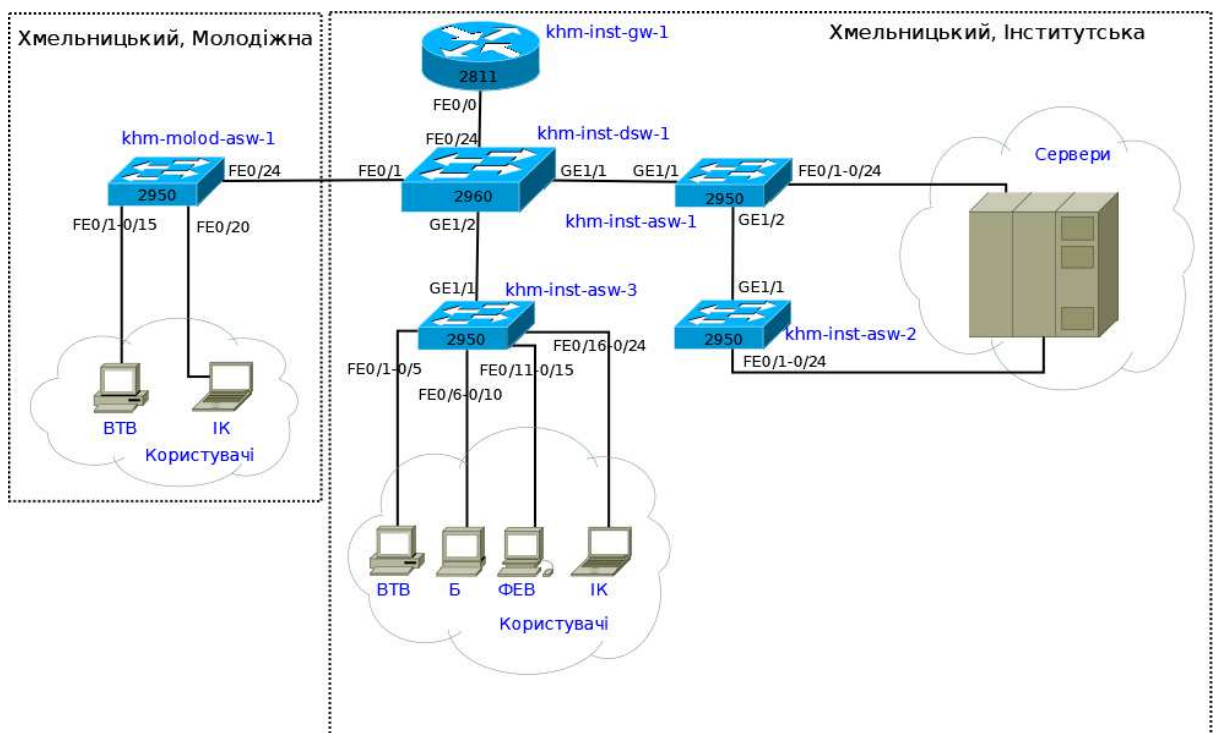


Рисунок 3.3 – Схема комп'ютерної мережі фізичного рівня

Кожна група пристроїв виділяється в окрему VLAN. Таким чином досягається обмеження широкомовних доменів. Також введено спеціальний VLAN для управління пристроями. Номери VLAN з 4 по 100 зарезервовані для майбутніх потреб. Список VLAN- підмереж подано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Список та опис VLAN-підмереж

№ VLAN	Назва VLAN	Опис
1	Default	Не використовується
2	Management	Для керування пристроями
3	Servers	Для серверів
4-100		Зарезервовано
101	VTV	Група користувачів ВТВ
102	FEV	Група користувачів ФЕВ
103	Accounting	Група користувачів бухгалтерії
104	Other	Інші користувачі

В таблиці 3.4 приводиться IP-план комп'ютерної мережі із зазначенням груп IP-адрес робочих станцій користувачів, серверного та мережевого обладнання.

Таблиця 3.4 – IP- план комп'ютерної мережі

IP-адреса	Примітки	VLAN
1	2	3
192.168.0.0/16		
192.168.0.0/24	Сервери	3
192.168.0.1	Шлюз	
192.168.0.2	Web	
192.168.0.3	File	
192.168.0.4	Mail	
192.168.0.5	PBX	
192.168.0.6-253	Зарезервовано	
192.168.1.0/24	Керування	2
192.168.1.1	Шлюз	
192.168.1.2	khm-inst-dsw-1	
192.168.1.3	khm-inst-asw-1	
192.168.1.4	khm-inst-asw-2	
192.168.1.5	khm-inst-asw-3	
192.168.1.6	khm-molod-asw-1	

Продовження таблиці 3.4

1	2	3
192.168.1.7-254	Зарезервовано	
192.168.2.0/24	Мережа Point-to-Point	
192.168.2.1	Шлюз	
192.168.2.2-254	Зарезервовано	
192.168.3.0/24	ВТВ	
192.168.3.1	Шлюз	101
192.168.3.2-254	Пул користувачів ВТВ	
192.168.4.0/24	ФЕВ	
192.168.4.1	Шлюз	102
192.168.4.2-254	Пул користувачів ФЕВ	
192.168.5.0/24	Бухгалтерія	
192.168.5.1	Шлюз	103
192.168.5.2-254	Пул користувачів Бухгалтерії	
192.168.6.0/24	Інші користувачі	
192.168.6.1	Шлюз	104
192.168.6.2-254	Пул інших користувачів	

Виділення підмереж є довільним за винятком числа вузлів в цій локальній мережі з урахуванням можливого розширення. В даному прикладі всі підмережі мають стандартну маску – 24.

План підключення мережевого обладнання показано в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – План підключення мережевого обладнання

Пристрій	Порт	Назва	VLAN, Access	VLAN, Trunk
1	2	3	4	5
khm-inst-gw-1	FE0/1	UpLink		
	FE0/0	khm-inst-dsw-1		2,3,101,102,103,104
khm-inst-dsw-1	FE0/24	khm-inst-gw-1		2,3,101,102,103,104
	GE1/1	khm-inst-asw-1		2,3
	GE1/2	khm-inst-asw-2		2,3,101,102,103,104
	FE0/1	khm-molod-asw-1		2,101,104
khm-inst-asw-1	GE1/1	khm-inst-dsw-1		2,3
	GE1/2	khm-inst-asw-2		2,3
	FE0/1	Web-server	3	
	FE0/2	File-server	3	

Продовження таблиці 3.5.

1	2	3	4	5
khm-inst-asw-2	GE1/1	khm-inst-asw-1		3,2
	FE0/1	Mail-Server	3	
	FE0/2	PBX-Server	3	
khm-inst-asw-3	GE1/1	khm-inst-dsw-1		2,101,102,103,104
	FE0/1- FE0/5	VTV	101	
	FE0/6- FE0/10	FEV	102	
	FE0/11- FE0/15	Accounting	103	
	FE0/16- FE0/24	Other	104	
khm-molod-asw-1	FE0/24	khm-molod-dsw-1		2,101,104
	FE0/1- FE0/15	VTV	101	
	FE0/20	Administrator	104	

При використанні програмних засобів імітаційного моделювання комп'ютерних мереж та мережевого обладнання доступні лише базові моделі обладнання, тому при моделюванні мережі будуть використовуватися моделі маршрутизатора Cisco 2811 та комутаторів Cisco 2960 та Cisco 2950.

3.1.2 Розробка номерного поля та схеми викликів

Вихідними даними для проектування номерного поля та схеми викликів є наступні вимоги до системи IP-телефонії:

- кожен працівник отримує особистий внутрішній та зовнішній телефонні номери та до трьох голосових ліній;
- співробітники відділів об'єднані в групи викликів, за кожною з яких закріплені внутрішній та зовнішній телефонні номери;
- передбачається можливість гнучкої переадресації вхідних викликів, у разі коли всі лінії абонента зайняті;
- можливість переходу будь-якої групи викликів у режим «Call-центру» із застосуванням голосових меню.

Одна із можливих реалізацій номерного плану подана в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Телефонний номерний план

Username	IP-адреса	Номер телефону		Група викликів	
		внутрішній	зовнішній	внутрішній	зовнішній
1	2	3	4	5	6
Виробничо-технічний відділ (ВТВ)					
user-vtv-01	192.168.3.11	2-01	0382-XXX-201	2-00	0382-XXX-200
user-vtv-02	192.168.3.12	2-02	0382-XXX-202		
user-vtv-03	192.168.3.13	2-03	0382-XXX-203		
user-vtv-04	192.168.3.14	2-04	0382-XXX-204		
user-vtv-05	192.168.3.15	2-05	0382-XXX-205		
Фінансово-економічний відділ (ФЕВ)					
user-fev-01	192.168.4.11	3-01	0382-XXX-301	3-00	0382-XXX-300
user-fev-02	192.168.4.12	3-02	0382-XXX-302		
user-fev-03	192.168.4.13	3-03	0382-XXX-303		
user-fev-04	192.168.4.14	3-04	0382-XXX-304		
user-fev-05	192.168.4.15	3-05	0382-XXX-305		
user-fev-06	192.168.4.16	3-06	0382-XXX-306		
user-fev-07	192.168.4.17	3-07	0382-XXX-307		
Бухгалтерія (Б)					
user-buh-01	192.168.5.11	4-01	0382-XXX-401	4-00	0382-XXX-400
user-buh-02	192.168.5.12	4-02	0382-XXX-402		
user-buh-03	192.168.5.13	4-03	0382-XXX-403		
user-buh-04	192.168.5.14	4-04	0382-XXX-404		
user-buh-05	192.168.5.15	4-05	0382-XXX-405		
user-buh-06	192.168.5.16	4-06	0382-XXX-406		
user-buh-07	192.168.5.17	4-07	0382-XXX-407		
Інші користувачі (ІК)					
user-etc-01	192.168.6.11	5-01	0382-XXX-501	5-00	0382-XXX-500
user-etc-02	192.168.6.12	5-02	0382-XXX-502		
user-etc-03	192.168.6.13	5-03	0382-XXX-503		
user-etc-04	192.168.6.14	5-04	0382-XXX-504		
user-etc-05	192.168.6.15	5-05	0382-XXX-505		
user-etc-06	192.168.6.16	5-06	0382-XXX-506		
user-etc-07	192.168.6.17	5-07	0382-XXX-507		

Реалізовано два режими прийому вхідних дзвінків:

- стандартний, коли допускаються тільки виклики окремим абонентам і у разі якщо усі голосові лінії зайняті, звучить сигнал «зайнято»;

– груповий, коли дзвінки приймаються в режимі Call -центру.

Відповідні блок-схеми алгоритмів обробки вхідних викликів зображені на рисунках 3.4 та 3.5.

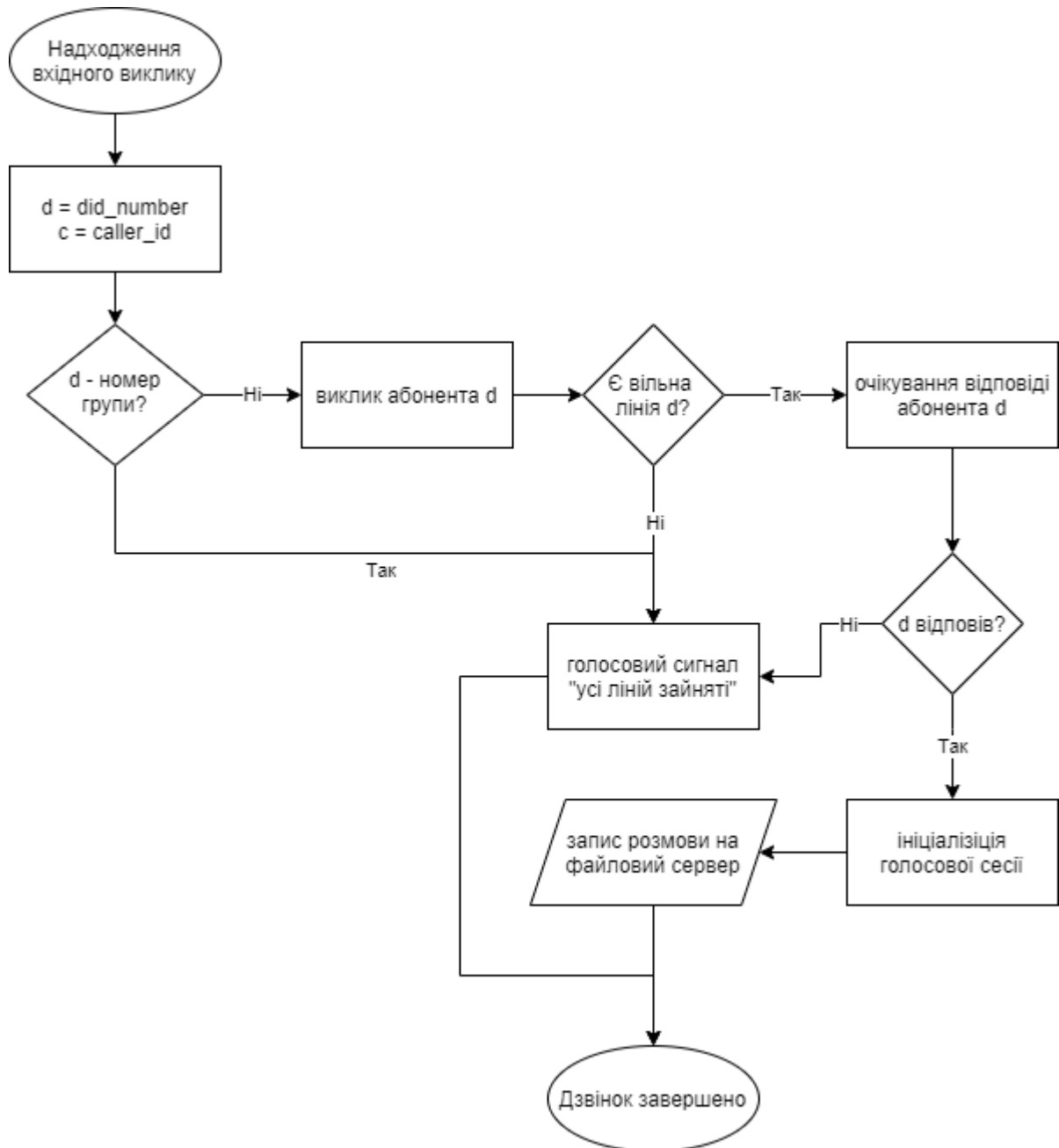


Рисунок 3.4 – Блок-схема алгоритму прийому вхідних викликів у стандартному режимі

У стандартному режимі прийому вхідних викликів система ініціює голосові сесії лише у випадку прямих викликів абонентів. В цьому режимі

групові виклики не приймаються, а при надходженні виклику на групові номери програвється сигнал «усі лінії зайняті».

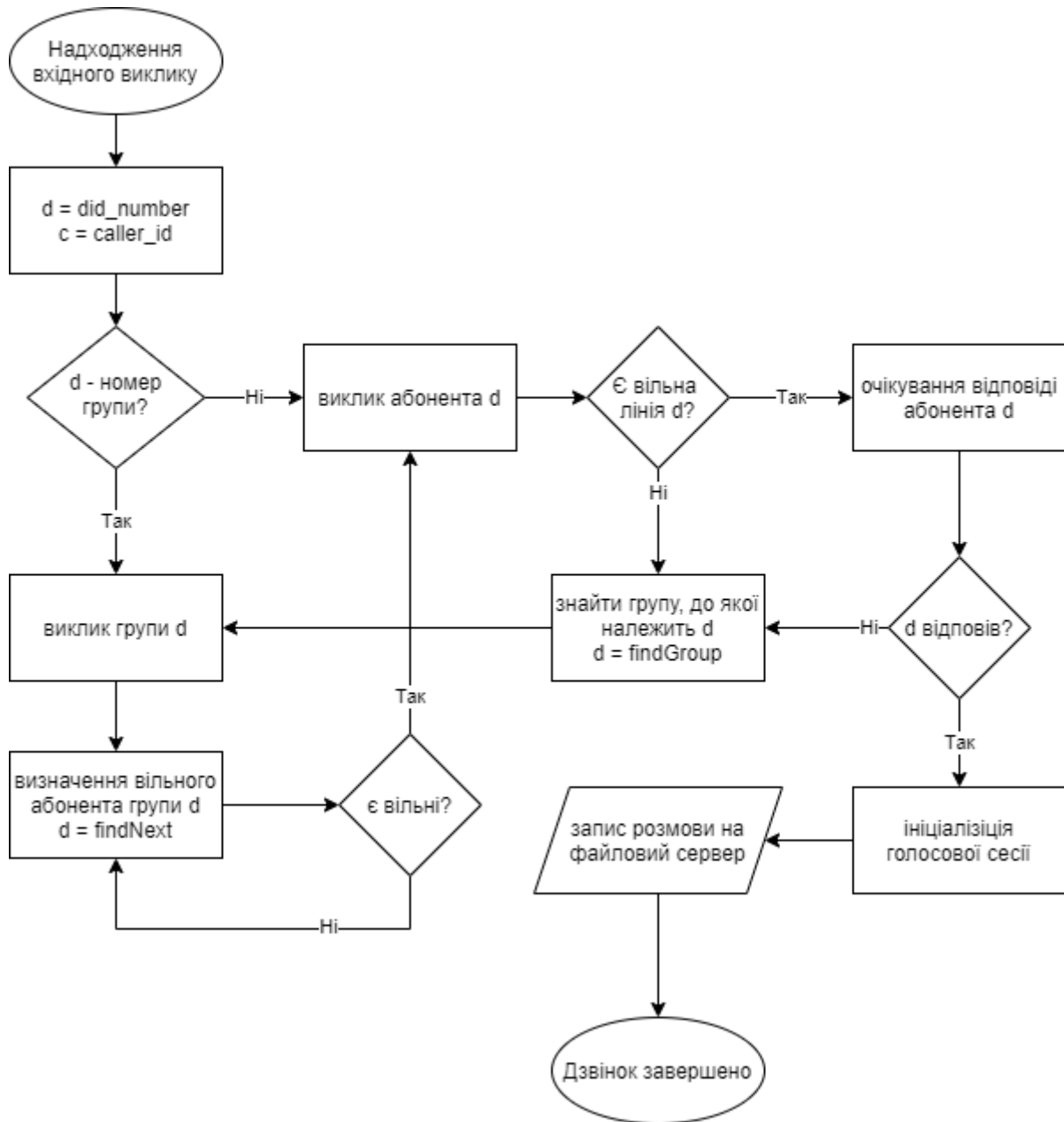


Рисунок 3.5 – Блок-схема алгоритму обробки вхідного виклику в груповому режимі

У випадку активації групового режиму прийому вхідних викликів доступними також стають групові номери телефонів. При цьому прямі виклики також обслуговуються і у випадку, коли усі голосові лінії абонента зайняті, виконується переадресація на групу викликів, до якої належить даний абонент.

3.2 Оптимізація схеми побудови мереж VoIP

В умовах ринку жодна фірма не може обійтися без таких засобів телекомунікацій, як традиційна і IP телефонія, факс, мобільні телефони і т.п. Витрати на оплату послуг зв'язку в загальній структурі витрат будь-якої компанії досить великі.

За допомогою використання програмного продукту Asterisk і з використанням спеціальних GSM шлюзів можна значно оптимізувати роботу телефонної мережі компанії і таким чином зменшити її витрати на оплату трафіку.

Припустимо стандартну ситуацію, коли офіс підключений до телефонної мережі загального користування (ТМЗК) та співробітники компанії здійснюють досить велику кількість дзвінків на місцеві міські номери, міжнародні та міжміські дзвінки, а також дзвінки на мобільні телефони (рисунок 3.6).

Всі дзвінки - невід'ємна частина повноцінної роботи компанії, які виливаються в досить круглу суму. Але існує простий спосіб економії коштів на телефонних розмовах у компанії.

Розглянемо варіант, що дозволяє зменшити вартість з'єднань між мобільними абонентами і офісними телефонами. Для цього до офісної АТС по PRI каналу підключимо GSM шлюз. При цьому GSM шлюз може містити різну кількість контактів, в залежності від потреби компанії.

Запрограмувавши АТС відповідним чином, можна перемикати дзвінки з офісних телефонів на номери операторів стільникового зв'язку за маршрутом найменшої вартості (LCR), іншими словами, виклики з внутрішніх офісних телефонів через GSM шлюз з'єднуються з номерами операторів стільникового зв'язку за тарифом «улюблений номер». Відповідно, вартість дзвінків на мобільні телефони при використанні GSM шлюзу різко знижується.

Крім того, при дзвінку співробітника з мобільного телефону на офісний телефон через GSM шлюз буде заощаджуватися досить значна сума, яка варіюється в залежності від обраного тарифу.

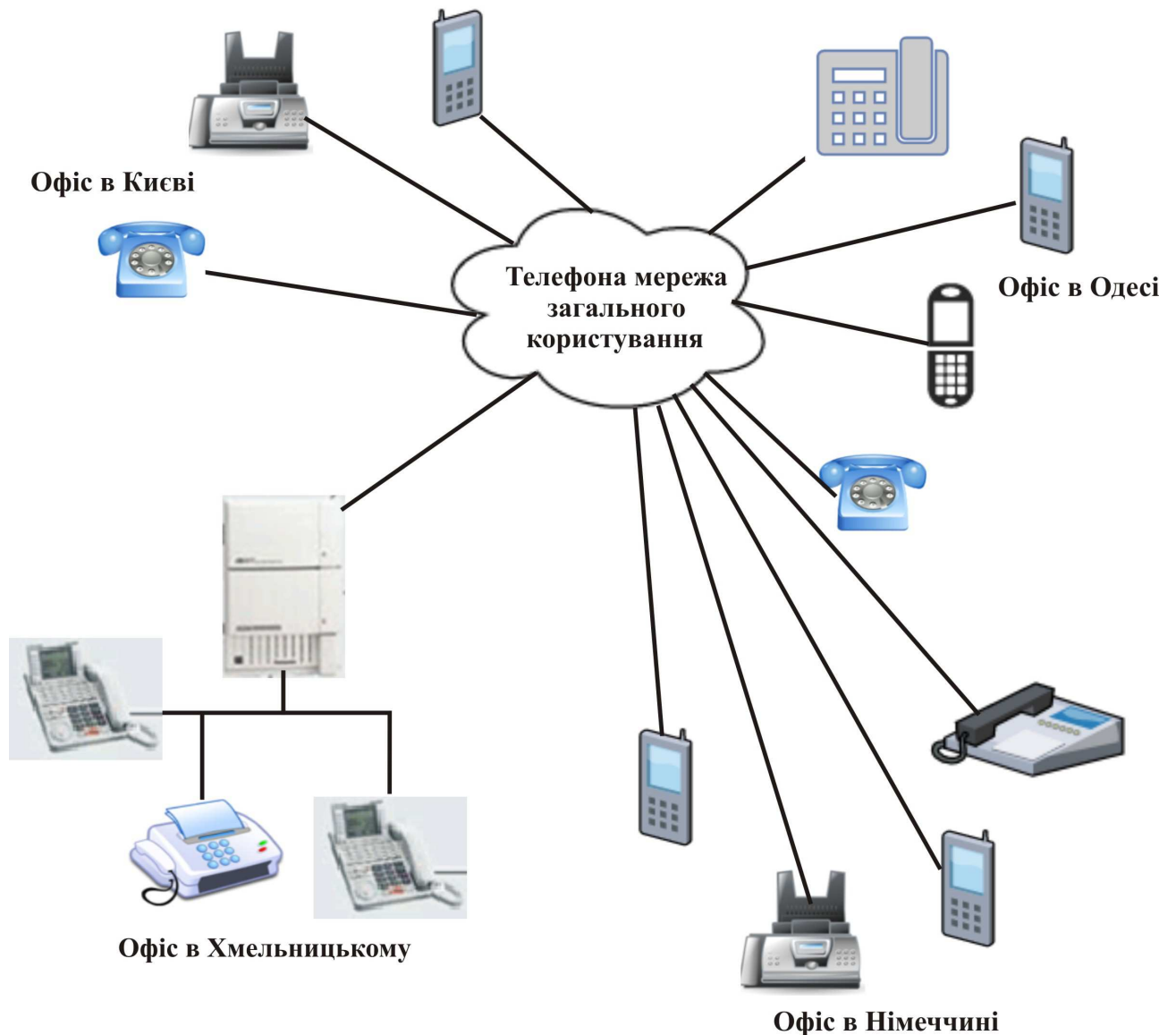


Рисунок 3.6 – Приклад схеми мережі компанії

При цьому, при необхідності здійснення дзвінків на звичайний міський номер, можна також використовувати GSM шлюз. Тобто сигнал через GSM шлюз і офісну АТС надходить в звичайну аналогову телефонну мережу. Таким чином, фірма може економити на дзвінках співробітників з мобільних телефонів на звичайні міські телефони.

При використанні GSM шлюзу вартість дзвінка на місцевий міський телефон буде тарифікуватися за тарифом «улюблений номер». Крім того, використання GSM шлюзу дає можливість здійснювати міжміські та міжнародні дзвінки, економлячи при цьому значні кошти.

Варіант зменшення вартості з'єднань між мобільними абонентами і офісними телефонами наведений на рисунку (рисунок 3.7).

Використання IP-телефонії - один з відомих способів зниження вартості телефонних розмов компанії. Тому розглянемо варіант спрямування частини голосового трафіку зі звичайних телефонних ліній в IP-мережу. Зазвичай такий метод приносить велику економію при великій кількості міжміських і міжнародних дзвінків. Щоб скористатися всіма плюсами IP-телефонії необхідно використання IP-шлюзу. У нашому випадку в якості IP-шлюзу встановимо Астеріск-сервер, на базі PCI плати, наприклад, Digium.

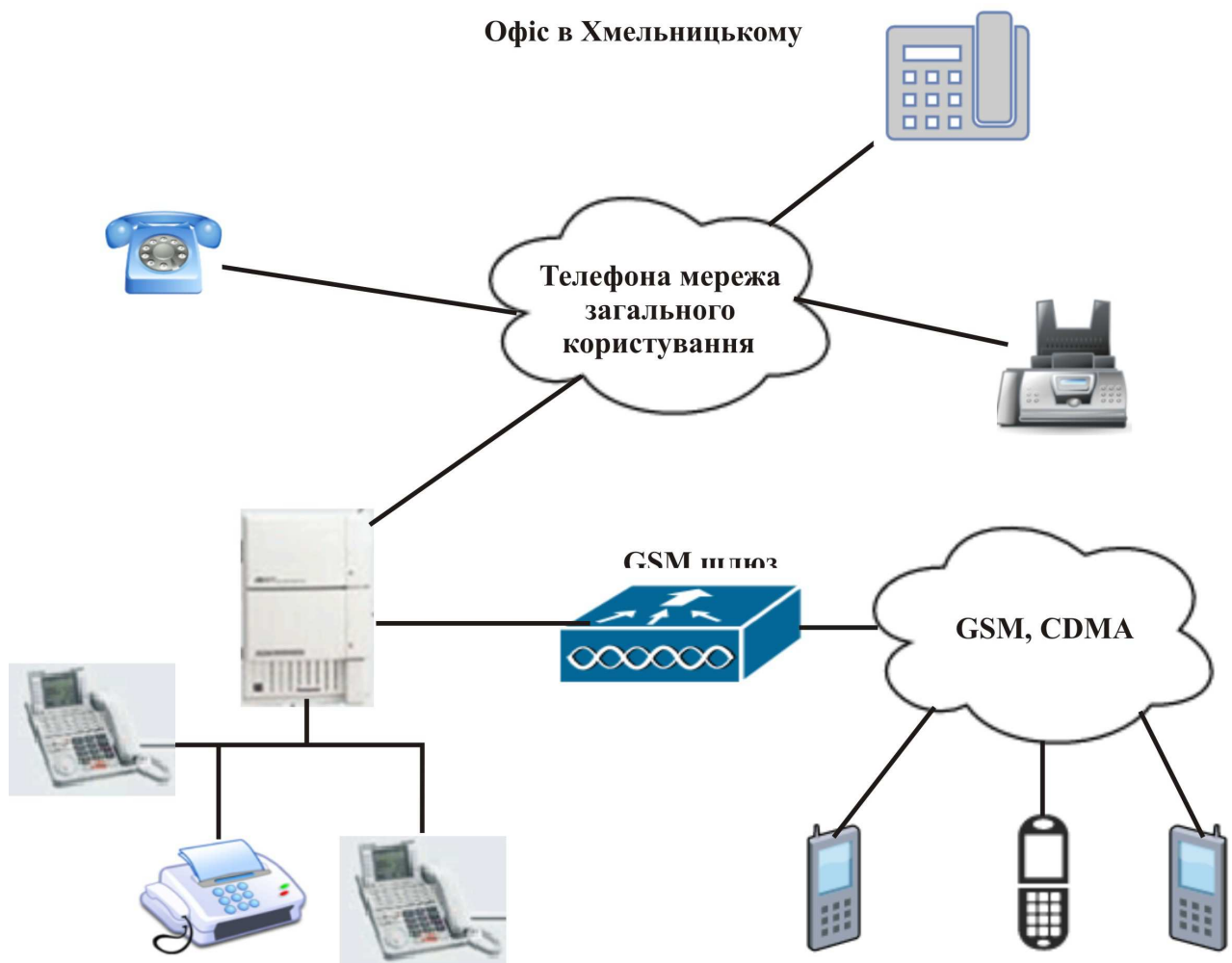


Рисунок 3.7 – Побудова мережі з виходом на міжміські розмови з використанням GSM- шлюзів

Запрограмувавши офісну АТС відповідним чином, можна мобільні, міжміські виклики направити в IP-мережі. Офісна АТС сама визначає, який виклик куди направити, тобто внутрішні і міські з'єднання вона пропустить через себе, а міжміські та мобільні з'єднання вона перенаправить в Asterisk-сервер. Сервер визначить тип дзвінка мобільний або провідний (по IP-мережі). У разі якщо виклик мобільний, Asterisk перенаправить виклик в GSM-шлюз, який здійснить з'єднання через GSM мережу з потрібним мобільним телефоном. Якщо ж виклик провідний (по IP-мережі), то Asterisk - сервер перетворює сигнал, що надійшов з офісною АТС, в IP-сигнал і відправить його в Інтернет.

Впровадження даного рішення дозволить здійснювати дзвінки з офісного телефону не тільки в ТМЗК, але і в IP і GSM середовища (рисунок 3.8).

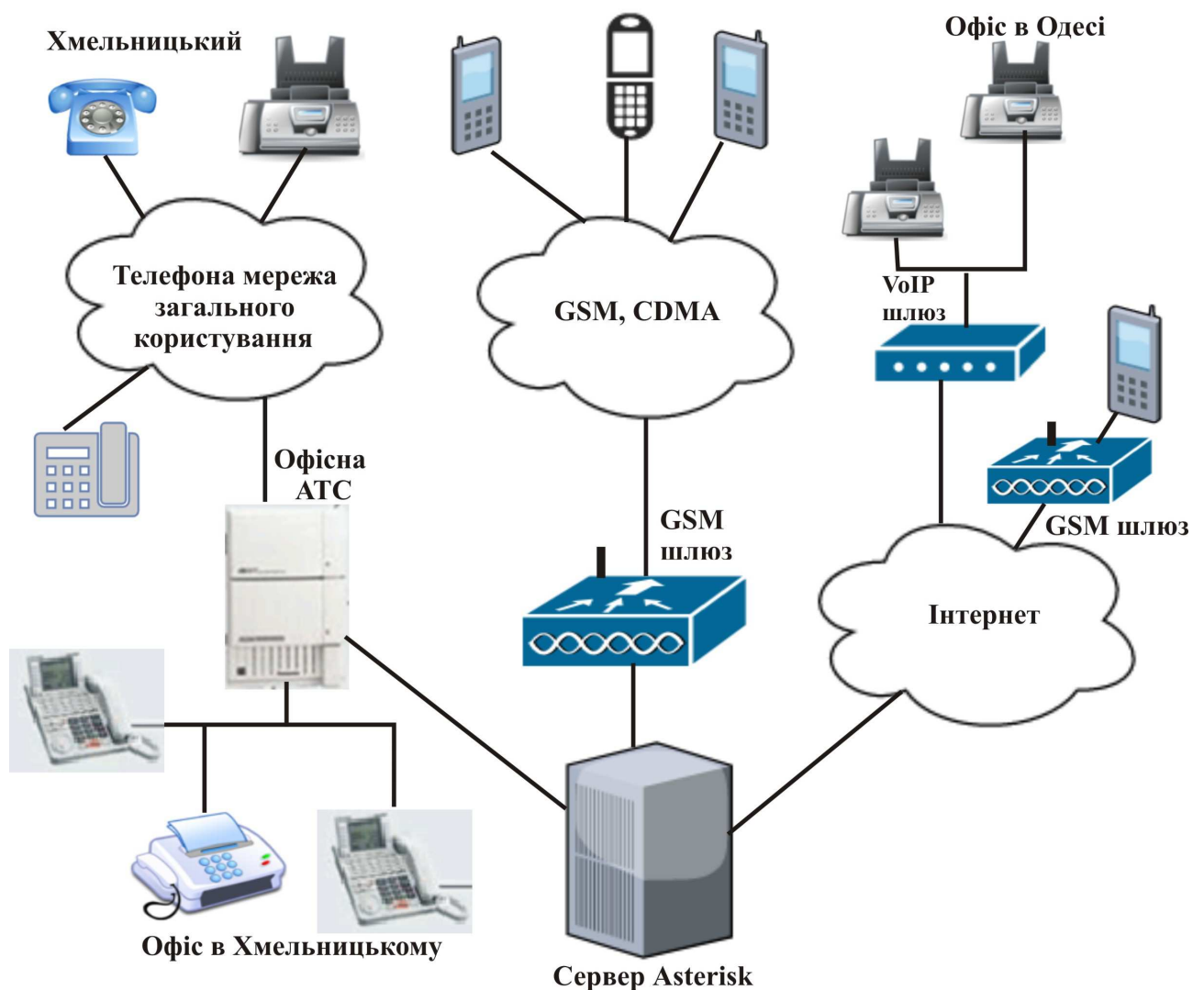


Рисунок 3.8 – Схема корпоративної мережі з сервером Asterisk

Використання Asterisk сервера дає ряд досить істотних переваг. Якщо необхідно часто здійснювати дзвінки в офіси, що розташовані в інших містах України, то при зв'язку з таким офісом, немає необхідності набирати повністю міжміський номер, а необхідно просто набрати внутрішній тризначний номер потрібного співробітника іншого офісу. При цьому вартість розмови буде дорівнювати вартості трафіку. Також, слід зауважити, що на іншому кінці IP з'єднання обов'язково повинен стояти IP-шлюз, наприклад Asterisk- сервер.

Існують схеми, що дозволяють обійтися і без Asterisk-сервера (рисунок 3.9). Для цього необхідно офісний Asterisk-сервер зареєструвати в мережі SIP оператора. Через SIP оператора можна здійснювати дзвінки в будь-яку точку планети: на IP-телефони або програмні телефони, на будь-які мобільні телефони, на міські телефони. З'єднання здійснюється за мінімальними тарифними планами місцевого зв'язку.

У деяких випадках в віддалених офісах в других містах є можливість використання VoIP GSM шлюзу, зареєстрованого в мережі SIP оператора або на Asterisk-сервері головного офісу. У даного варіанті через шлюз можна здійснювати міжміські дзвінки за тарифом «улюблений номер».

Крім того, замість VoIP GSM шлюзу можна використовувати програмний комутатор до якого можуть бути підключені звичайні офісні телефони, GSM ISDN шлюзи, офісна АТС, факс та інші необхідні офісні пристрої.

В даний час для спілкування широко використовується програма Skype, використання якої дає можливість також отримати істотну економію на телефонних розмовах. Особливу привабливість для абонентів мережі Skype представляють «безкоштовні» дзвінки всередині мережі. У США і Європі, де Skype більш поширений, він є стандартним атрибутом офісної телефонії.

Розглянемо подібну схему на базі Skype пристроїв. Існують Skype шлюзи, які об'єднують в собі FXO - FXS, GSM і Skype середовища, що дозволяє абонентам GSM мереж, офісних АТС і Інтернет користувачам Skype вільно спілкуватися між собою. Так, наприклад, якщо Skype шлюз містить 4 GSM канали, 4 FXO, 4 FXS, тоді він дозволяє вести одночасно до 4-х Skype розмов з

одного Skype зареєстрованого номеру. За допомогою двох таких пристроїв можна об'єднати 2 віддалених офіси, інтегрувавши в кожен офісну станцію АТС і GSM абонентів з усіма підключеними до неї Skype користувачами (рисунок 3.10).

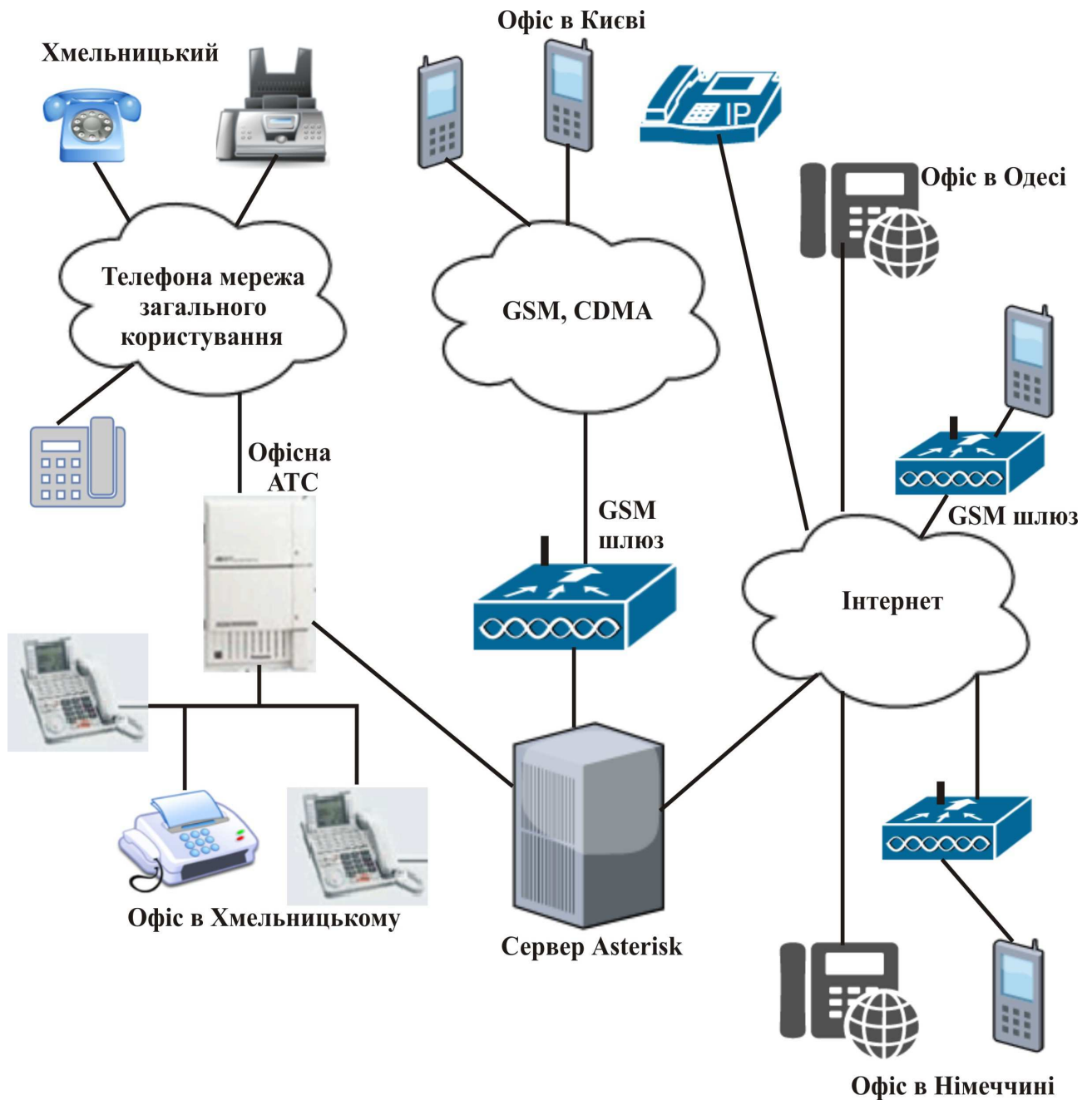


Рисунок 3.9 – Схема корпоративної телефонії на основі VoIP GSM шлюзу, зареєстрованого в мережі SIP оператора або на Asterisk-сервері головного офісу

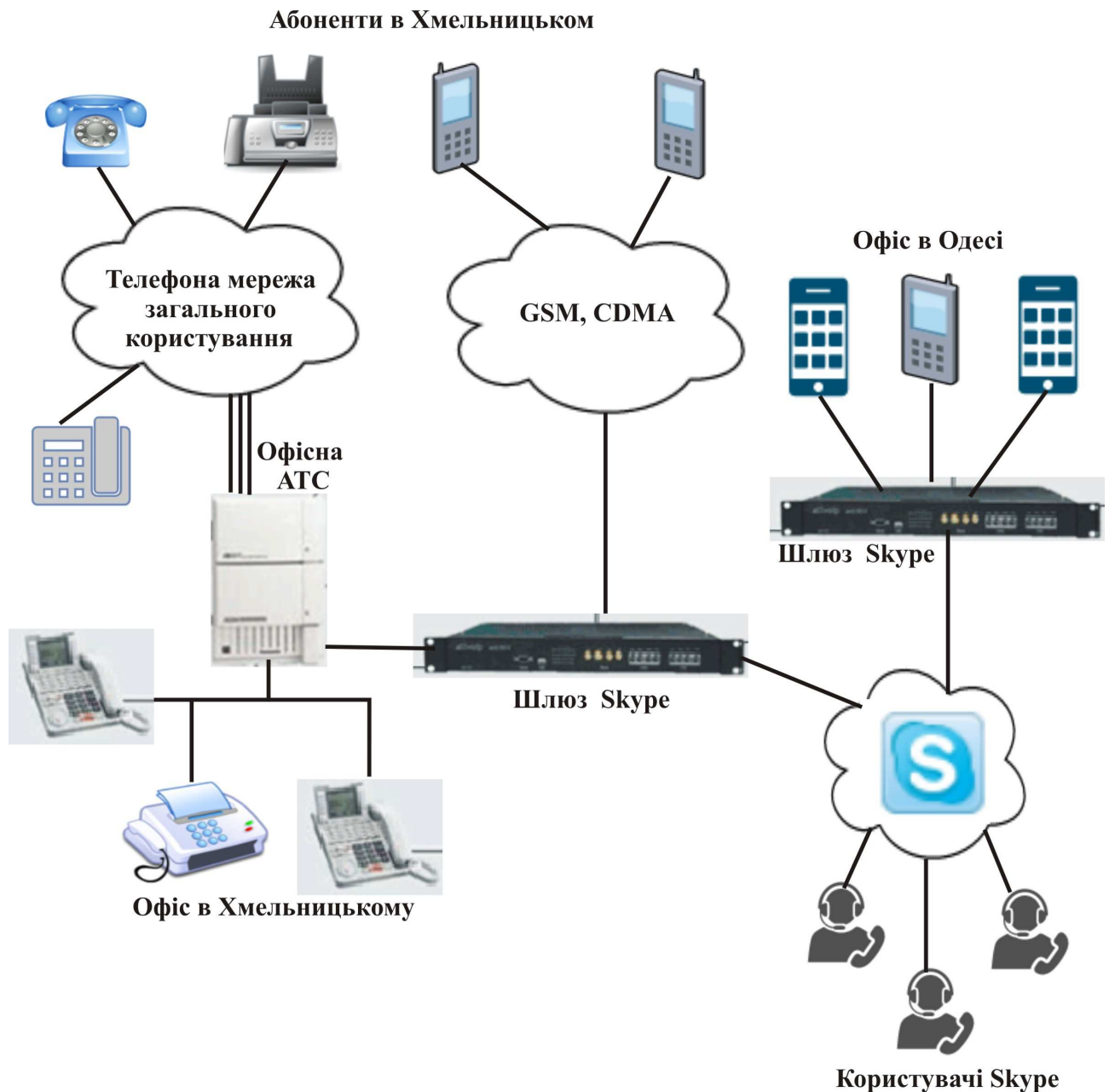


Рисунок 3.10 - Схема корпоративної телефонізації на базі Skype пристроїв

Отже, враховуючи всі попередні структурні реалізації телефонізації будь-якого підприємства можна побудувати найбільш економічну, зручну і гнучку схему телефонії в сучасному офісі (рисунок 3.11). У цієї схеми є два рівнозначних ядра, навколо яких і побудована вся телефонія в сучасному офісі.

Схема на рисунку об'єднує всі можливі (крім супутникового телефонії) види телефонного зв'язку (рисунок 3.11).

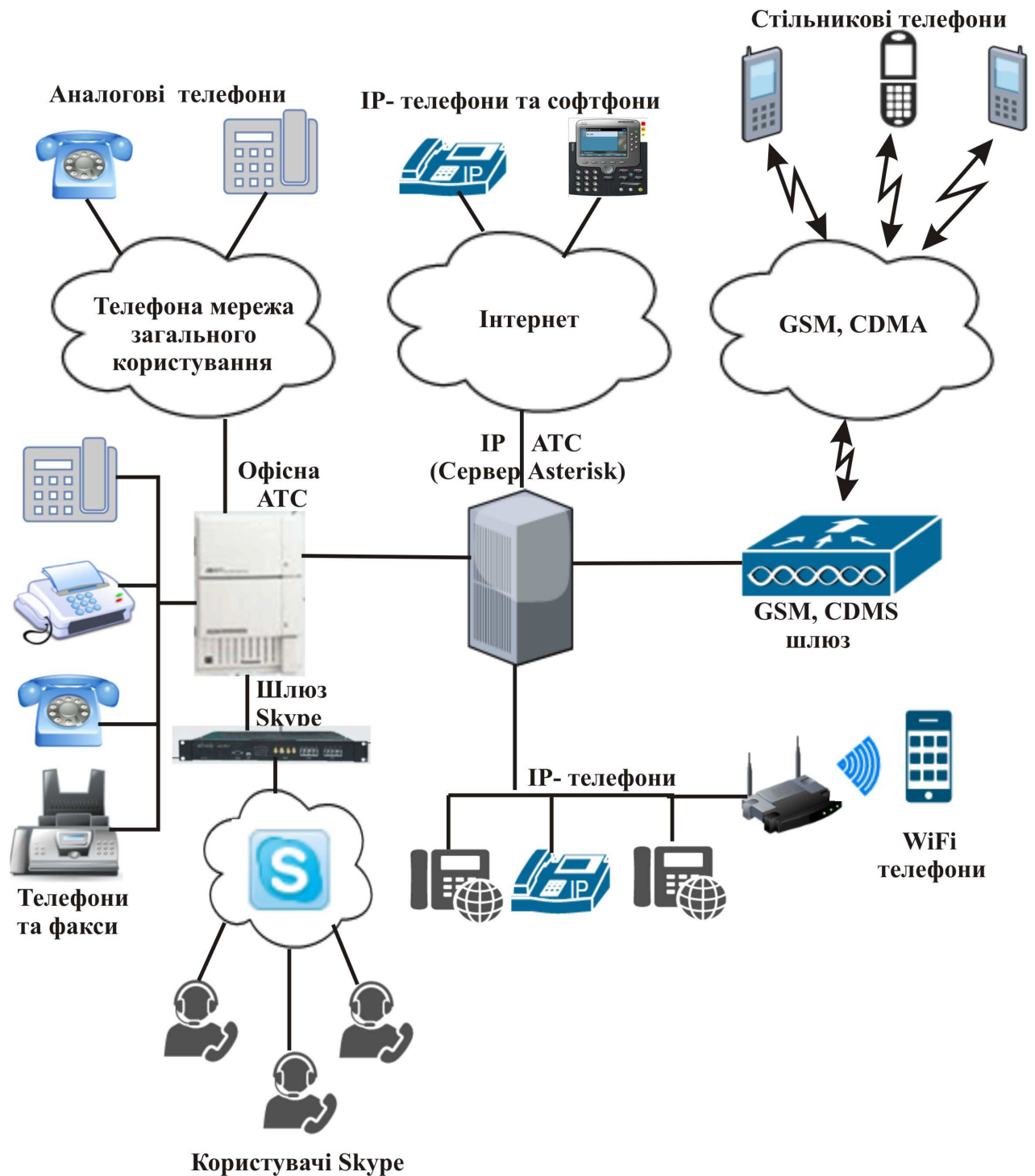


Рисунок 3.11 – Оптимізована схема телефонії в сучасному офісі

При правильному налаштуванні схеми (рисунок 3.11) можна:

- звести до мінімуму витрати на телефонні переговори за рахунок використання IP-телефонії та GSM шлюзів. Також, гнучко спілкуватися зі своїми клієнтами. Наприклад, якщо потрібний клієнт знаходиться за кордоном, то простіше і дешевше спілкуватися з ним за допомогою Skype мережі. В

умовах, коли немає в офісі мобільного зв'язку, немає можливості здійснення дзвінка з міського телефону, але є тільки можливість виходу в мережу Internet, то спілкування може проходити за допомогою мереж SIPNET, Skype, Google Talk або Gizmo Project.

- гнучко розширювати телефонні сервіси всередині офісу. Наприклад, можна поставити кожному співробітнику по 2 телефони: звичайний офісний телефон і IP-телефон.

- реалізувати концепцію мобільного офісу. Будь-який співробітник може зі свого мобільного телефону недорого телефонувати на будь-який мобільний або стаціонарний телефон (або соффон) в будь-якій точці планети.

- економити час співробітників. Наприклад, якщо потрібно постійно дзвонити на мобільний номер керівника, який рідко буває в офісі, то можна запрограмувати офісну АТС і Asterisk-сервер, щоб при наборі додаткового номера йшов виклик через GSM шлюз мобільного телефону вашого керівника по LCR маршруту найменшої вартості.

Реалізація рішень на базі Asterisk сервера з використанням GSM - шлюзів дає можливість просто і якісно оптимізувати телефонну мережу будь-якої компанії і отримати великий набір функцій, що допоможе швидко і якісно задовольнити всі вимоги бізнесу.

3.3 Обладнання та програми VoIP телефонії

VoIP телефонія забезпечує прийом-передачу мови між комп'ютерами (з підключеними мікрофонами і навушниками або динаміками), комп'ютером і стаціонарним (аналоговим і цифровим) телефоном, мобільним і IP-телефонами, а також між будь-якими з перерахованих видів телефонів в довільних комбінаціях. Відзначимо, що звичний аналоговий телефонний апарат можна перетворити в IP-телефон, включивши між його входом і інтернет-розеткою аналоговий телефонний адаптер (VoIP АТА) [14,15].

Кожен IP-телефон (з провідним і безпроводовим входом / виходом або вбудованим аналоговим модемом) підключається до мережі інтернет-провайдера, потім проходить реєстрацію у оператора послуг IP-телефонії, отримуючи при цьому логін і пароль.

Але для використання цієї технології наявність спеціального апарату не обов'язкове, якщо встановити на комп'ютері програму-клієнт, яка імітує телефон, і підключити до персонального комп'ютера навушники і мікрофон або USB-телефон, який виконує функції навушників і мікрофону. Такий комп'ютерно-програмний комплекс називається софтфон (програмний телефон). Програмне забезпечення (ПЗ) SoftPhone можна безкоштовно скачати на веб-сайті провайдера IP-телефонії, після чого там же зареєструвати свій пристрій. Найпопулярнішою безкоштовною програмою для VoIP -телефонії в світі є Skype.

Різновидом програмних телефонів є дворезимні GSM / WiFi (стільниковий / VoIP) мобільні телефони, які використовуються в двох режимах: в GSM-мережі вони поведуться як стільниковий телефон, а в WiFi-зоні (при встановленому в телефоні ПЗ SoftPhone) - в IP -мережі. Причому в другому режимі роумінг в мобільній мережі практично безкоштовний.

До терміналів VoIP-телефонії належать провідні і безпроводові телефони, апарати факсимільного зв'язку, USB-, WiFi-, софт, IP- і відео-IP-телефони.

Відеотелефон - обладнання, яке працює за VoIP технологією, забезпечує ефект присутності в офісі абонента, як би «на іншому кінці лінії», завдяки чому підвищується результативність бізнес-переговорів.

Для організації голосового зв'язку, що здійснюється між комп'ютерами, IP-телефонами і відеотелефонами, досить з'єднати їх кабелем з інтернет-розеткою і увійти в Інтернет. А для зв'язку IP-мережі з ТМЗК необхідне застосування аналогових VoIP шлюзів FXS або FXO. У разі ж цифрових телефонних мереж ISDN (англ. Integrated Services Digital Network) їх зв'язок з Всесвітньою павутиною забезпечується цифровими VoIP-шлюзами.

VoIP-шлюзи дозволяють підключитися до мереж декількох операторів для створення декількох маршрутів трафіку з мінімальними тарифами, зарезервувати їх для використання при виникненні перевантажень і відмов в мережах стаціонарного та мобільного зв'язку. При цьому, завдяки наявності альтернативних маршрутів, компанії можуть досягти помітного зменшення витрат на послуги зв'язку, збільшивши при цьому доступність абонентів, що знаходяться в мережах, які підтримують різні технології передачі голосу.

У VoIP-шлюзі можуть бути створені віртуальні об'єкти, які визначають маршрутизацію телефонних дзвінків, що дозволяє компанії «безмежно» підключати прямі номери в будь-якій державі планети (ця технологія називається Direct Inward Dialing, DID) [16].

Висновки до третього розділу

1. Спроектована високошвидкісна локальна комп'ютерна мережа компанії з централізованим управлінням, за обраною топологією «зірка», обґрунтований вибір апаратно – програмних складових мережі. Побудована віртуальна мережа (VLAN) надає можливості створення, групування та перегрупування мережевих сегментів логічно і негайно, легкого додавання, переміщення і зміни користувачів мережі, без зміни фізичної інфраструктури мережі підприємства та від'єднання бізнес - користувачів і серверів.

2. Запропонована оптимальна структурна реалізація телефонної мережі офісу, що передбачає використання власного Asterisk сервера та GSM – шлюзів. Таке рішення дозволяє просто і якісно оптимізувати телефонну мережу компанії, отримати великий набір функцій VoIP - телефонії, що допоможе швидко і якісно задовольнити всі вимоги бізнесу.

3. Розроблені блок –схеми алгоритмів прийому вхідних VoIP викликів у режимах стандартної обробки вхідного виклику та в груповому, що дало змогу забезпечення функціями одночасного обслуговування групових викликів, прямих викликів та викликів з переадресацією системою телефонії.

4. На основі розробленої інфраструктури віртуальної локальної мережі проведена структурна IP-телефонізація компанії з використанням високоякісних телефонних IP з'єднань, що дозволило зекономити смугу пропускання, знизити тарифи на телефонні корпоративні розмови та забезпечити високу надійність і універсальність. Ієрархічна, модульна структура моделі передбачає можливість розширення мережі, простоту знаходження та локалізації проблеми та підвищення відмовостійкості за рахунок дублювання пристроїв і покладання функцій щодо забезпечення працездатності мережі на ці пристрої.

4 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ НА БАЗІ СИСТЕМИ ASTERISK

4.1 Опис програмного забезпечення VirtualBox

Віртуальні машини представляють собою емуляцію пристроїв на іншому пристрої. Програмні засоби віртуалізації дозволяють запускати віртуальну машину (як звичайну програму) під керуванням потрібної операційної системи (ОС) на персональному комп'ютері (ПК) або сервері із іншою ОС.

Програмне забезпечення Oracle VM VirtualBox є багатофункціональним інструментом для створення ізольованих віртуальних машин, воно пропонує високу продуктивність, а також є єдиним професійним рішенням, яке знаходиться у вільному доступі з відкритим вихідним кодом на умовах GNU GeneralPublicLicense (GPL) v.2 [17].

ПЗ VirtualBox підтримує велику кількість гостьових ОС, в тому числі Windows (NT 4.0, 2000, XP, Server 2003, Vista, Windows 7), DOS, Linux (2.4 і 2.6), Solaris і OpenSolaris, OS / 2 і OpenBSD та багато інших. ПЗ активно розвивається, регулярно оновлюється і постійно розширяє список функцій.

ПЗ VirtualBox доступне для безкоштовного завантаження з офіційного сайту розробників <https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>. Там представлені версії для Windows, Mac OS X і Linux. Після завантаження необхідно запуснути завантажений файл і пройти простий процес установки (в більшості випадків достатньо залишити всі параметри за замовчуванням).

Під час установки VirtualBox, якщо залишити включеним компонент для доступу до Інтернету з віртуальних машин, система видасть попередження «Warning: Network Interfaces», яке повідомляє про те, що в процесі настройки Інтернет - підключення буде тимчасово розірвано (і відновиться автоматично після установки драйверів і налаштування підключень).

На рисунках 4.1 та 4.2 показані діалогові вікна початку встановлення та вибору компонентів VirtualBox.

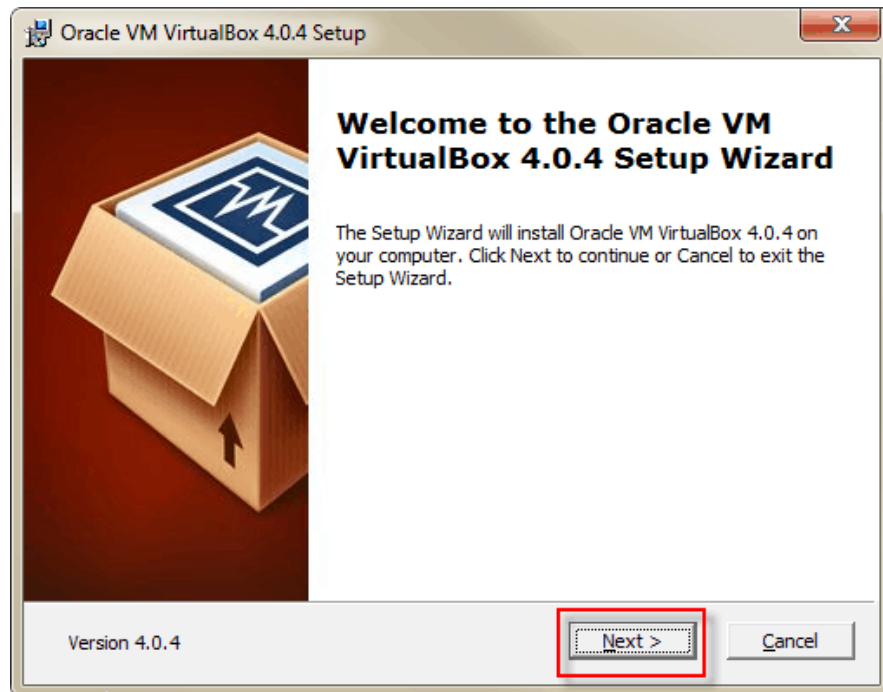


Рисунок 4.1 – Діалогове вікно початку процесу встановлення ПЗ VirtualBox

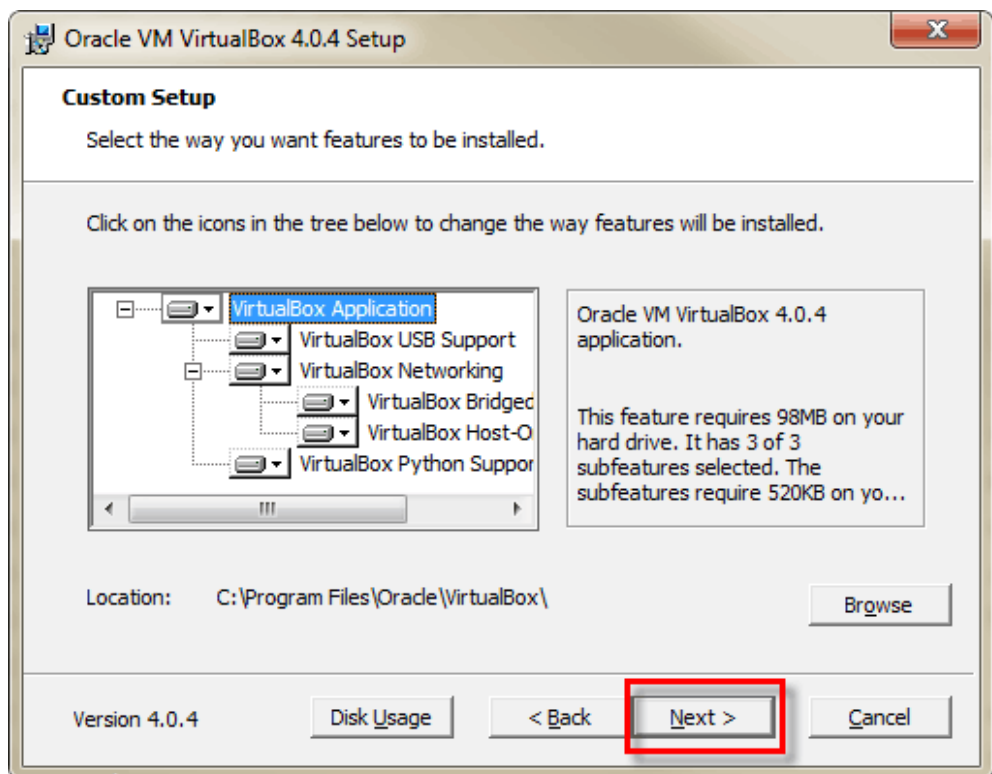


Рисунок 4.2 – Вікно вибору компонентів при встановленні ПЗ VirtualBox

Діалогове вікно із прогресом встановлення ПЗ VirtualBox та вікном попередження показано на рисунку 4.3.

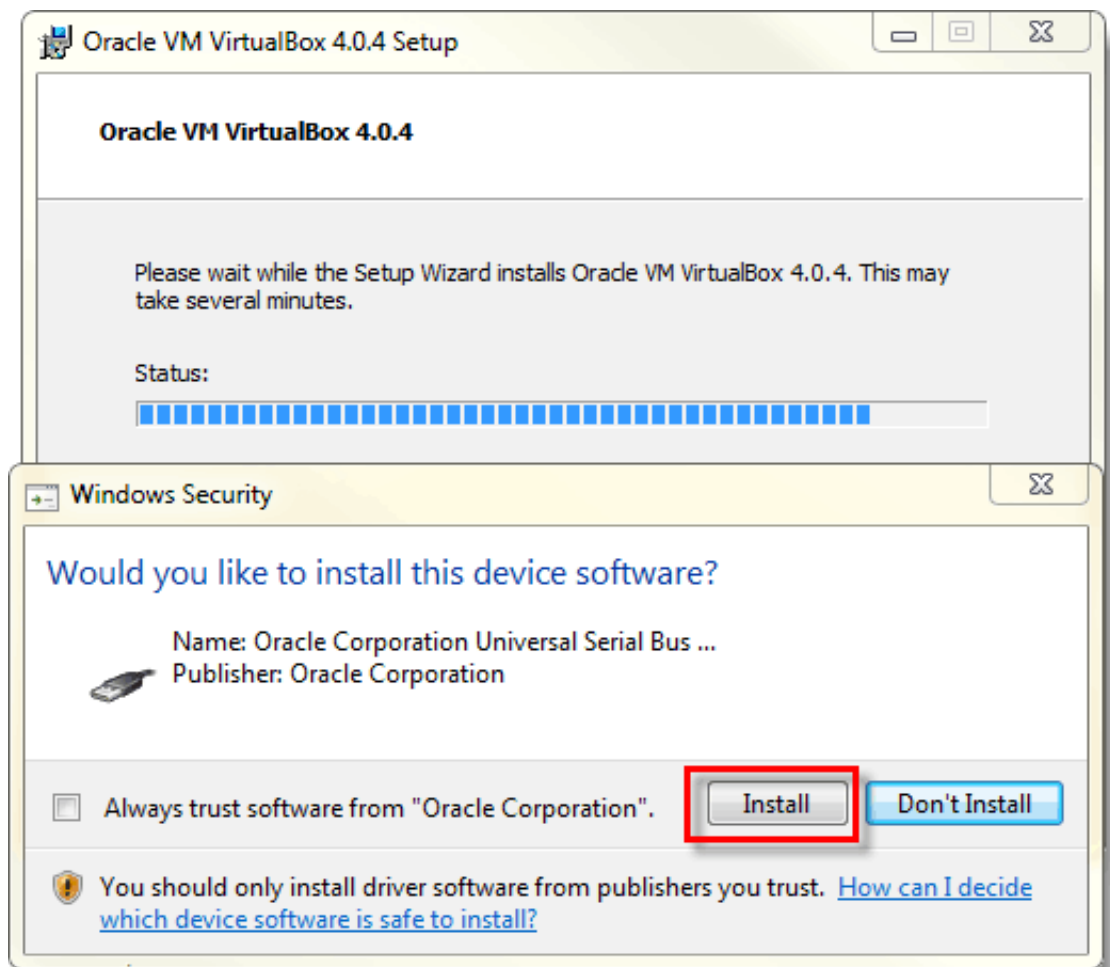


Рисунок 4.3 – Діалогове вікно прогресу встановлення ПЗ VirtualBox та попередження системи безпеки OS Windows

Процес встановлення VirtualBox триватиме приблизно 5-10 хвилин залежно від конфігурації системи. У випадку роботи з ОС Windows, кожні кілька хвилин з'явиться діалогове вікно безпеки Windows, де потрібно дати дозвіл на встановлення компонентів VirtualBox.

По завершенню процесу встановлення ПЗ VirtualBox програма стає доступна для запуску через меню «Пуск», або через ярлик на робочому столі.

Головне вікно програми VirtualBox показано на рисунку 4.4.

4.2. Встановлення та налаштування віртуальних машин в програмному середовищі віртуалізації VirtualBox

Розглянемо процес створення і налаштування віртуальних машин під управлінням ОС Ubuntu Linux та Microsoft Windows 7 в середовищі VirtualBox. Віртуальна машина на Linux буде використана в якості PBX-сервера IP-телефонії, а Windows – для встановлення клієнтського ПЗ та Soft-телефонних програм для голосового зв'язку.

В таблиці 4.1 показані технічні характеристики віртуальних машин, необхідних для моделювання системи IP-телефонії.

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики віртуальних машин

Характеристики	Сервер (Server)	Клієнт (Client)
Назва	UbuntuLinux	Windows 7
Обсяг ОЗП	512 Мб	2048 Мб
Обсяг ПЗП	8 Гб (динамічний)	25 Гб (динамічний)
Частота процесора	2,6 ГГц	2,6 ГГц
Архітектура	AMD64	AMD64
Кількість логічних процесорів	1	1
Мережевий адаптер	Intel E100 (100 Мбіт/с)	Intel E100 (100 Мбіт/с)

Для створення нової віртуальної машини необхідно натиснути кнопку «New» у верхньому лівому кутку вікна менеджера VirtualBox, після чого запуситься програма-майстер, за допомогою якої, пройшовши декілька кроків налаштування, новостворена машина буде готова до використання.

На рисунках 4.4 – 4.8 показано основні налаштування віртуальних машин в середовищі VirtualBox та запущені і готові до роботи віртуальні машини на OS Ubuntu Linux та Microsoft Windows 7.

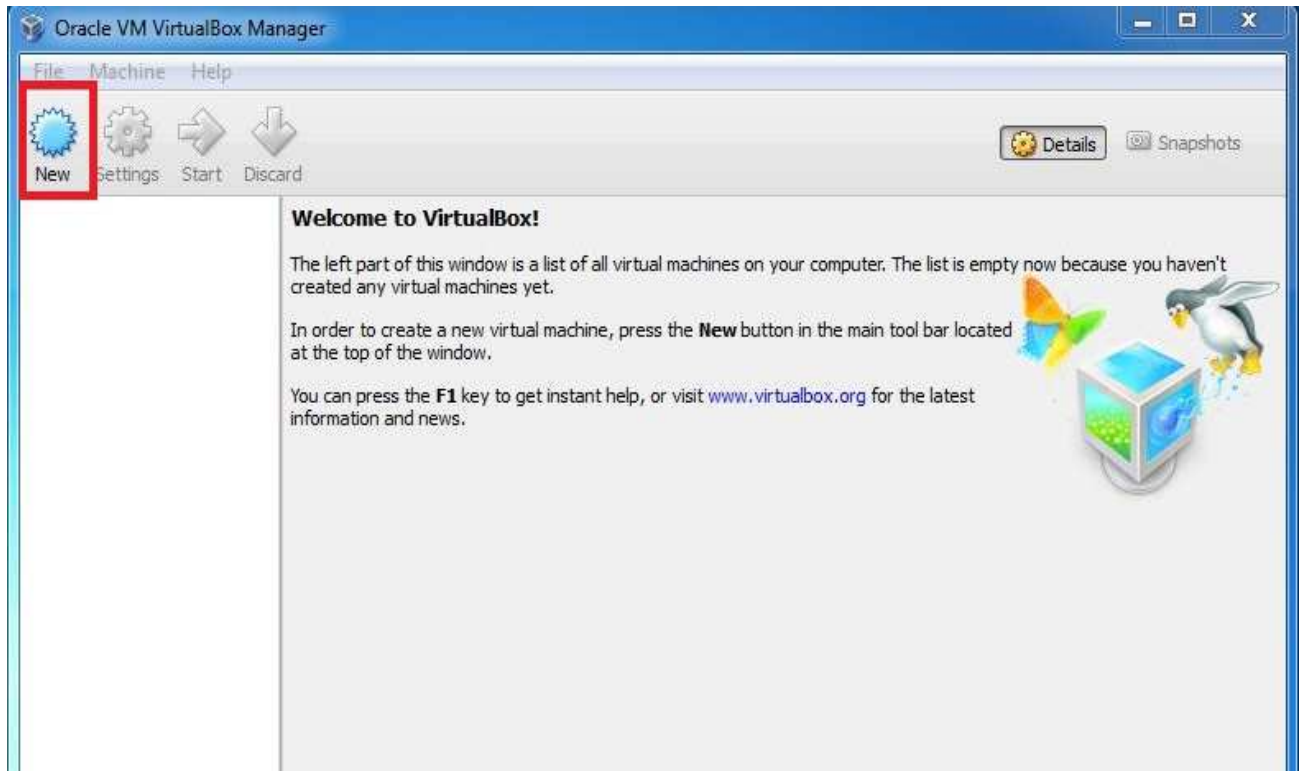
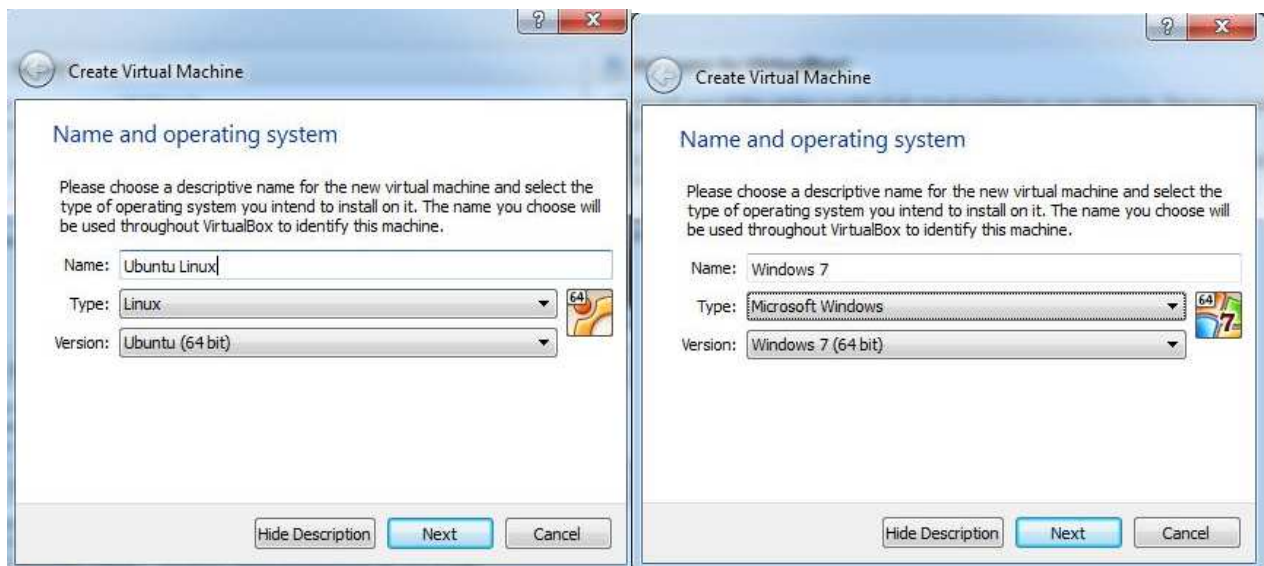


Рисунок 4.4 – Головне вікно-менеджера програми VirtualBox



a)

б)

Рисунок 4.5 – Створення віртуальної машини, вибір типу ОС та архітектури:

Ubuntu Linux (a); Windows 7 (б)

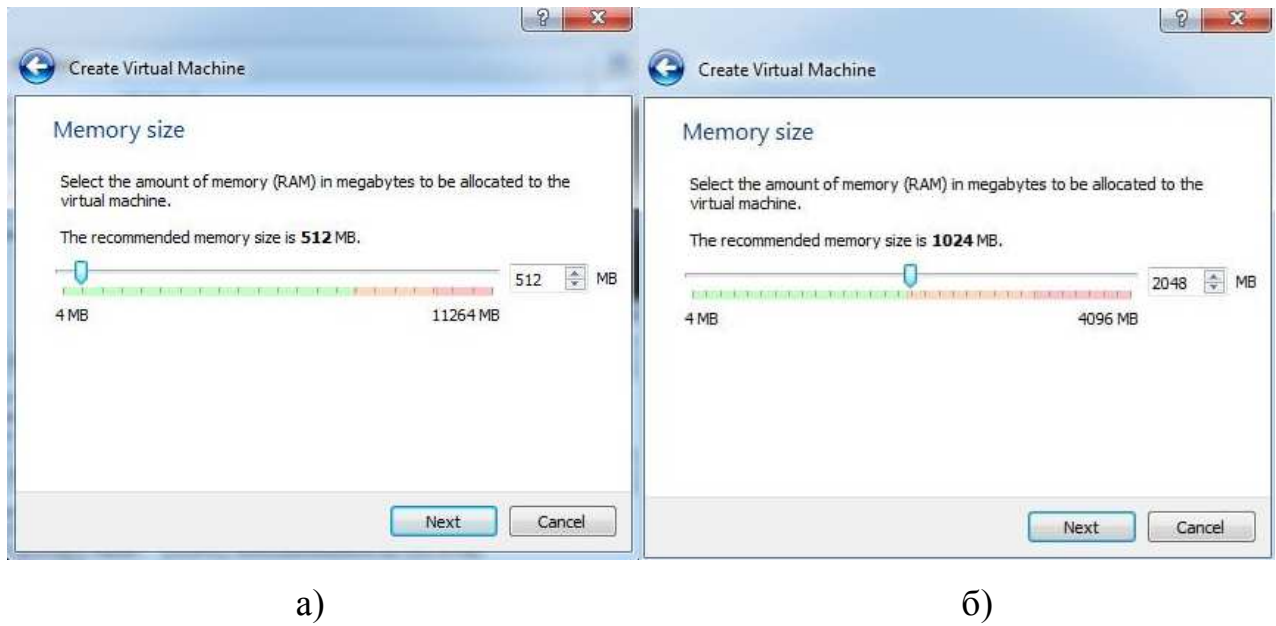


Рисунок 4.6 – Завдання обсягу оперативної пам'яті:
Ubuntu Linux (а); Windows 7 (б)

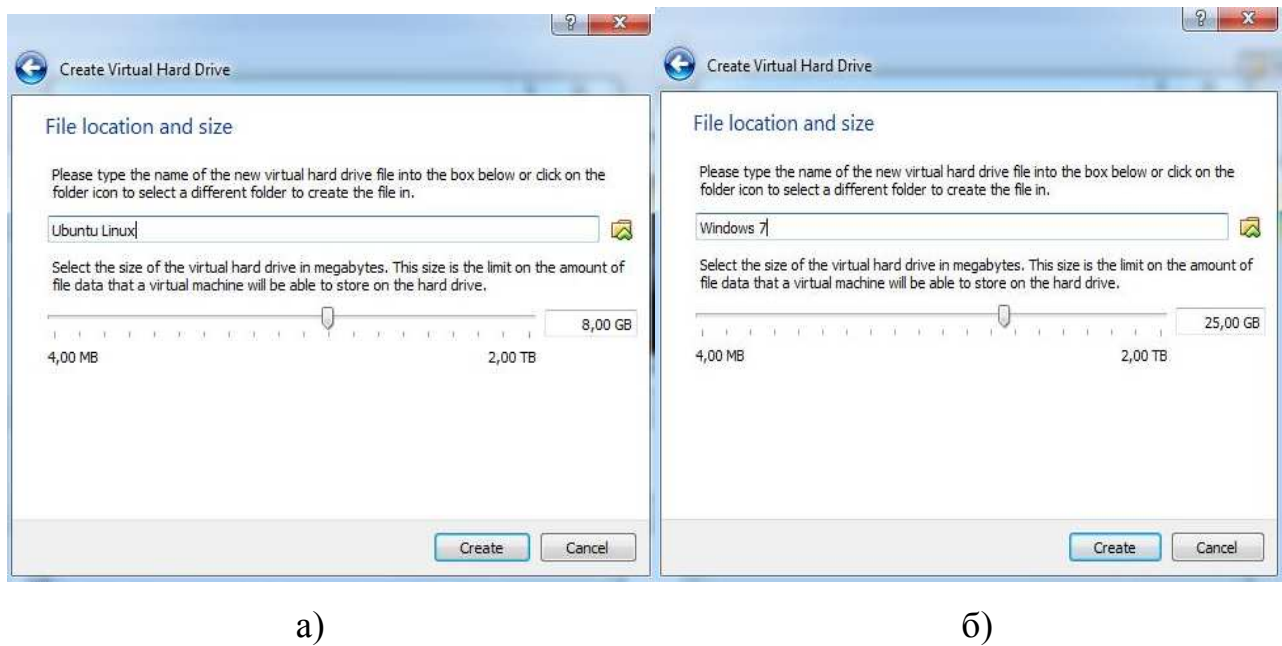


Рисунок 4.7 – Завдання обсягу дискового простору:
Ubuntu Linux (а); Windows 7 (б)

4.3 Встановлення та налаштування програмного забезпечення серверної частини Asterisk під управлінням Ubuntu Linux

Перед встановленням сервера Asterisk на Ubuntu Linux розглянемо основні кроки, необхідні для встановлення сервера Asterisk VoIP [17] на віртуальній машині під управлінням Ubuntu Linux, процес створення та налаштування якої було описано в попередньому розділі.

Для встановлення необхідних пакетів в консолі необхідно виконати наступні команди:

```
apt-get update
```

```
apt-get install linux-headers-`uname -r`
```

```
apt-get install build-essential libtinfo-dev autoconf pkg-config libtool
```

Наступні команди слугують для завантаження пакету Asterisk:

```
mkdir /downloads/asterisk -p
```

```
cd /downloads/asterisk
```

```
wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/asterisk/asterisk-16-current.tar.gz
```

```
tar -zxvf asterisk-16-current.tar.gz
```

Перед компіляцією потрібно провести завантаження необхідних пакетів:

```
cd /usr/src
```

```
gitclone git://git.asterisk.org/dahdi/linux dahdi-linux
```

```
gitclone git://git.asterisk.org/dahdi/tools dahdi-tools
```

```
gitclone http://gerrit.asterisk.org/libpri libpri
```

Компілюємо і встановлюємо пакет dahdi-linux:

```
cd /usr/src/dahdi-linux/
```

```
make
```

```
make install
```

Компілюємо і встановлюємо пакет dahdi-tools:

```
cd /usr/src/dahdi-tools
```

```
autoreconf -i
```

```
./configure
```

```
make install
```

```
make install-config
```

Компілюємо і встановлюємо пакет libpri:

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

```
make
```

```
make install
```

Компіляція та встановлення Asterisk:

```
cd /downloads/asterisk/asterisk-16.6.0
```

```
./configure --with-pjproject-bundled
```

```
make menu select
```

```
make
```

```
make install
```

```
make samples
```

```
make config
```

```
make install-logrotate
```

За допомогою команди `make menu select` можна відкрити меню, в якому можна вибрати модулі для встановлення (рисунок 4.9).

В більшості випадків достатньо встановити модулі, вибрані за замовчуванням.

Команди `make samples` та `make config` створюють зразки файлів конфігурації.

На цьому процес встановлення Asterisk завершено.

Запуск служби Asterisk виконується наступною командою:

```
service asterisk start
```

Перевірка статусу служби Asterisk виконується наступною командою:

```
service asterisk status
```

Для перевірки портів зв'язку, що використовує Asterisk використовується команда:

```
netstat -tulpn | grep asterisk
```

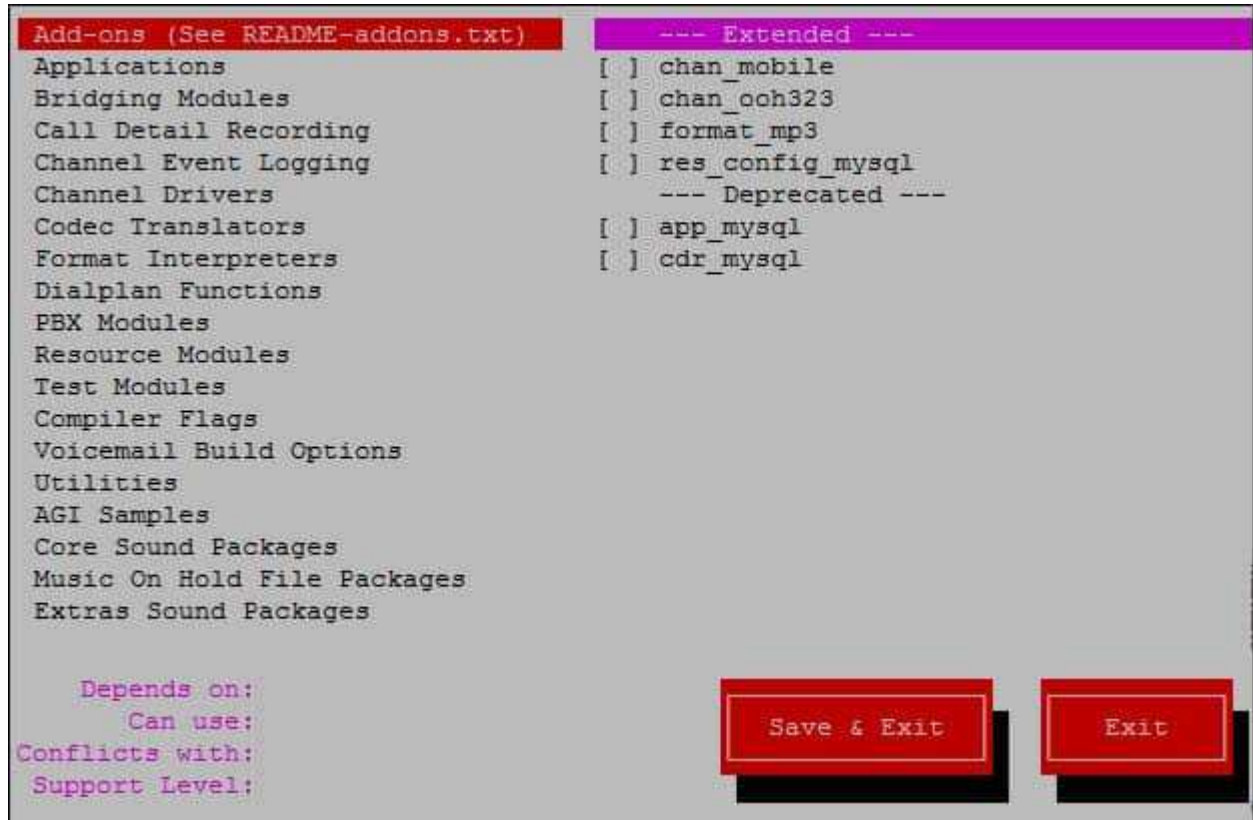


Рисунок 4.9 – Меню вибору компонентів для встановлення командою

Можливий результат виконання команди:

```
-----
tcp    0    0 0.0.0.0:2000      0.0.0.0:*        LISTEN  15800/asterisk
udp    0    0 0.0.0.0:55037    0.0.0.0:*        15800/asterisk
udp    0    0 0.0.0.0:5000     0.0.0.0:*        15800/asterisk
udp    0    0 0.0.0.0:4520    0.0.0.0:*        15800/asterisk
udp    0    0 0.0.0.0:5060    0.0.0.0:*        15800/asterisk
udp    0    0 0.0.0.0:4569    0.0.0.0:*        15800/asterisk
udp    0    0 0.0.0.0:2727    0.0.0.0:*        15800/asterisk
udp6   0    0 :::60105         :::*              15800/asterisk
-----
```

4.4. Встановлення дистрибутиву FreePBX

Для облегшення роботи з сервісами Asterisk та можливістю їх програмного налаштування і керування через веб- інтерфейс необхідно встановити на сервер Ubuntu дистрибутив FreePBX (рисунки 4.10, 4.11) [18].



Рисунок 4.10 – Початкова сторінка FreePBX

Для підключення до графічного інтерфейсу FreePBX, потрібно ввести IP- адресу Asterisk, яка була вказана на етапі установки, або скористатися ім'ям користувача та паролем за замовчуванням: admin (ім'я користувача) та логін - admin (рисунок 4.11).

Після успішного входу запуситься панель FreePBX (рисунок 4.12):

У графічному інтерфейсі адміністратора IP – АТС Asterisk – FreePBX в меню «Адміністратор» (рисунок 4.13), можна задати велику кількість опцій настройки, варіантів маршрутизації, підключення різного обладнання, від телефонних апаратів до шлюзів.

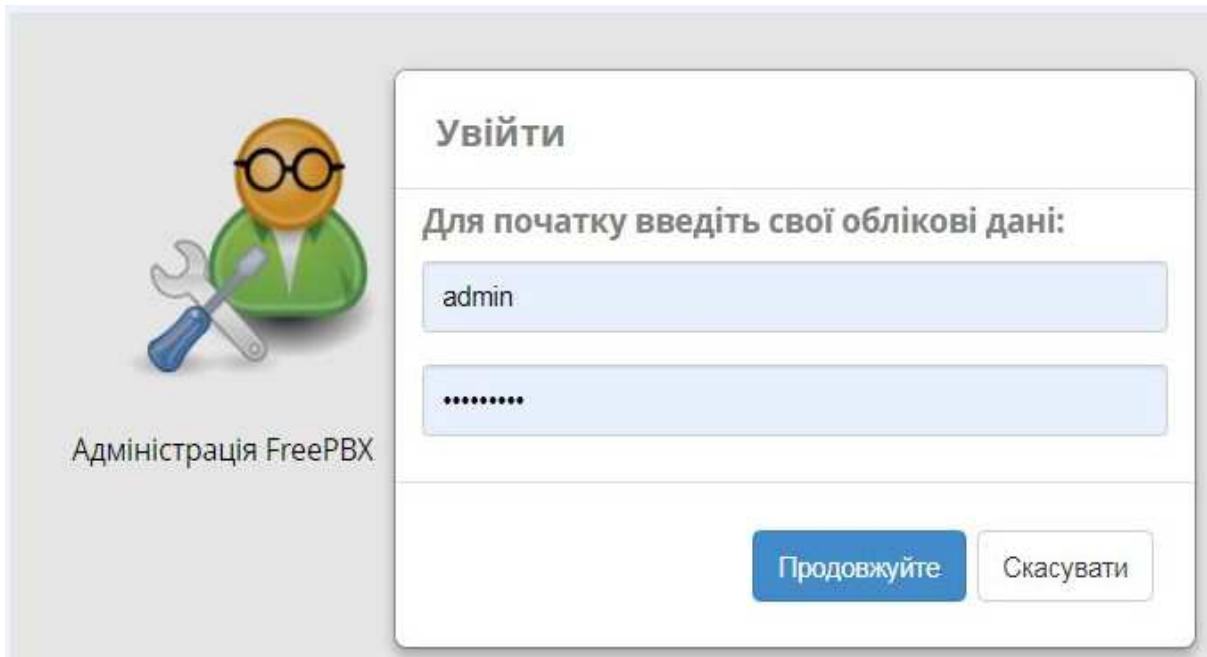


Рисунок 4.11 – Вікно входу

Адміністратор Програми Підключення Панель приладів Звіти Налаштування UCP

Огляд системи

<http://www.freepbx.org/rss.xml> Лід

<http://feeds.feedburner.com/InsideTheAsterisk> Feed

Ласкаво просимо до FreePBX

FreePBX 15.0.16.42 "VoIP-сервер"
(Ви можете змінити це ім'я в Розширених налаштуваннях)

Резюме Sysinfo оновлено 0 секунд тому

Зірочка	✓
Конфігурація брандмауера	✗
MySQL	✓
Fail2Ban	✓
Реєстрація системи	⊕
Веб-сервер	✓
Брандмауер системи	✓
Черга пошти	✓
UCP Daemon	✓
Xmpp Daemon	✓

Знайдено критичні помилки
Перевірте наявність помилок у розділі сповіщення

Виявлено надійний інтерфейс

Недійсна електронна адреса для вхідного факсу

Збір анонімних статистичних даних браузера

Порт прив'язки за замовчуванням для CHAN_PJSIP: 5060, CHAN_SIP: 5160

Показати нове

Час роботи

Востаннє перезавантажено систему

Статистика FreePBX

Зірочка

Час роботи

ЦП

Пам'ять

Диск

Мережа

Users Online Users Offline Trunks Online Trunks Offline Channels In Use

Живе використання мережі

eth0

Interface eth0

07:33:40 PM 07:33:50 PM 07:34:00 PM 07:34:10 PM

Рисунок 4.12 - Вікно графічного інтерфейсу FreePBX

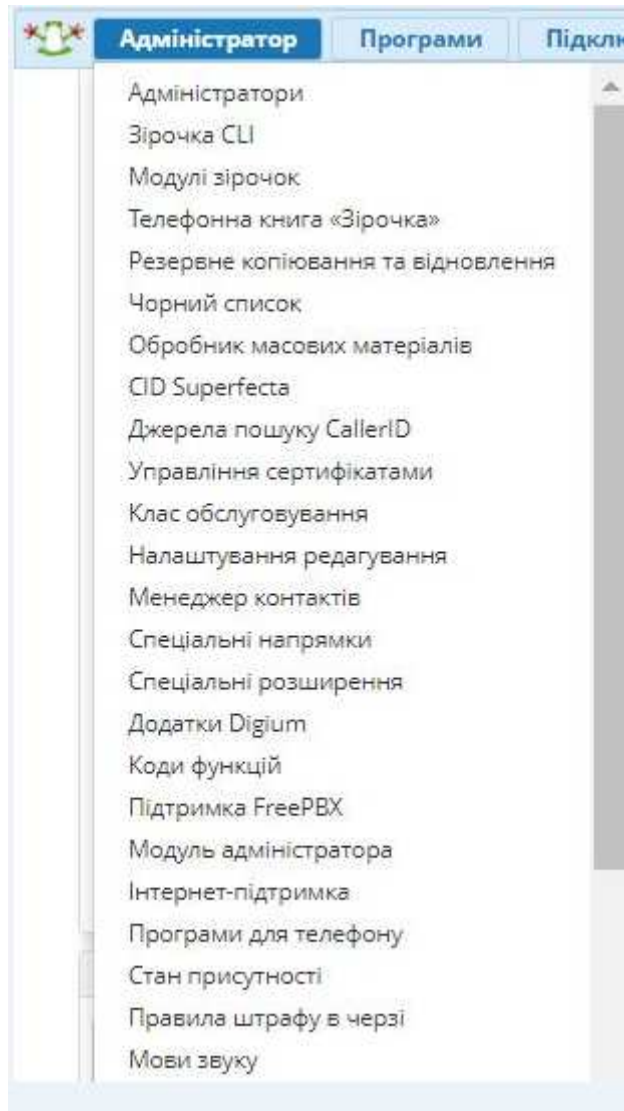


Рисунок 4.13 – Панель адміністратора

Отже, Asterisk 16 з підтримкою Long Term Support (LTS) додає нові можливості, які дозволяють розробникам створювати більш надійні багатофункціональні рішення. У цій версії підвищена продуктивність і адаптація до середовища кінцевих користувачів. Також в Asterisk 16 покращена продуктивність відеоконференцій і обробка SIP викликів. Введено нові можливості обміну текстовими повідомленнями для створення більш клієнтських додатків.

Asterisk 16 також включає підтримку Enhanced Messaging, надаючи розробникам інструменти для створення клієнтських додатків обміну

текстовими даними. Тепер багатокористувацькі клієнтські програми для відеоконференцій можуть обмінюватися: URL-адресами; списком учасників конференції та здійснювати підсвічування клієнтів, які ведуть перемови і активати багатокористувацькі чати.

Asterisk 16 також зазнав значні поліпшення в продуктивності. Він став краще обробляти SIP виклики, зменшуючи системну пам'ять і споживання ЦП. При великих обсягах ці параметри особливо важливі, якщо використовується PJSIP драйвер.

FreePBX забезпечує більш гнучке програмне забезпечення, що є простим у використанні і обслуговуванні. Він оснащений новим вбудованим API для спрощення інтеграції. Новий API працює від GraphQL, що спрощує інтеграцію FreePBX зі сторонніми додатками. Це дозволить користувачам створювати більш ефективні бізнес-процеси. Новий процес резервного копіювання спрощує управління системою. Адміністратори можуть створювати власні резервні копії, виконувати крос-версію резервного копіювання та відновлення і отримувати більше можливостей для зберігання своїх даних.

4.5 Налаштування SIP та PJSIP - клієнтів на сервері Asterisk

SIP транк визначає набір властивостей, необхідних для здійснення зовнішніх викликів по протоколу SIP. Таких як, аутентифікація, дзвінки, кількість каналів, наявність мережевих трансляцій (NAT) і інші властивості для формування правильних SIP запитів, які використовують кодеки, контекст для обробки вхідних викликів і інш. [19].

Конфігурація SIP-клієнтів в Asterisk вказується у файлі sip.conf. Відкриємо його для редагування в текстовому редакторі Nano (Ctrl + X для виходу з редактора, Y або N для збереження або відміни змін):

```
sudo nano /etc/asterisk/sip.conf
```

Спочатку змінимо наступний параметр, заборонивши приймати анонімні дзвінки:

allow guest=no

Задамо наступні параметри у файлі sip.conf. Короткий опис параметрів, які задаються у файлі sip.conf наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Параметри SIP-клієнта та їхній опис

type=friend	тип клієнта, може бути user (ідентифікація за паролем), peer (ідентифікація за адресою хоста), friend (або за паролем, або за хостом)
Secret=PASSWORD	пароль користувача
nat=no	вказує, що клієнт може бути за NAT
host=dynamic	немає прив'язки клієнта до адреси хоста
dtmfmode=rfc2833	метод передачі dtmf тонів набору номера
disallow=all	заборона всіх кодеків
allow=ulaw	дозволити тільки кодек ulaw
context=sip-dialout	ім'я діалплану (він описується в extensions.conf)
callerid=201	внутрішній номер телефону клієнта.
deny=0.0.0.0/0	забороняємо підключення зі всіх IP адрес
permit=192.168.3.11/32	дозволяємо підключення тільки з зазначеного IP адреси

Після додавання клієнта підключимося до Asterisk і оновимо конфігурацію SIP за допомогою команд:

```
sudo asterisk -rvv
```

```
sip reload
```

Аналогічним чином додаються усі клієнти згідно таблиці 3.6.

Переглянути список клієнтів можна командами:

```
sip show users
```

```
sip show peers
```

Для виходу із консолі служить команда quit.

Налаштування плану викликів здійснюється шляхом редагування файлу extensions.conf. Відкриємо його в редакторі Nano:

```
sudo nano /etc/asterisk/extensions.conf
```

Наприклад, щоб користувачі 201 та 202 могли дзвонити один одному, необхідно у файлі `extensions.conf` вказати наступне:

```
[sip-dial out]
exten =>201,1,Dial(SIP/201)
exten => 202,1,Dial(SIP/202)
```

Збережемо файл та перезавантажимо Asterisk для застосування змін конфігурації командою

```
sudo service asterisk restart
```

Або оновимо конфігурацію без перезавантаження:

```
sudo asterisk -rvv
dialplan reload
quit
```

Інший швидкий спосіб додавання SIP- клієнтів можливий з панелі «Загальні» FreePBX (рисунок 4.14).

Рисунок 4.14 – Панель додавання SIP- клієнтів

Вікно налаштування транків PJSIP наведено на рисунку 4.15

а)

Endpoint	InAuth	Aor	Status	Channels
201/201	201-auth/201	201	Unavailable	0 of inf
202/202	202-auth/202	202	Unavailable	0 of inf
203/203	203-auth/203	203	Unavailable	0 of inf
204/204	204-auth/204	204	Unavailable	0 of inf
205/205	205-auth/205	205	Unavailable	0 of inf
301/301	301-auth/301	301	Unavailable	0 of inf

б)

Рисунок 4.15 - Вікно додавання транків PJSIP (а)

та вікно тестування (б)

Номерний план ІТ- компанії наведений на рисунку 4.16.

	Розширення	Ім'я	CW	DND	FM / FM	MB	CFB	К/О	Тип	Дії
<input type="checkbox"/>	201	користувач-vtv-01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	202	користувач-vtv-02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	203	користувач-vtv-03	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	204	користувач-vtv-04	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	205	користувач-vtv-05	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	301	user-fev-01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	302	user-fev-02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	303	user-fev-03	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	304	user-fev-04	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	305	user-fev-05	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	306	user-fev-06	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	307	user-fev-07	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	401	користувач-бух-01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	402	користувач-бух-02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	403	користувач-бух-03	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	404	користувач-бух-04	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	405	користувач-бух-05	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	406	user-бух-06	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	407	користувач-бух-07	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	501	користувач-etc-01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	502	користувач-etc-02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	503	користувач-etc-03	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	504	користувач-etc-04	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	505	користувач-etc-05	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	506	користувач-etc-06	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	
<input type="checkbox"/>	507	користувач-etc-07	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pjsip	

Показано з 21 по 26. Всього: 26 10 записів на сторінку

Рисунок 4.16 - Номерний план ІТ- компанії

У панелі «Менеджер контактів» можна додати/видалити групи абонентів мережі компанії (рисунок 4.17).

4.6 Підключення Soft-телефонів до сервера ІР-телефонії

В якості SIP-клієнтів скористаємось безкоштовним програмним продуктом MicroSIP, що встановлюється на ОС Windows [19].

MicroSIP – це портативний програмний телефон SIP з відкритим кодом, заснований на стеку PJSIP для ОС Windows. Вона дозволяє здійснювати високоякісні VoIP-дзвінки через відкритий протокол SIP.

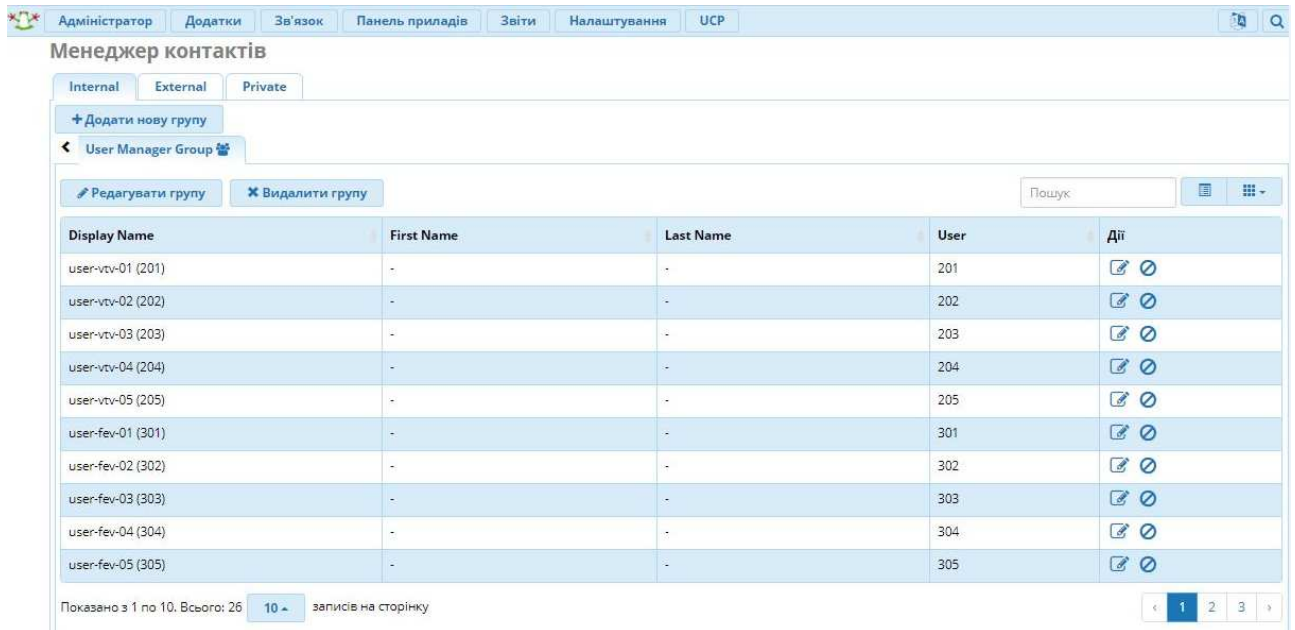


Рисунок 4.17 – Вікно панелі «Менеджер контактів»

Інтерфейс програми MicroSIP показаний на рисунку 4.18.

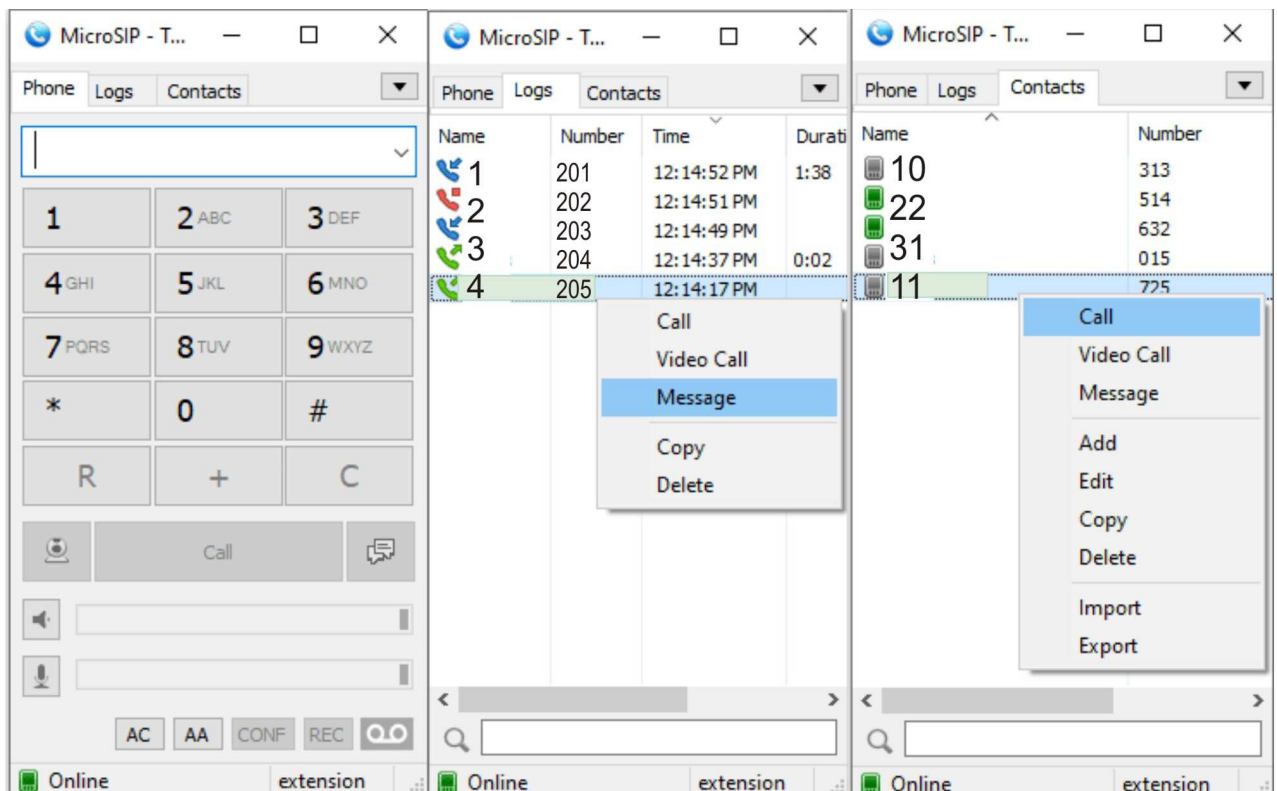


Рисунок 4.18 – Інтерфейс програми MicroSIP

На рисунку 4.19 показано вікно налаштування SIP- клієнта в програмі MicroSIP. Аналогічним чином реєструються усі клієнти із таблиці 3.6.

The screenshot shows the 'Account' configuration window in MicroSIP. The window title is 'Account' with a close button (X) in the top right corner. The fields and their values are as follows:

- Account Name: user-vtv-01
- SIP Server: 192.168.0.5
- SIP Proxy: (empty)
- Username *: 201
- Domain *: 192.168.0.5
- Login: (empty)
- Password: PASSWORD
- Display Name: user-vtv-01
- Voicemail Number: (empty)
- Dialing Prefix: (empty)
- Dial Plan: (empty)
- Hide Caller ID:
- Media Encryption: Disabled
- Transport: Auto (UDP & TCP)
- Public Address: Auto
- Register Refresh: 300
- Keep-Alive: 15
- Publish Presence:
- Allow IP Rewrite:
- ICE:
- Disable Session Timers:

At the bottom of the window, there are two buttons: 'Save' and 'Cancel'.

Рисунок 4.19 – Реєстрація SIP-клієнта у програмі MicroSIP

Висновки до четвертого розділу

1. Встановлені та налаштовані віртуальні машини в межах локальної мережі офісу компанії, обраний тип операційних систем та їх архітектура. Описаний процес створення і налаштування віртуальних машин під управлінням ОС Ubuntu Linux, яка використана в якості PBX-сервера IP-телефонії та ОС Microsoft Windows 7, що призначена для встановлення клієнтського ПЗ та Soft-телефонних програм для голосового зв'язку в середовищі VirtualBox.

2. Показано, що впровадження побудованої моделі віртуальних мереж на підприємствах бізнесу дозволить створити функціональні робочі групи з підвищеною безпекою, здійснити повний контроль над широкомовним трафіком та надає змогу забезпечити працівників якісними сервісами VoIP-телефонії.

3. На базі віртуальної гнучкої системи - програмної системи Asterisk з відкритим кодом впроваджена сучасна корпоративна телефонія, яка інтегрована безпосередньо у вже існуючу, локальну комп'ютерну мережу та володіє широким функціоналом. Впровадження програмної системи Asterisk дало змогу встановити повний контроль над адмініструванням системи VoIP – телефонії, отримати можливості створення багатокористувацьких клієнтських програм та заощадити кошти при розгортанні корпоративної мережі.

4. Для управління Asterisk встановлений повнофункціональний графічний інтерфейс FreePBX з відкритим кодом, який є оптимальним рішенням для організації повноцінної офісної IP-АТС. Рекомендовано використовувати FreePBX для компаній з кількістю співробітників від 10 до 100 чоловік.

5. Налаштований портативний програмний телефон MicroSIP з відкритим кодом, що заснований на стеку PJSIP для ОС Windows, що надало можливості здійснення високоякісних VoIP-дзвінків співробітниками офісу компанії.

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи автором отримані наступні основні науково-практичні результати:

1. Проведений аналіз ринку VoIP телефонії, розглянуті основні компоненти мережевої IP - архітектури, протоколи та рекомендації для передачі голосу поверх IP, основні типи викликів та надаваних послуг в VoIP - телефонії. Показані умови створення VoIP - телефонії, наведені її відмінності від стаціонарної і мобільної телефонії. Показано, що важливими перевагами технології VoIP є відкритий характер побудови IP-мереж, інтеграція програм для передачі голосу і даних та її гнучкість, що забезпечується завдяки переміщенню інтелекту від мережі до кінцевих станцій. Це може дозволити організаціям економічно ефективно впорядкувати різні способи зв'язку для підвищення продуктивності бізнесу.

2. Розроблена та побудована імітаційна модель корпоративної віртуальної локальної мережі VLAN та налаштовані сервіси VoIP -телефонії в програмному продукті Cisco Packet Tracer, що дозволило створити робочу модель мережі та набути практичних навичок роботи з мережевими пристроями, закінченими пристроями VoIP - телефонії, здійснити установку, настройку, проектування мережі та сформувані уявлення про принципи організації і функціонування телефонних сервісів в офісах ІТ – компанії.

3. Спроектвана високошвидкісна локальна комп'ютерна мережа компанії з централізованим управлінням, за обраною топологією «зірка», обґрунтований вибір апаратно – програмних складових мережі. Побудована віртуальна мережа (VLAN) надає можливості створення, групування та перегрупування мережесегментів логічно і негайно, легкого додавання, переміщення і зміни користувачів мережі, без зміни фізичної інфраструктури мережі підприємства та від'єднання бізнес - користувачів і серверів.

4. На основі розробленої інфраструктури віртуальної локальної мережі проведена структурна IP-телефонізація компанії з використанням

високоякісних телефонних IP з'єднань, що дозволило зекономити смугу пропускання, знизити тарифи на телефонні корпоративні розмови та забезпечити високу надійність і універсальність. Використана ієрархічна, модульна структура для побудови моделі надає можливість подальшого розширення мережі та забезпечить вищу відмовостійкість мережі, в цілому.

5. Запропонована оптимізована структурна реалізація телефонної мережі офісу що передбачає використання власного Asterisk сервера та GSM – шлюзів. Таке рішення дозволяє просто і якісно оптимізувати телефонну мережу компанії, отримати великий набір функцій VoIP - телефонії та зменшити витрати на оплату використовуваного користувацького трафіку.

6. Встановлене та відлагоджене програмне забезпечення продуктивної системи VoIP-телефонії з використанням засобів віртуалізації Oracle VM VirtualBox та віртуальних машин під управлінням ОС Ubuntu Linux. Встановлені та налаштовані комунікаційний додаток Asterisk та дистрибутив управління Asterisk – FreePBX, що мають відкриті коди, це дало можливість організації повноцінної офісної IP-АТС в офісах ІТ – компанії та встановити повний контроль над адмініструванням системи VoIP – телефонії і отримати можливості створення багатокористувацьких клієнтських програм зі значним заощадженням коштів при розгортанні корпоративної мережі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гольдштейн В.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-Телефония. — М.: Радио и связь, 2001. — 336 с.: ил.
2. Прогноз розміру ринку VoIP на 2019-2025 роки. Звіт про аналіз частки галузі, дата публікації: квітень 2019, 400 с. Ідентифікатор звіту: GMI2989.
3. VoIP Market Size Forecast 2019-2025. Industry Share Analysis Report – Назва з екрану. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/voice-over-internet-protocol-voip-market>
4. Global Business VoIP Market Report 2020– Назва з екрану. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cognitivemarketresearch.com/medical-devices--consumables/business-voip-market-report>
5. Девидсон Д., Питерс Д., Бхатія М. Основы передачи голосовых данных по сетям IP. 2-е изд. — М.: Вильямс, 2007. — 400 с.
6. ITU-T Recommendation H.323, "Packet-Based Multimedia Communications Systems", February 1998.
7. M. Handley, H. Schulzrinne, E. Scholler, J. Rosenberg, " SIP: Session Initiation Protocol", RFC2543, IETF, March 1999.
8. H. Schulzrinne, J. Rosenberg, "A Comparison of SIP and H.323 for Internet Telephony", Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV), Cambridge, England, July 1998.
9. Steve Donovan, Matthew Cannon, "A Functional Description of SIP-PSTN Gateway", Internet Draft, IETF, November 1998.
10. ITU-T Recommendation X.691, "Information Technology - ASN.1 encoding rules – Specification of Packed Encoding Rules (PER)," Dec. 1997.
11. Телекоммуникационные системы и сети: Учеб. пособие: В 3 т./под. ред. В.П. Шувалова. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – Т.3: Мульти-сервисные сети / В.В. Величко [и др.]. – 2005.
12. Гольдштейн Б.С. Протокол SIP: справ. / Б. С. Гольдштейн, А. А. Зарубин, В. В. Саморезов. – СПб. : БХВ- СПб., 2005. – 456 с.

13. Мережева академія Cisco. – Назва з екрану. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.netacad.com/>
14. Коллінс Д. IP telephony. - К.: Издательство «Мак Гроу Хилл», 2007. – 736 с.:
15. Таненбаум Э. Компьютерные сети. - СПб. : Питер, 2005.- 4-е изд.- 992 с.
16. Understanding Direct-Inward-Dial (DID) on IOS Voice Digital (T1/E1) Interfaces – Назва з екрану. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/voice/digital-ccs/14072-direct-inward-dial.html>
17. Ready To Get Started With Asterisk?– Назва з екрану. – [Електронний ресурс].– Режим доступу: <https://www.asterisk.org/>
18. FreePBX is an open source community – Назва з екрану. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.freepbx.org/>
19. Microsip. Open source portable SIP softphone for Windows based on PJSIP stack– Назва з екрану. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.microsip.org/downloads>

Додаток А

Приклад практичної реалізації IP телефонії з використанням віртуальної АТС Asterisk. Процес з'єднання по протоколу SIP з внутрішнього VoIP телефону 201, через віртуальну АТС Asterisk на мобільний телефон, через SIP транк провайдера.

```

Call flow for 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946 (Color by Request/Response)
-----
172.16.3.46:63237
-----
+0.000363
15:22:08.075139
+0.000426
15:22:08.075565
+0.000197
15:22:08.075762
+0.002846
15:22:08.078608
+2.095985
15:22:10.174593
+4.359904
15:22:14.534497
+0.005402
15:22:14.539899
+0.000342
15:22:14.540241
+0.000273
15:22:14.540514
+0.000096
15:22:14.540610
+0.002913
15:22:14.543523
+15.014805
15:22:29.558328
+0.000856
15:22:29.559184

INVITE (SDP)
401 Unauthorized
ACK
INVITE (SDP)
100 Trying
183 Session Progress (SDP)
200 OK (SDP)
ACK
INVITE (SDP)
100 Trying
200 OK (SDP)
ACK
BYE
200 OK

INVITE sip:0680141059@freepbx.local33.tv
IP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;rport
branch=z9hG4bKPj2582461dfb6b4333a1129a32f
05aeb
Max-Forwards: 70
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=8
80ac7e1344dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>
Contact: <sip:201@172.16.3.46:63237;ob>
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14432 INVITE
Allow: PRACK, INVITE, ACK, BYE, CANCEL,
DATE, INFO, SUBSCRIBE, NOTIFY, REFER, ME
AGE, OPTIONS
Supported: replaces, 100rel, timer, nore
rsub
Session-Expires: 1800
Min-SE: 90
User-Agent: MicroSIP/3.20.3
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 337

v=0
o=- 3815738522 3815738522 IN IP4 172.16.
46
s=pjmedia
b=AS:84
t=0 0
a=X-nat:0
m=audio 4000 RTP/AVP 8 0 101
c=IN IP4 172.16.3.46
b=TIAS:64000
a=rtcp:4001 IN IP4 172.16.3.46
a=sendrecv
a=rtpmap:8 PCMA/8000
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:101 telephone-event/8000
  
```

Рисунок А1.1 – Запит (Invite) VoIP телефона на сервер для здійснення дзвінка

```

Call flow for 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946 (Color by Request/Response)
-----
172.16.3.46:63237
-----
+0.000363
15:22:08.074776
+0.000426
15:22:08.075565
+0.000197
15:22:08.075762
+0.002846
15:22:08.078608
+2.095985
15:22:10.174593
+4.359904
15:22:14.534497
+0.005402
15:22:14.539899
+0.000342
15:22:14.540241
+0.000273
15:22:14.540514
+0.000096
15:22:14.540610
+0.002913
15:22:14.543523
+15.014805
15:22:29.558328
+0.000856
15:22:29.559184

INVITE (SDP)
401 Unauthorized
ACK
INVITE (SDP)
100 Trying
183 Session Progress (SDP)
200 OK (SDP)
ACK
INVITE (SDP)
100 Trying
200 OK (SDP)
ACK
BYE
200 OK

SIP/2.0 401 Unauthorized
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;branc
z9hG4bKPj2582461dfb6b4333a1129a32f4805ae
received=172.16.3.46;rport=63237
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=8
80ac7e1344dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>;
g=as52784025
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14432 INVITE
Server: FPBX-15.0.16.78(16.11.1)
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE
REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH,
ESSAGE
Supported: replaces, timer
WWW-Authenticate: Digest algorithm=MD5,
alm="asterisk", nonce="10ab9902"
Content-Length: 0
  
```

Рисунок А1.2– Відповідь сервера (401 Unauthorized) клієнту, про те що потрібно авторизуватися

```

Call flow for 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946 (Color by Request/Response)
172.16.3.46:63237
15:22:08.074776 INVITE (SDP)
+0.000363
15:22:08.075139 401 Unauthorized
+0.000426
+0.000197
15:22:08.075762 ACK
+0.002846
15:22:08.078608 INVITE (SDP)
+2.095985
15:22:10.174593 100 Trying
+4.359904
15:22:14.534497 183 Session Progress (SDP)
+0.005402
15:22:14.539899 200 OK (SDP)
+0.000342
15:22:14.540241 ACK
+0.000273
15:22:14.540514 INVITE (SDP)
+0.000096
15:22:14.540610 100 Trying
+0.002913
15:22:14.543523 200 OK (SDP)
+15.014805
15:22:29.558328 ACK
+0.000856
15:22:29.559184 BYE
200 OK

```

ACK sip:0680141059@freepbx.local33.tv SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;rport ranch=z9hg4bkPj2582461dfb6b4333a1129a32f05aeb
Max-Forwards: 70
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=880ac7e13444dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>;g=as52784025
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14432 ACK
Content-Length: 0

Рисунок А1.3 – Відповідь (ACK) VoIP телефона, який підтверджує відповідь на запит (INVITE)

```

Call flow for 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946 (Color by Request/Response)
172.16.3.46:63237
15:22:08.074776 INVITE (SDP)
+0.000363
15:22:08.075139 401 Unauthorized
+0.000426
15:22:08.075565 ACK
+0.000197
+0.002846
15:22:08.078608 INVITE (SDP)
+2.095985
15:22:10.174593 100 Trying
+4.359904
15:22:14.534497 183 Session Progress (SDP)
+0.005402
15:22:14.539899 200 OK (SDP)
+0.000342
15:22:14.540241 ACK
+0.000273
15:22:14.540514 INVITE (SDP)
+0.000096
15:22:14.540610 100 Trying
+0.002913
15:22:14.543523 200 OK (SDP)
+15.014805
15:22:29.558328 ACK
+0.000856
15:22:29.559184 BYE
200 OK

```

INVITE sip:0680141059@freepbx.local33.tv IP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;rport ranch=z9hg4bkPj2582461dfb6b4333a1129a32f05aeb
Max-Forwards: 70
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=880ac7e13444dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>;Contact: <sip:201@172.16.3.46:63237;ob>
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14433 INVITE
Allow: PRACK, INVITE, ACK, BYE, CANCEL, DATE, INFO, SUBSCRIBE, NOTIFY, REFER, MESSAGE, OPTIONS
Supported: replaces, 100rel, timer, nonreliable, rsub
Session-Expires: 1800
Min-SE: 90
User-Agent: MicroSIP/3.20.3
Authorization: Digest username="201", realm="asterisk", nonce="10ab9902", uri="sip:680141059@freepbx.local33.tv", response=800d321abfde08ea63a8886861bcf6c", algorithm=MD5
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 337
v=0
o=- 3815738522 3815738522 IN IP4 172.16.3.46
s=pjmedia
b=AS:84
t=0
a=X-nat:0
m=audio 4000 RTP/AVP 8 0 101
c=IN IP4 172.16.3.46
b=TIAS:64000

Рисунок А1.4 – Запит (INVITE (SDP)) VoIP телефона для здійснення дзвінка на мобільний телефон, передача параметрів для авторизації

The screenshot displays a SIP call flow for the call ID 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946. The sequence of events is as follows:

- 15:22:08.074776: INVITE (SDP) request received.
- 15:22:08.075139: 401 Unauthorized response received.
- 15:22:08.075565: ACK request received.
- 15:22:08.075762: INVITE (SDP) request received.
- 15:22:08.078608: 100 Trying response received.
- 15:22:10.174593: 183 Session Progress (SDP) request received.
- 15:22:14.534497: 200 OK (SDP) response received.
- 15:22:14.539899: ACK request received.
- 15:22:14.540241: INVITE (SDP) request received.
- 15:22:14.540514: 100 Trying response received.
- 15:22:14.540610: 200 OK (SDP) response received.
- 15:22:14.543523: ACK request received.
- 15:22:29.558328: BYE request received.
- 15:22:29.559184: 200 OK response received.

The SIP/2.0 100 Trying response contains the following headers:

```
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;branc
z9hG4bKpjf7c3a804f0354aa89b89ba384a772cd
received=172.16.3.46;rport=63237
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=8
80ac7e13444dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14433 INVITE
Server: FPBX-15.0.16.78(16.11.1)
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE
REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH,
ESSAGE
Supported: replaces, timer
Session-Expires: 1800;refresher=uas
Contact: <sip:0680141059@172.16.3.7:5060
Content-Length: 0
```

Рисунок А1.5 – Відповідь сервера (100 Trying) на запит VoIP телефона (INVITE (SDP))

The screenshot displays a SIP call flow for the call ID 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946. The sequence of events is as follows:

- 15:22:08.074776: INVITE (SDP) request received.
- 15:22:08.075139: 401 Unauthorized response received.
- 15:22:08.075565: ACK request received.
- 15:22:08.075762: INVITE (SDP) request received.
- 15:22:08.078608: 100 Trying response received.
- 15:22:08.078608: 183 Session Progress (SDP) response received.
- 15:22:14.534497: 200 OK (SDP) response received.
- 15:22:14.539899: ACK request received.
- 15:22:14.540241: INVITE (SDP) request received.
- 15:22:14.540514: 100 Trying response received.
- 15:22:14.540610: 200 OK (SDP) response received.
- 15:22:14.543523: ACK request received.
- 15:22:29.558328: BYE request received.
- 15:22:29.559184: 200 OK response received.

The SIP/2.0 183 Session Progress response contains the following headers:

```
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;branc
z9hG4bKpjf7c3a804f0354aa89b89ba384a772cd
received=172.16.3.46;rport=63237
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=8
80ac7e13444dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>;
g=as3b696458
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14433 INVITE
Server: FPBX-15.0.16.78(16.11.1)
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE
REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH,
ESSAGE
Supported: replaces, timer
Session-Expires: 1800;refresher=uas
Contact: <sip:0680141059@172.16.3.7:5060
Content-Type: application/sdp
Require: timer
Content-Length: 260
```

The SDP body of the response is:

```
v=0
o=root 1823360302 1823360302 IN IP4 172.
.3.7
s=Asterisk PBX 16.11.1
c=IN IP4 172.16.3.7
t=0 0
m=audio 15406 RTP/AVP 0 8 101
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:8 PCMA/8000
a=rtpmap:101 telephone-event/8000
a=fmtp:101 0-16
a=maxptime:150
a=sendrecv
```

Рисунок А1.6 – Відповідь сервера (183 Session Progress) на запит VoIP телефона (INVITE (SDP))

The screenshot displays a SIP call flow log for the call ID 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946. The log is color-coded by request and response. The sequence of events is as follows:

- 15:22:08.074776: INVITE (SDP) request from 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.075139: 401 Unauthorized response from the server.
- 15:22:08.075565: ACK response from the client.
- 15:22:08.075762: INVITE (SDP) request from 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.078608: 100 Trying response from the server.
- 15:22:10.174593: 183 Session Progress (SDP) response from the server.
- 15:22:14.539899: 200 OK (SDP) response from the server.
- 15:22:14.540241: ACK response from the client.
- 15:22:14.540514: INVITE (SDP) request from 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.540610: 100 Trying response from the server.
- 15:22:14.540610: 200 OK (SDP) response from the server.
- 15:22:14.543523: ACK response from the client.
- 15:22:29.558328: BYE request from 172.16.3.46:63237.
- 15:22:29.559184: 200 OK response from the server.

The right-hand pane shows the raw SIP message details for the 200 OK response, including headers like Via, From, To, Call-ID, CSeq, Server, Allow, P-Asserted-Identity, Content-Type, and Content-Length.

Рисунок А1.7 – Відповідь сервера (200 Ok) на запит VoIP телефону (INVITE (SDP))

The screenshot displays a SIP call flow log for the same call ID as Figure A1.7. The sequence of events is as follows:

- 15:22:08.074776: INVITE (SDP) request from 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.075139: 401 Unauthorized response from the server.
- 15:22:08.075565: ACK response from the client.
- 15:22:08.075762: INVITE (SDP) request from 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.078608: 100 Trying response from the server.
- 15:22:10.174593: 183 Session Progress (SDP) response from the server.
- 15:22:14.534497: 200 OK (SDP) response from the server.
- 15:22:14.540241: ACK response from the client.
- 15:22:14.540241: INVITE (SDP) request from 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.540514: 100 Trying response from the server.
- 15:22:14.540610: 200 OK (SDP) response from the server.
- 15:22:14.543523: ACK response from the client.
- 15:22:29.558328: BYE request from 172.16.3.46:63237.
- 15:22:29.559184: 200 OK response from the server.

The right-hand pane shows the raw SIP message details for the ACK response, including headers like Via, From, To, Call-ID, CSeq, and Content-Length.

Рисунок А1.8 - Відповідь (ACK) VoIP телефону, який підтверджує відповідь на запит (INVITE (SDP))

The screenshot displays a SIP call flow log for the call ID 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946. The log is color-coded by request and response. The sequence of events is as follows:

- 15:22:08.074776: INVITE (SDP) - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.075139: 401 Unauthorized - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.075565: ACK - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.075762: INVITE (SDP) - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.078608: 100 Trying - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:10.174593: 183 Session Progress (SDP) - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.534497: 200 OK (SDP) - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.539899: ACK - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.540241: INVITE (SDP) - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.540514: 100 Trying - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.540610: 200 OK (SDP) - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.543523: ACK - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:29.558328: BYE - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:29.559184: 200 OK - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.

The right pane shows the SIP headers for the 200 OK (SDP) response:

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;branch=z9hG4bKpj116d514cbaee470088dcca4b1bb14f0c
received=172.16.3.46;rport=63237
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=880ac7e13444dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>;g=as3b696458
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14434 INVITE
Server: FPBX-15.0.16.78(16.11.1)
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH, ESSAGE
Supported: replaces, timer
Session-Expires: 1800;refresher=uas
Contact: <sip:0680141059@172.16.3.7:5060
Content-Type: application/sdp
Require: timer
Content-Length: 236

v=0
o=root 1823360302 1823360303 IN IP4 172.16.3.7
s=Asterisk PBX 16.11.1
c=IN IP4 172.16.3.7
t=0 0
m=audio 15406 RTP/AVP 0 101
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:101 telephone-event/8000
a=fmtp:101 0-16
a=maxptime:150
a=sendrecv
```

Рисунок А1.11 – Відповідь сервера (200 OK(SDP)) на запит VoIP телефону (INVITE (SDP)) для продовження виклику

The screenshot displays a SIP call flow log for the call ID 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946. The log is color-coded by request and response. The sequence of events is as follows:

- 15:22:08.074776: INVITE (SDP) - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.075139: 401 Unauthorized - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.075565: ACK - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.075762: INVITE (SDP) - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:08.078608: 100 Trying - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:10.174593: 183 Session Progress (SDP) - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.534497: 200 OK (SDP) - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.539899: ACK - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.540241: INVITE (SDP) - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.540514: 100 Trying - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.540610: 200 OK (SDP) - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:14.543523: ACK - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:29.558328: BYE - Request from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.
- 15:22:29.559184: 200 OK - Response from 172.16.3.46:63237 to 172.16.3.46:63237.

The right pane shows the SIP headers for the ACK response:

```
ACK sip:0680141059@172.16.3.7:5060 SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;rport=ranch=z9hG4bKpjaa451f0fb80343eab06be407b611e6
Max-Forwards: 70
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=880ac7e13444dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>;g=as3b696458
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14434 ACK
Content-Length: 0
```

Рисунок А1.12 - Відповідь (ACK) VoIP телефону, який підтверджує відповідь на запит (INVITE (SDP))

The screenshot shows a SIP call flow log for a specific call ID. The log is divided into two columns: the left column shows the sequence of messages with their timestamps and durations, and the right column shows the corresponding SIP message headers and bodies. The messages are color-coded: red for requests and green for responses.

Timestamp	Duration	Message	Direction
15:22:08.074776	+0.000363	INVITE (SDP)	Request
15:22:08.075139	+0.000426	401 Unauthorized	Response
15:22:08.075565	+0.000197	ACK	Request
15:22:08.075762	+0.002846	INVITE (SDP)	Request
15:22:08.078608	+2.095985	100 Trying	Response
15:22:10.174593	+4.359904	183 Session Progress (SDP)	Response
15:22:14.534497	+0.005402	200 OK (SDP)	Response
15:22:14.539899	+0.000342	ACK	Request
15:22:14.540241	+0.000273	INVITE (SDP)	Request
15:22:14.540514	+0.000096	100 Trying	Response
15:22:14.540610	+0.002913	200 OK (SDP)	Response
15:22:14.543523	+15.014805	ACK	Request
	+0.000856	BYE	Request
15:22:29.559184		200 OK	Response

The right column shows the following SIP message details for the BYE request:

```

BYE sip:0680141059@172.16.3.7:5060 SIP/2
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;rport
ranch=z9hG4bKpJ5846cd977f2c4ba1bd9be7825
5f9b5
Max-Forwards: 70
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=8
80ac7e13444dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>;
g=as3b696458
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14435 BYE
User-Agent: MicroSIP/3.20.3
Content-Length: 0
  
```

Рисунок А1.13 – Запит (BYE) VoIP телефона, для завершення дзвінка

The screenshot shows a SIP call flow log for the same call ID as Figure A1.13. The log shows the sequence of messages and the corresponding SIP message details. The messages are color-coded: red for requests and green for responses.

Timestamp	Duration	Message	Direction
15:22:08.074776	+0.000363	INVITE (SDP)	Request
15:22:08.075139	+0.000426	401 Unauthorized	Response
15:22:08.075565	+0.000197	ACK	Request
15:22:08.075762	+0.002846	INVITE (SDP)	Request
15:22:08.078608	+2.095985	100 Trying	Response
15:22:10.174593	+4.359904	183 Session Progress (SDP)	Response
15:22:14.534497	+0.005402	200 OK (SDP)	Response
15:22:14.539899	+0.000342	ACK	Request
15:22:14.540241	+0.000273	INVITE (SDP)	Request
15:22:14.540514	+0.000096	100 Trying	Response
15:22:14.540610	+0.002913	200 OK (SDP)	Response
15:22:14.543523	+15.014805	ACK	Request
15:22:29.558328	+0.000856	BYE	Request
		200 OK	Response

The right column shows the following SIP message details for the 200 OK response:

```

SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;branc
z9hG4bKpJ5846cd977f2c4ba1bd9be78259d5f9b
received=172.16.3.46;rport=63237
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=8
80ac7e13444dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>;
g=as3b696458
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14435 BYE
Server: FPBX-15.0.16.78(16.11.1)
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE
REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH,
ESSAGE
Supported: replaces, timer
Content-Length: 0
  
```

Рисунок А1.14 – Відповідь сервера (200 ОК) на запит(BYE) VoIP телефона, для завершення дзвінка

Додаток Б
Презентація

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

ДИПЛОМНА РОБОТА

«Модель IP- телефонії на базі додатку Asterisk»

Спеціальність 172 – «Телекомунікації та радіотехніка»

Виконав: студент 2 курсу, група ТР_м-19-1

В.В Горбань

Керівник: канд. техн. наук, доц.

А.А Таранчук

Хмельницький, 2020

Мета роботи – полягає в побудові імітаційної моделі VoIP-телефонії та проектування корпоративної мережі на її основі з використанням засобів віртуалізації та комунікаційного додатку з відкритим кодом Asterisk.

Завдання, які вирішуються в роботі

1. Архітектура, основні відмінності та перспективи розвитку мереж VOIP –телефонії.
2. Побудова імітаційної моделі мережі VoIP
3. Організація локальної комп'ютерної мережі IT- компанії.
4. Програмне забезпечення віртуалізації корпоративної мережі VoIP – телефонії на базі системи Asterisk.

Об'єкт дослідження: процеси встановлення голосових з'єднань в Інтернет мережах.

Предмет дослідження: модель та засоби віртуалізації і комунікацій мережі VoIP-телефонії.

Наукова новизна отриманих результатів:

Розроблена та побудована імітаційна модель корпоративної віртуальної локальної мережі VLAN та налаштовані сервіси VoIP -телефонії в програмному продукті Cisco Packet Tracer, що дозволило створити робочу модель мережі та набути практичних навичок роботи з мережевими пристроями, закінченими пристроями VoIP - телефонії, здійснити установку, настройку, проектування мережі та сформувані уявлення про принципи організації і функціонування телефонних сервісів в офісах IT – компанії.

Практична значимість отриманих результатів:

1. Проведений аналіз ринку VoIP телефонії, розглянуті основні компоненти мережевої IP - архітектури, протоколи та рекомендації для передачі голосу поверх IP, основні типи викликів та надаваних послуг в VoIP - телефонії. Показані умови створення VoIP - телефонії, наведені її відмінності від стаціонарної і мобільної телефонії. Показано, що важливими перевагами технології VoIP є відкритий характер побудови IP-мереж, інтеграція програм для передачі голосу і даних та її гнучкість, що забезпечується завдяки переміщенню інтелекту від мережі до кінцевих станцій. Це може дозволити організаціям економічно ефективно впорядкувати різні способи зв'язку для підвищення продуктивності бізнесу.

2. Спроектвана високошвидкісна локальна комп'ютерна мережа компанії з централізованим управлінням, за обраною топологією «зірка», обґрунтований вибір апаратно – програмних складових мережі. Побудована віртуальна мережа (VLAN) надає можливості створення, групування та перегрупування

мережевих сегментів логічно і негайно, легкого додавання, переміщення і зміни користувачів мережі, без зміни фізичної інфраструктури мережі підприємства та від'єднання бізнес - користувачів і серверів.

3. На основі розробленої інфраструктури віртуальної локальної мережі проведена структурна IP-телефонізація компанії з використанням високоякісних телефонних IP з'єднань, що дозволило зекономити смугу пропускання, знизити тарифи на телефонні корпоративні розмови та забезпечити високу надійність і універсальність. Використана ієрархічна, модульна структура для побудови моделі надає можливість подальшого розширення мережі та забезпечить вищу відмовостійкість мережі, в цілому.

4. Запропонована оптимізована структурна реалізація телефонної мережі офісу що передбачає використання власного Asterisk сервера та GSM – шлюзів. Таке рішення дозволяє просто і якісно оптимізувати телефонну мережу компанії, отримати великий набір функцій VoIP - телефонії та зменшити витрати на оплату використовуваного користувачького трафіку.

5. Встановлене та відлагоджене програмне забезпечення продуктивної системи VoIP-телефонії з використанням засобів віртуалізації Oracle VM VirtualBox та віртуальних машин під управлінням ОС Ubuntu Linux. Встановлені та налаштовані комунікаційний додаток Asterisk та дистрибутив управління Asterisk – FreePBX, що мають відкриті коди, це дало можливість організації повноцінної офісної IP-АТС в офісах IT – компанії та встановити повний контроль над адмініструванням системи VoIP – телефонії і отримати можливості створення багатокористувачьких клієнтських програм зі значним заощадженням коштів при розгортанні корпоративної мережі.

Апробація результатів дослідження: Результати досліджень представлені у вигляді доповіді на науково-практичній інтернет - конференції молодих науковців і студентів «Інтелектуальний потенціал-2020».

Дипломна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу, висновків, списку використаних джерел, додатку. Загальний обсяг роботи складає 125 сторінок комп'ютерного тексту, у тому числі: 58 рисунків та 8 таблиць, список використаних джерел вміщує 19 найменувань.

1. ОСНОВНІ ВІДМІННОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МЕРЕЖ VOIP – ТЕЛЕФОНІЇ

1.1 Аналіз ринку VoIP телефонії

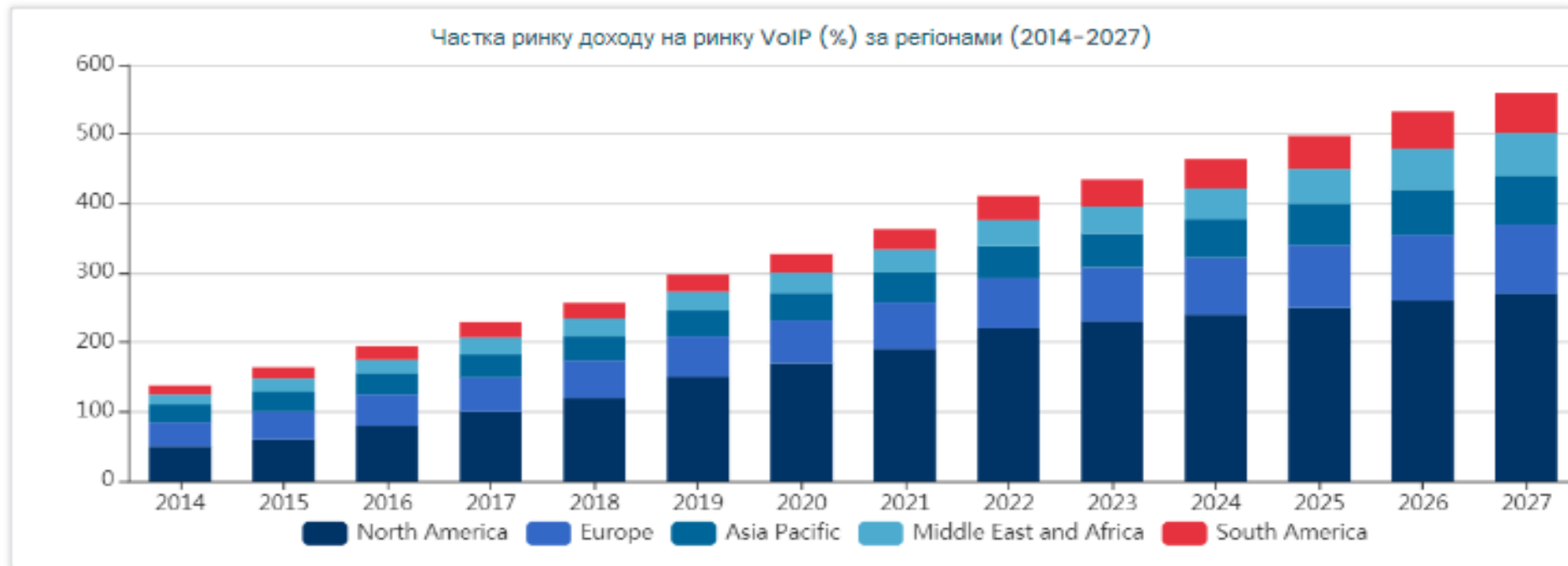


Рис. 5.1 Частка ринку доходу на ринку VoIP (%) для бізнесу за регіонами

1.2 Рекомендації H.323 для VoIP

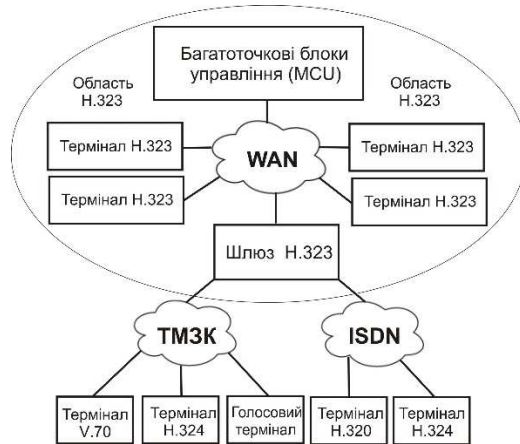


Рис. 5.1 - Типи кінцевих точок H.323

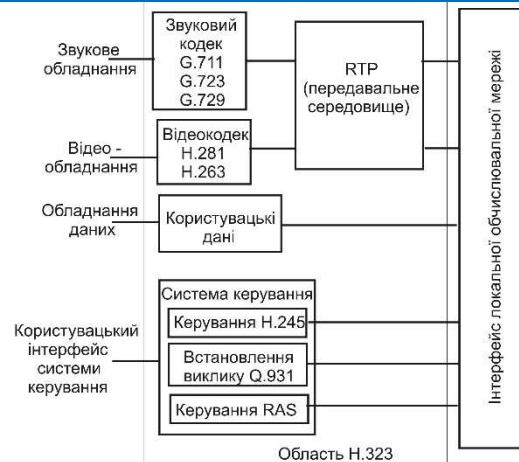


Рис. 5.2 – Взаємозв'язок між компонентами мережі

ТАБЛ. 5.1 - Протоколи H.323 зазначені в MCE-T.

Назва	Опис протоколів
H.323	Специфікація системи
H.225.0	Керування дзвінками (RAS), налаштування дзвінків (протокол, подібний до Q.931), а також пакетування та синхронізація медіапотіків
H.235	Протокол безпеки для автентифікації, цілісності, конфіденційності тощо
H.245	Зв'язок з обміном можливостями та перемиканням режимів
H.450	Додаткові послуги, включаючи утримання дзвінків, переадресацію тощо
H.246	Сумісність із послугами з комутацією каналів
H.332	Для проведення великих конференцій
H.26x	Відеокодеки H.26x, включаючи H.261 та H.263
G.7xx	Аудіокодеки G.7xx, включаючи G.711, G.723, G.729, G.728 тощо

1.3 Основні типи викликів в VoIP мережах

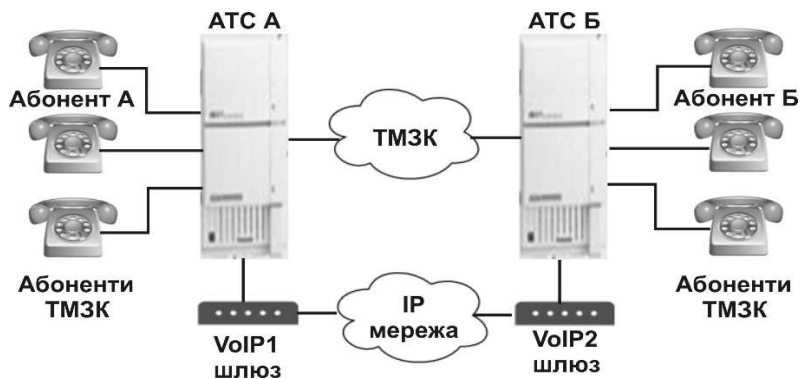


Рис 6.1 - Виклик в мережі VoIP «від телефонного апарату абонента А до телефонного апарату абонента Б»



Рис 6.2 – Схема VoIP виклику «від хосту клієнта А локальної мережі до телефонного апарату абонента Б мережі ТМЗК АТС Б»

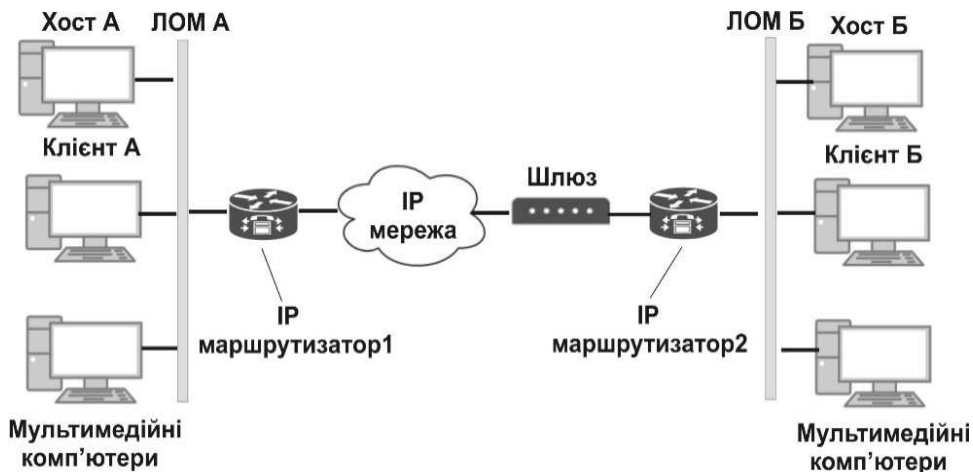


Рис 6.3 – Схема VoIP виклику «від хосту клієнта А локальної мережі А до хосту клієнту Б локальної мережі Б»

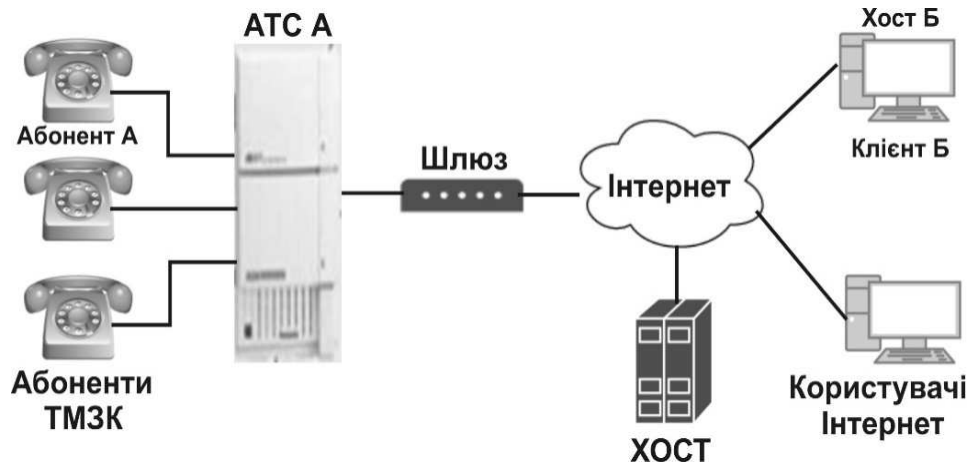


Рис 6.4 – Схема виклику VoIP «від веб-браузера до телефону»

2.2 Підключення до мережі та налаштування IP-телефонів в середовищі Cisco Packet Tracer

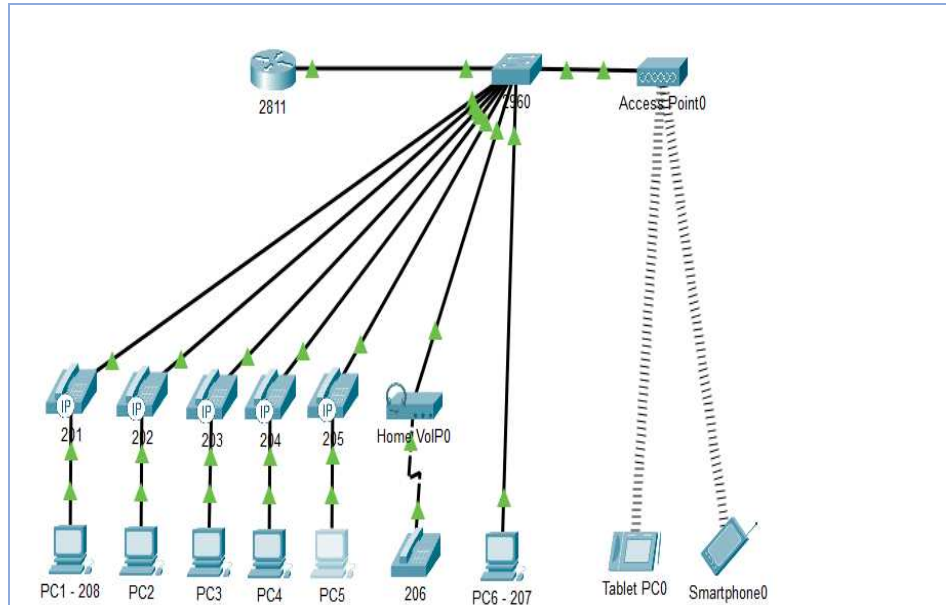


Рисунок 8.1 – Повна схема телефонізації офісу



Рисунок 8.2 – Вікно призначення номеру Cisco IP Phone 207



Рисунок 8.3 – Процес ініціювання вхідного виклику з IP SIP телефону з номером 201 на аналоговий телефон з номером 206



Рисунок 8.4 – Встановлення з'єднання IP SIP телефону (номер 201) з аналоговим телефоном (номер 206)

3 Організація локальної комп'ютерної мережі Іт-компанії

3.1 Розробка топології комп'ютерної мережі та IP-плану

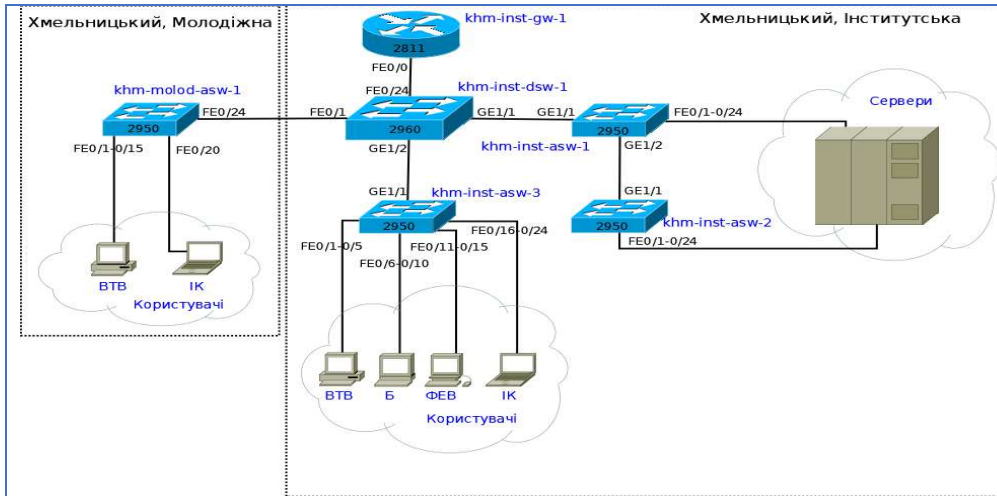


Рис. 9.1 – Схема комп'ютерної мережі фізичного рівня

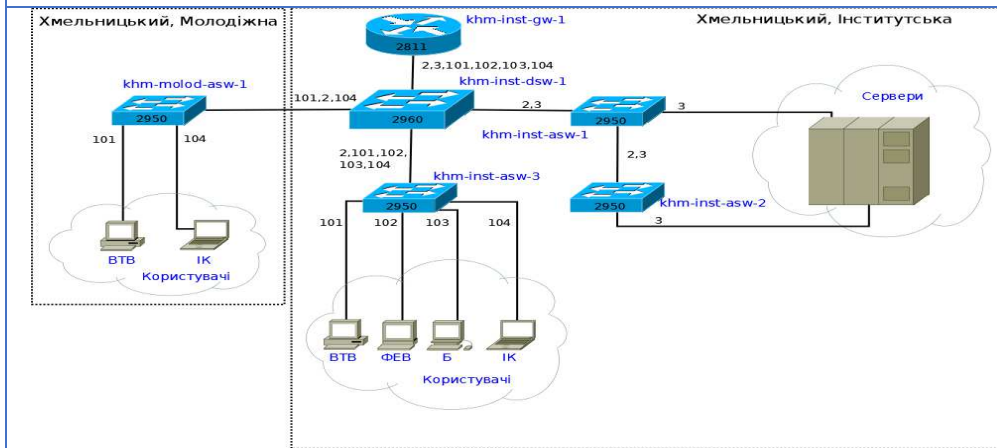


Рис. 9.2 – Схема комп'ютерної мережі каналного рівня

Табл. 9.1 – IP-План Мережі

IP-адреса	Примітки	VLAN
1	2	3
192.168.0.0/16		
192.168.0.0/24	Сервери	3
192.168.0.1	Шлюз	
192.168.0.2	Web	
192.168.0.3	File	
192.168.0.4	Mail	
192.168.0.5	PBX	
192.168.0.6-253	Зарезервовано	
192.168.1.0/24	Керування	2
192.168.1.1	Шлюз	
192.168.1.2	khm-inst-dsw-1	
192.168.1.3	khm-inst-asw-1	
192.168.1.4	khm-inst-asw-2	
192.168.1.5	khm-inst-asw-3	
192.168.1.6	khm-molod-asw-1	

3.2 Схеми викликів

Реалізовано два алгоритми прийому вхідних дзвінків:

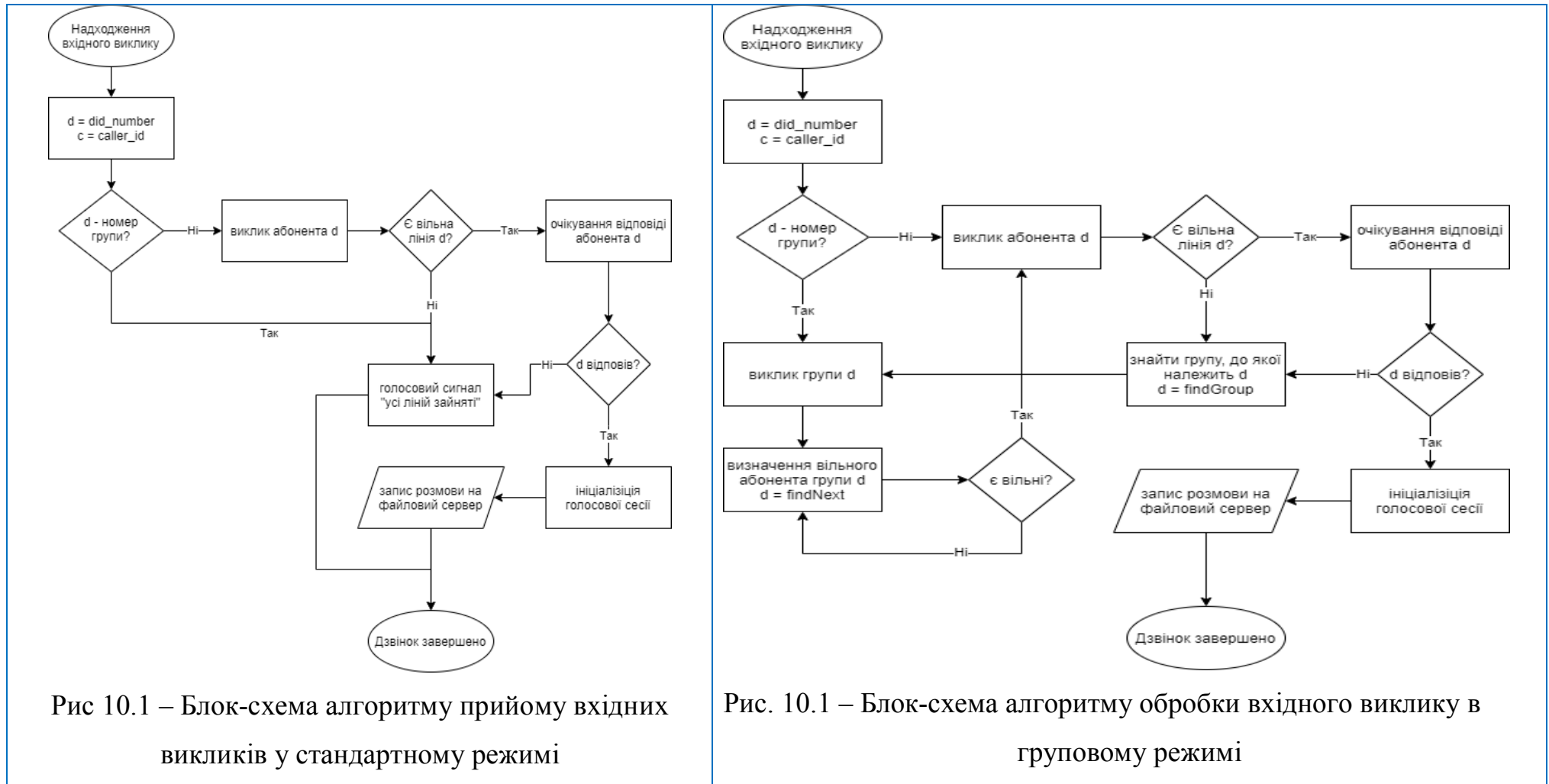


Рис 10.1 – Блок-схема алгоритму прийому вхідних викликів у стандартному режимі

Рис. 10.1 – Блок-схема алгоритму обробки вхідного виклику в груповому режимі

4 . ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ НА БАЗІ СИСТЕМИ ASTERISK

4.1 Встановлення та налаштування віртуальних машин в програмному середовищі віртуалізації VirtualBox

Таблиця 11.1 - Технічні характеристики віртуальних машин

Характеристики	Сервер (Server)	Клієнт (Client)
Назва	UbuntuLinux	Windows 7
Обсяг ОЗП	512 Мб	2048 Мб
Обсяг ПЗП	8 Гб (динамічний)	25 Гб (динамічний)
Частота процесора	2,6 ГГц	2,6 ГГц
Архітектура	AMD64	AMD64
Кількість логічних процесорів	1	1
Мережевий адаптер	Intel E100 (100 Мбіт/с)	Intel E100 (100 Мбіт/с)



Рис. 11.1 - Встановлена і готова до роботи віртуальна машина Windows 7

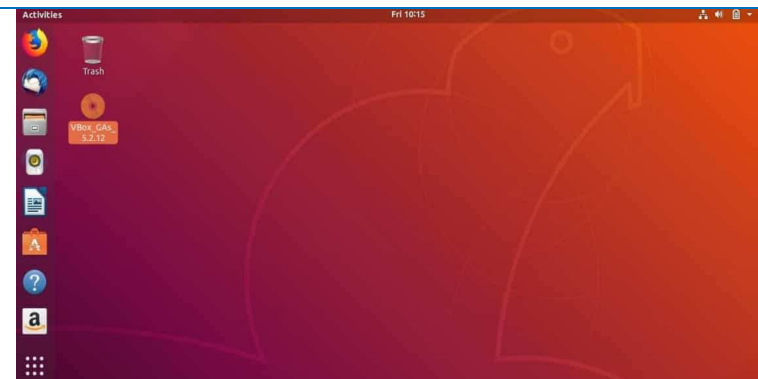
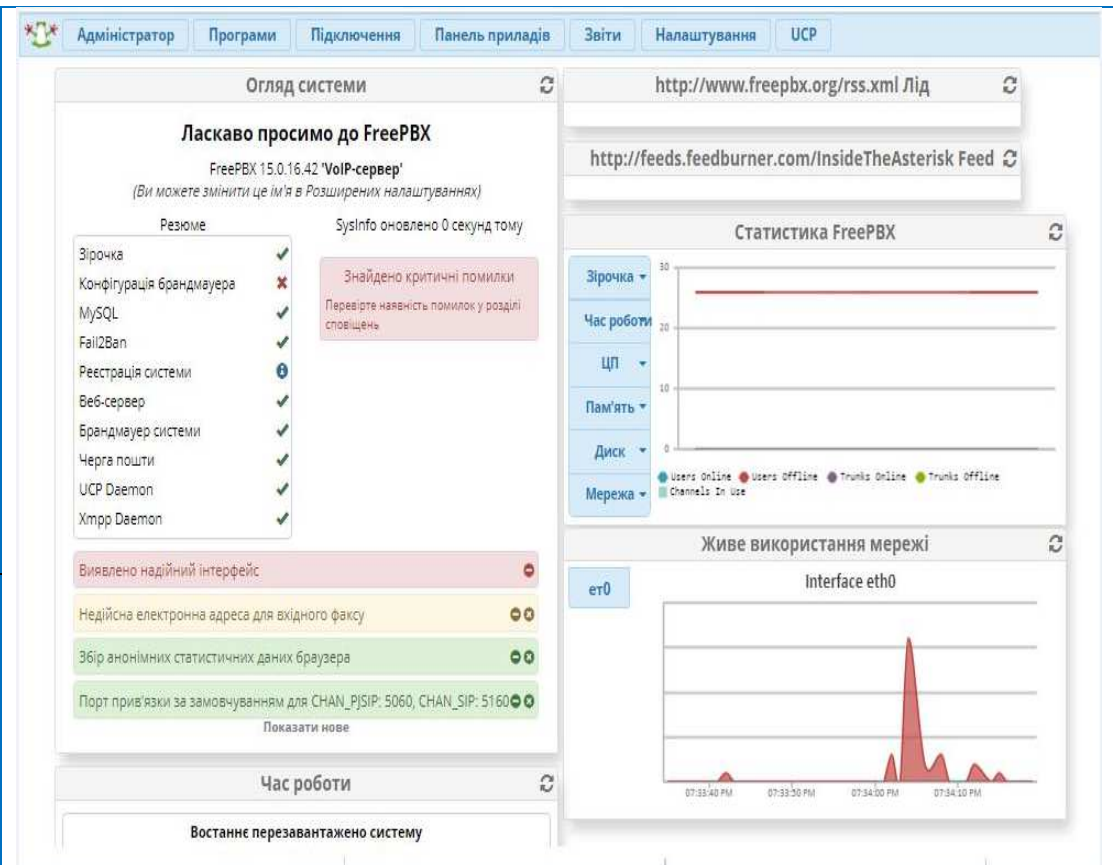
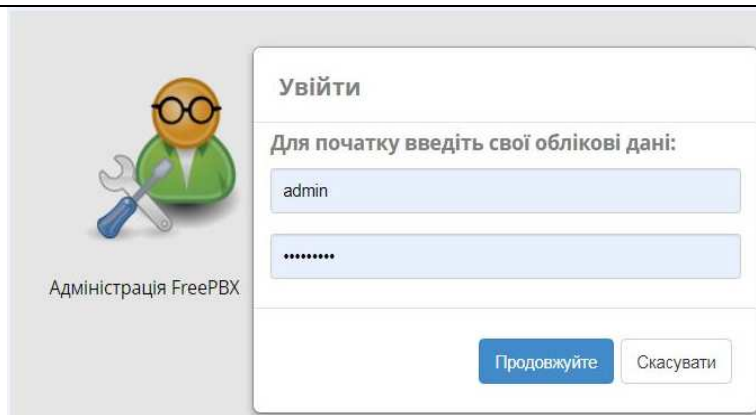


Рис. 11.2 - Встановлена і готова до роботи віртуальна машина Ubuntu

4.2 Встановлення дистрибутиву FreePBX



4.3 Підключення Soft-телефонів до сервера IP-телефонії

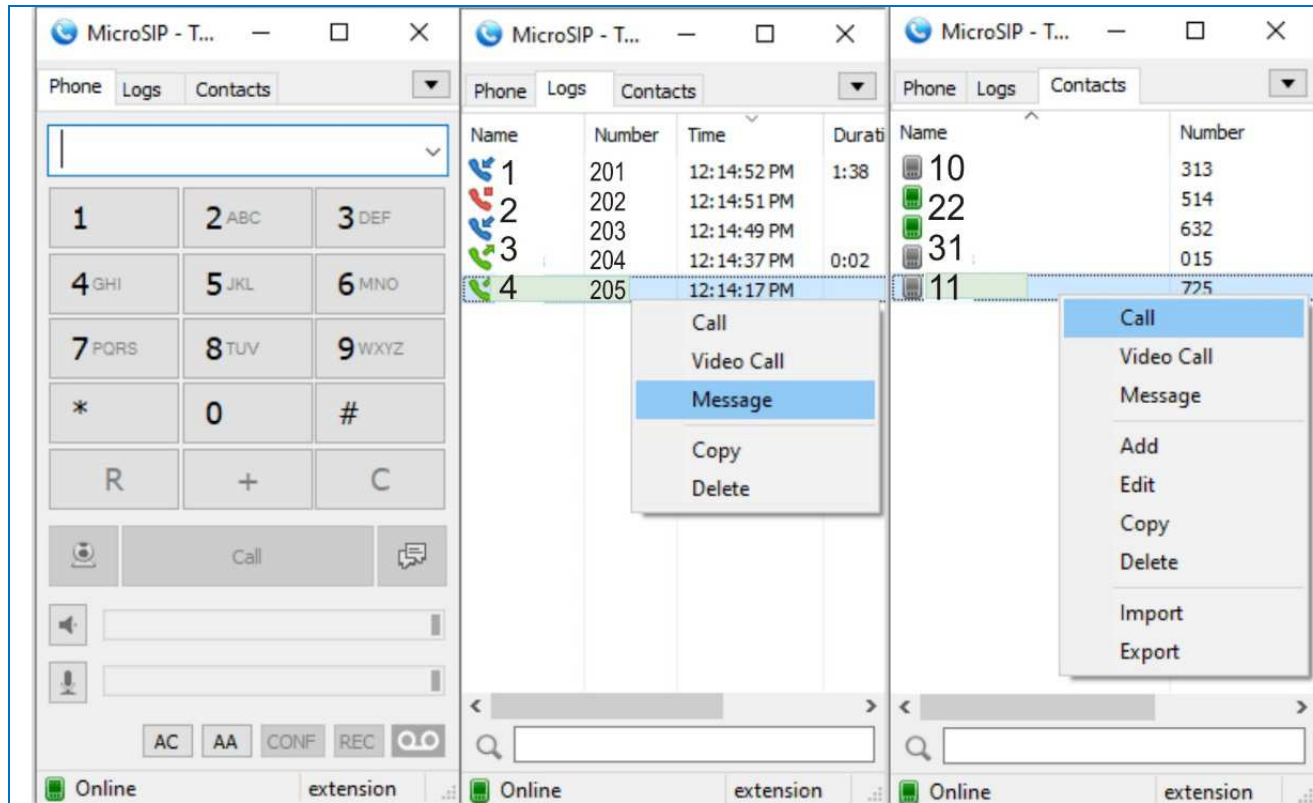


Рис 13.1 – Інтерфейс програми MicroSIP

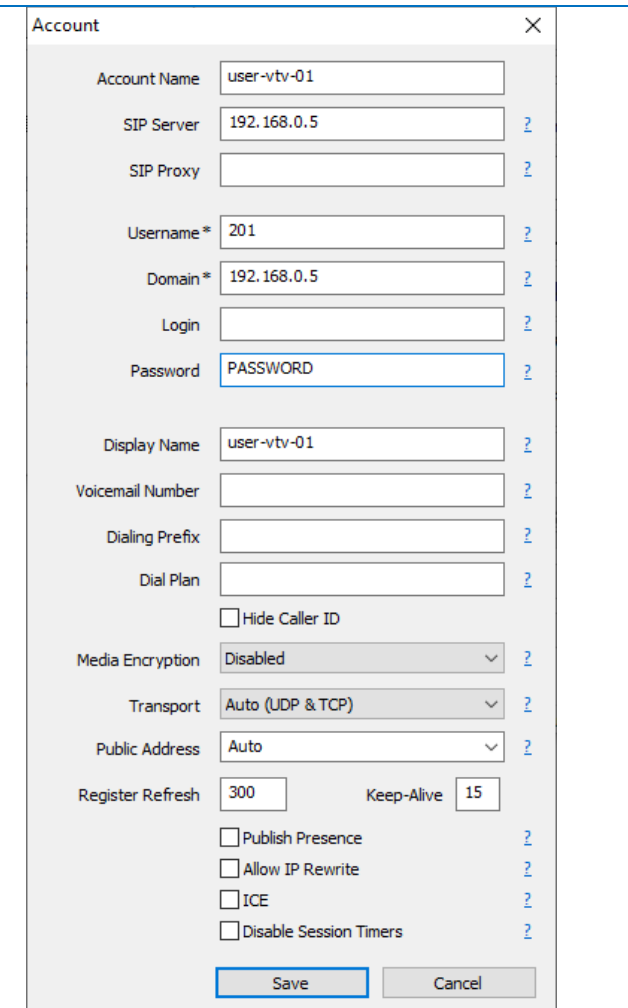


Рис. 13.2 – Реєстрація SIP-клієнта у програмі MicroSIP

4.4 Приклад практичної реалізації IP телефонії з використанням віртуальної АТС Asterisk. Процес з'єднання по протоколу SIP з внутрішнього VoIP телефону 201, через віртуальну АТС Asterisk на мобільний телефон, через SIP транк провайдера

Call flow for 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946 (Color by Request/Response)

```

172.16.3.46:63237
+0.000363
15:22:08.075139 +0.000426
15:22:08.075565 +0.000197
15:22:08.075762 +0.002846
15:22:08.078608 +2.095985
15:22:10.174593 +4.359904
15:22:14.534497 +0.005402
15:22:14.539899 +0.000342
15:22:14.540241 +0.000273
15:22:14.540514 +0.000096
15:22:14.540610 +0.002913
15:22:14.543523 +15.014805
15:22:29.558328 +0.000856
15:22:29.559184

INVITE (SDP)
401 Unauthorized
ACK
INVITE (SDP)
100 Trying
183 Session Progress (SDP)
200 OK (SDP)
ACK
INVITE (SDP)
100 Trying
200 OK (SDP)
ACK
BYE
200 OK

INVITE sip:0680141059@freepbx.local33.tv
IP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;rport
ranch=z9hG4bKpJ2582461dfb6b4333a1129a32f
05aeb
Max-Forwards: 70
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=8
80ac7e13444dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>
Contact: <sip:201@172.16.3.46:63237;ob>
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14432 INVITE
Allow: PRACK, INVITE, ACK, BYE, CANCEL,
DATE, INFO, SUBSCRIBE, NOTIFY, REFER, ME
AGE, OPTIONS
Supported: replaces, 100rel, timer, nore
rsub
Session-Expires: 1800
Min-SE: 90
User-Agent: MicroSIP/3.20.3
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 337

v=0
o=- 3815738522 3815738522 IN IP4 172.16.
46
s=pjmedia
b=AS:84
t=0 0
a=X-nat:0
m=audio 4000 RTP/AVP 8 0 101
c=IN IP4 172.16.3.46
b=TIAS:64000
a=rtcp:4001 IN IP4 172.16.3.46
a=sendrecv
a=rtpmap:8 PCMA/8000
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:101 telephone-event/8000
  
```

Рисунок 14.1 – Запит (Invite) VoIP телефона на сервер для здійснення дзвінка

Call flow for 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d08946 (Color by Request/Response)

```

172.16.3.46:63237
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP 172.16.3.46:63237;branc
z9hG4bKpJ5846cd977f2c4ba1bd9be78259d5f9b
received=172.16.3.46;rport=63237
From: <sip:201@freepbx.local33.tv>;tag=8
80ac7e13444dd892fe68863bba531
To: <sip:0680141059@freepbx.local33.tv>;
g=as3b696458
Call-ID: 4fd41e7e3009443cb0b3c176d9d0894
CSeq: 14435 BYE
Server: FPBX-15.0.16.78(16.11.1)
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE
REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH,
ESSAGE
Supported: replaces, timer
Content-Length: 0

+0.000363
15:22:08.074776 +0.000363
15:22:08.075139 +0.000426
15:22:08.075565 +0.000197
15:22:08.075762 +0.002846
15:22:08.078608 +2.095985
15:22:10.174593 +4.359904
15:22:14.534497 +0.005402
15:22:14.539899 +0.000342
15:22:14.540241 +0.000273
15:22:14.540514 +0.000096
15:22:14.540610 +0.002913
15:22:14.543523 +15.014805
15:22:29.558328 +0.000856

INVITE (SDP)
401 Unauthorized
ACK
INVITE (SDP)
100 Trying
183 Session Progress (SDP)
200 OK (SDP)
ACK
INVITE (SDP)
100 Trying
200 OK (SDP)
ACK
BYE
200 OK
  
```

Рисунок 14.2 – Відповідь сервера (200 OK) на запит (BYE) VoIP телефона, для завершення дзвінка

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи автором отримані наступні результати:

1. Проведений аналіз ринку VoIP телефонії, розглянуті основні компоненти мережевої IP - архітектури, протоколи та рекомендації для передачі голосу поверх IP, основні типи викликів та надаваних послуг в VoIP - телефонії. Показані умови створення VoIP - телефонії, наведені її відмінності від стаціонарної і мобільної телефонії. Показано, що важливими перевагами технології VoIP є відкритий характер побудови IP-мереж, інтеграція програм для передачі голосу і даних та її гнучкість, що забезпечується завдяки переміщенню інтелекту від мережі до кінцевих станцій. Це може дозволити організаціям економічно ефективно впорядкувати різні способи зв'язку для підвищення продуктивності бізнесу.

2. Розроблена та побудована імітаційна модель корпоративної віртуальної локальної мережі VLAN та налаштовані сервіси VoIP - телефонії в програмному продукті Cisco Packet Tracer, що дозволило створити робочу модель мережі та набути практичних навичок роботи з мережевими пристроями, закінченими пристроями VoIP - телефонії, здійснити установку, настройку, проектування мережі та сформулювати уявлення про принципи організації і функціонування телефонних сервісів в офісах ІТ – компанії.

3. Спроектована високошвидкісна локальна комп'ютерна мережа компанії з централізованим управлінням, за обраною топологією «зірка», обґрунтований вибір апаратно – програмних складових мережі. Побудована віртуальна мережа (VLAN) надає можливості створення, групування та перегрупування мережесегментів логічно і негайно, легкого додавання, переміщення і зміни користувачів мережі, без зміни фізичної інфраструктури мережі підприємства та від'єднання бізнес - користувачів і серверів.

4. На основі розробленої інфраструктури віртуальної локальної мережі проведена структурна IP-телефонізація компанії з використанням високоякісних телефонних IP з'єднань, що дозволило зекономити смугу пропускання, знизити тарифи на телефонні корпоративні розмови та забезпечити високу надійність і універсальність. Використана ієрархічна, модульна структура для побудови моделі надає можливість подальшого розширення мережі та забезпечить вищу відмовостійкість мережі, в цілому.

5. Запропонована оптимізована структурна реалізація телефонної мережі офісу що передбачає використання власного Asterisk сервера та GSM – шлюзів. Таке рішення дозволяє просто і якісно оптимізувати телефонну мережу компанії, отримати великий набір функцій VoIP - телефонії та зменшити витрати на оплату використовуваного користувацького трафіку.

6. Встановлене та відлагоджене програмне забезпечення продуктивної системи VoIP-телефонії з використанням засобів віртуалізації Oracle VM VirtualBox та віртуальних машин під управлінням ОС Ubuntu Linux. Встановлені та налаштовані комунікаційний додаток Asterisk та дистрибутив управління Asterisk – FreePBX, що мають відкриті коди, це дало можливість організації повноцінної офісної IP-АТС в офісах ІТ – компанії та встановити повний контроль над адмініструванням системи VoIP – телефонії і отримати можливості створення багатокористувацьких клієнтських програм зі значним заощадженням коштів при розгортанні корпоративної мережі.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Додаток В
Тези конференції

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Хмельницький національний університет

Військовий інститут Київського національного університету
ім.Тараса Шевченка

ПВНЗ “Університет економіки і підприємництва”

Вінницький національний технічний університет

Західноукраїнський національний університет

Інтелектуальний потенціал - 2020

збірник наукових праць молодих науковців і студентів

сформовано за матеріалами
Всеукраїнської науково-практичної конференції
молодих науковців і студентів
«Інтелектуальний потенціал – 2020»

9-10 листопада 2020 р.

Частина 1

Хмельницький
2020

ББК 74.480.278

С.88

«Інтелектуальний потенціал – 2020» - збірник наукових праць молодих науковців і студентів / Колектив авторів – Хмельницький: ПВНЗ УЕП, 2020. – Частина 1. – 100 с.

Відповідальний редактор: Желавська Н.В.

Відповідальний за випуск: Чешун В.М.

Редакційна колегія:

Желавський О.Б.

Кльоц Ю.П.

Чешун В.М.

Тимофєєва Л.В.

ЗМІСТ

Білаш О. Ю., Пятін І.С. Модель визначення спектральної густини потужності сигналу на антені	5
Біндер Т. С., Пятін І.С. Модель цифрової системи зв'язку з завадостійким згортковим кодуванням	8
Гадомський А.В., Таранчук А.А. Метод моніторингу мережі WLAN WI-FI	11
Горбань В.В. Таранчук А.А. Високошвидкісна локальна корпоративна мережа з послугою VoIP – телефонії	14
Данілова Л.В., Лавров Є.А., Токар А.С. Оптимізація діалогової людино-машинної взаємодії в комп'ютерних системах	18
Єрмаков М. С., Борисенко О.А. Завадостійкий біноміальний таймер	21
Казімірко А.О., Таранчук А.А. Аналіз механізмів захисту мережевого устаткування від хакерської атаки типу TCP SYN Flood	23
Ковальчук О.Л., Кучерявий Є.І., Таранчук А.А. Модель «розумної» мережі енергопостачання житлового будинку	26
Красильников С.Р. Зміст курсу «Комп'ютерний практикум» у професійній підготовці фахівців спеціальності 015.20 «Професійна освіта. Транспорт»	30
Крикун Є. О., Підченко С.К. Технологія побудови сенсорної мережі IoT з використанням протоколу LoRaWAN	32
Кубатий Н. О., Таранчук А.А. Пропускна здатність мережі голосової IP-телефонії	35
Локашук В.Ю., Медзатий Д.М. Розробка системи відкритого світу в Unreal Engine 4	39
Маниленко М.П., Полікаровських О.І. Обчислювальний метод формування вихідного сигналу синтезатора високих частот	42
Матюк Д.С., Мишко О.Є., Деркач М.В. Вплив температури повітря на точність локалізації мобільного робота	46
Мельник О. Д., Журавська І. М. Використання технології розпізнавання образів для автоматизації обліку показників побутових лічильників енергії	49
Михальський В.М, Полікаровських О.І. Метод нейромережевого керування системою адаптивного радіозв'язку Software Defined Radio ...	53
Ніколайчук І.А., Пятін І.С. Моделювання транспортного каналу з полярними кодами для мобільного зв'язку п'ятого покоління	57

Дальність поширення радіосигналу можна розрахувати, як [1] :

$$L = 20 \log f + N \log d + P(n) - 28, (1)$$

де d - відстань в метрах; f - частота в мегагерцах; N - коефіцієнт втрати потужності сигналу за відстанню; n - кількість перешкод; $P(n)$ - параметр втрати потужності сигналу при проходженні сигналу через перешкоди.

Модель (1) враховує втрати при багаторазовому проходженні сигналу через підлогу та стіни, що дозволяє при розгортанні мережі повторно використовувати частоти на різних поверхах будівлі.

Коефіцієнти втрати потужності N в (1), включають в неявному вигляді поправку на втрати при проходженні сигналу через стіни або через перешкоди, а також на інші механізми, що викликають втрати і виникають в межах одного поверху університету.

Використаний метод моніторингу та аудиту мережі дозволяє спроектувати і оптимізувати безпроводову мережу Wi-Fi ще на етапі її проектування, а також дозволить значно зменшити витрати на обладнання при її розгортанні або розширенні.

Перелік посилань

1. Горбатий І. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи / А. Бондарєв, І. Горбатий // Львів: Львівська політехніка, 2016. – 336 с.
2. Павлиш В. Основи інформаційних технологій і систем. / В. Павлиш, Л. Гліненко, Н. Шаховська// Львів: Львівська політехніка, 2018. – 476 с.
3. Офіційний сайт NetSpotPRO – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.netspotapp.com>

Високошвидкісна локальна корпоративна мережа з послугою

VoIP – телефонії

Горбань В.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Таранчук А.А.

Хмельницький національний університет

При виборі топології мережі необхідно знайти компроміс між вартістю мережевого обладнання та його надійністю і продуктивністю, врахувати можливе розширення мережі, необхідність підключення до мережі міні-комп'ютерів або робочих станцій.

Якщо до мережі ставляться високі вимоги щодо продуктивності і надійності, рекомендується використовувати шинну топологію і метод доступу Ethernet [1]. Наявні на ринку мережеві адаптери та комутатори Ethernet забезпечують швидкість передачі від 100 Мбіт/с до 10 Гбіт/с за

прийнятну вартість. Для мереж з кількістю користувачів близько двох-трьох десятків достатньо пропускної спроможності Ethernet до 100 Мбіт/с.

При проектуванні мережі слід дотримуватися ієрархічної моделі, яка має багато переваг в порівнянні з «плоскою мережею»: спрощується розуміння організації мережі, модель передбачає модульність, що означає можливість розширення мережі, простоту знаходження та локалізації проблеми, підвищення відмовостійкості за рахунок дублювання пристроїв та покладання функцій щодо забезпечення працездатності мережі на різні пристрої [1].

Побудована локальна мережа (рис. 1) розгорнута у компанії, яка має два офіси в м. Хмельницькому. Виділяється чотири групи користувачів: бухгалтерія (Б), фінансово-економічний відділ (ФЕВ), виробничо-технічний відділ (ВТВ) та інші користувачі (ІК), які розмежовані і не мають прямого доступу між собою.

Сервери віртуалізації мережі (С) входять в окрему групу і забезпечують роботу мережі під управлінням Ubuntu Linux та програмного забезпечення Asterisk - програмної телефонної станції голосової IP-телефонії [2,3].

Схеми побудованої мережі у відповідності до рівнів моделі OSI (мережевий, каналний, фізичний) [1] представлені на рисунках 1-3.

Відповідно до моделі (рис.1), мережа розбивається на три логічних рівня:

- ядро мережі (Core Layer: високопродуктивні пристрої, головне призначення – швидкий та безперебійний транспорт) забезпечує маршрутизатор 2811;

- розподільчий рівень (Distribution Layer: забезпечує застосування політик безпеки, QoS, агрегацію і маршрутизацію у VLAN, визначає ширококомовні домени). На цьому рівні використаний комутатор 2960 оскільки на ньому агрегуються в загальний транк всі VLAN-мережі.

- рівень доступу (Access Layer: як правило, у якості обладнання використовують комутатори, до яких підключаються кінцеві пристрої). Комутатори 2950 будуть використовуватись в якості пристроїв доступу (Access). До них будуть підключатися кінцеві користувачі, офісна техніка, сервери.

Схема мережевого рівня (рис. 1) показує логіку маршрутизації локальних підмереж системи центральним маршрутизатором.

На схемі каналного рівня (рис. 2) показані кінцеві робочі станції користувачів, сервери та мережеве обладнання та позначені VLAN-підмережі.

Будова фізичного рівня спроектованої локальної корпоративної мережі із зазначенням портів для підключення пристроїв наведена на схемі (рис. 3).

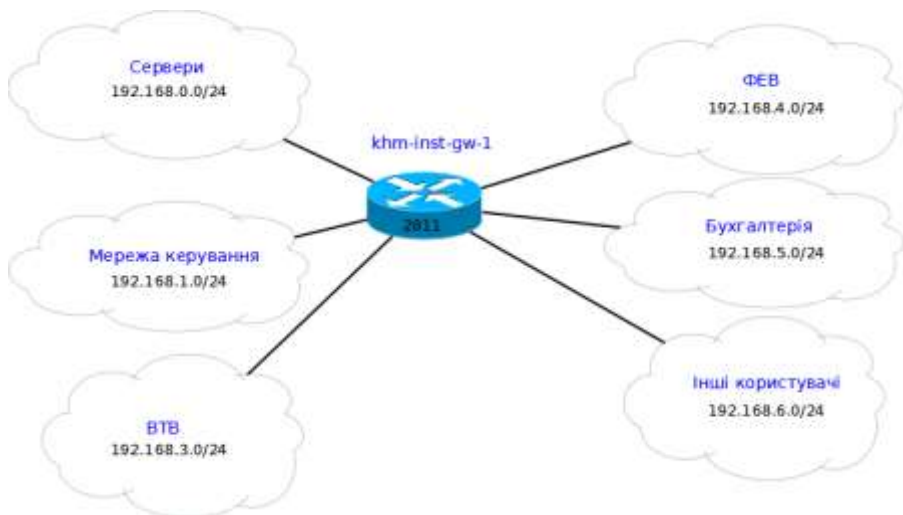


Рисунок 1 - Схема комп'ютерної мережі мережевого рівня

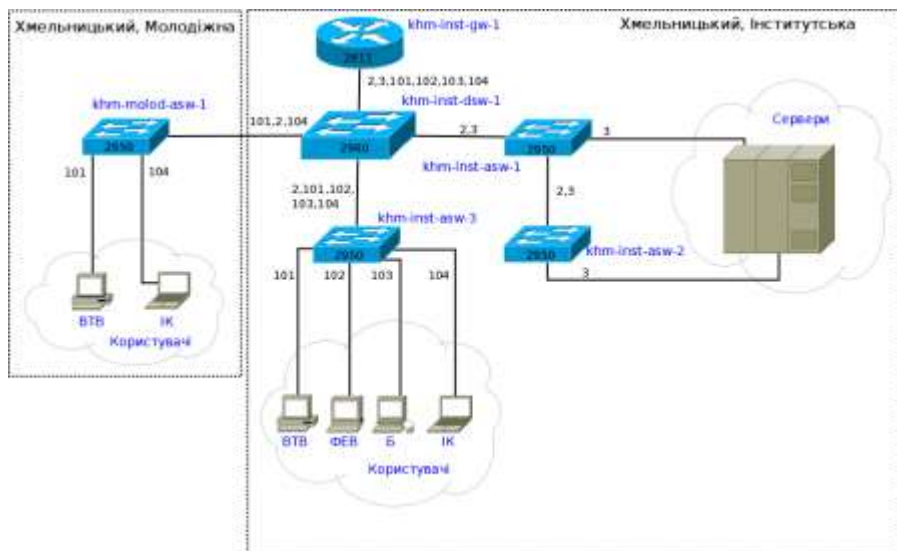


Рисунок 2 – Схема комп'ютерної мережі каналного рівня

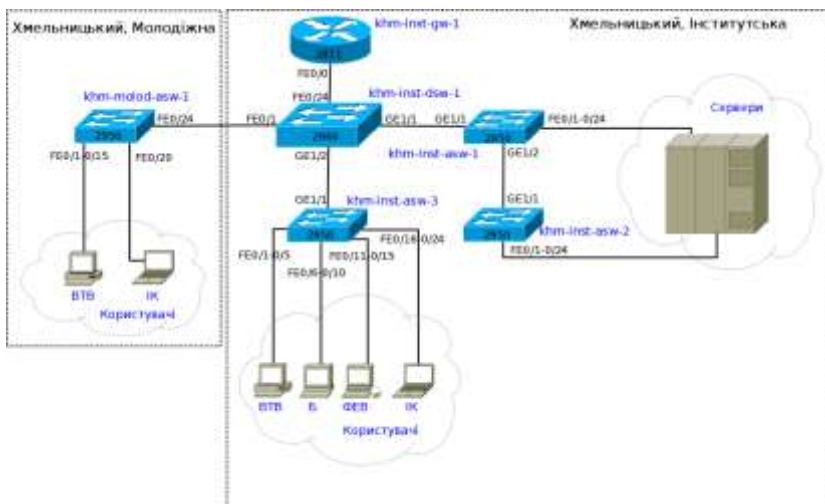


Рисунок 3 – Схема комп’ютерної мережі фізичного рівня

Кожна група пристроїв виділяється в окрему VLAN. Таким чином досягається обмеження широкомовних доменів. Також введено спеціальний VLAN для управління пристроями. Номери VLAN з 4 по 100 зарезервовані для майбутніх потреб.

При призначенні номерного поля системи IP- телефонії та схеми викликів враховані наступні вимоги: кожен працівник отримує особистий внутрішній і зовнішній телефонні номери та до трьох голосових ліній; передбачається можливість гнучкої переадресації вхідних викликів, у разі коли всі лінії абонента зайняті; можливість переходу будь-якої групи викликів у режим «Кол-центру» із застосуванням голосових меню.

Використання високоякісних телефонних з’єднань IP-телефонії призведе до економії смуги пропускання, зниження тарифів на телефонні корпоративні розмови та забезпечить високу надійність і універсальність, за рахунок використання програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом Asterisk.

Перелік посилань

1. Азарова, А. О. Комп’ютерні мережі та телекомунікації: навчальний посібник / Азарова А. О., Лисак Н. В. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 293 с.
2. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP+Телефония. – М.: Радио и связь, 2001. –336 с.: ил.
3. Asterisk - Окончательное руководство, 4-е издание –[Название с экрана. – Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://surl.li/gqtr>

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 0.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 14%

ID: 81558 Название: Модель IP- телефонії на базі додатку Asterisk Добавлено в БД: 2020-11-29 Авторы: Горбань Віталій Володимирович Руководители: Таранчук Алла Анатоліївна Консультанты: Оponentы:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	85808	732	1135 (1%)	13 (2%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

Имя пользователя:
Kafedra TMIT KhNU

Дата проверки:
01.12.2020 19:41:14 EET

Дата отчета:
01.12.2020 19:52:39 EET

ID проверки:
1005320031

Тип проверки:
Doc vs Internet + Library

ID пользователя:
100005657

Название файла: Горбань_ТРМ-19-1

Количество страниц: 94 Количество слов: 13897 Количество символов: 102068 Размер файла: 5.90 MB ID файла: 1005442911

Обнаружены модификации текста (могут влиять на процент совпадений)

5.88%

Совпадения

Наибольшее совпадение: 2.02% с Интернет-источником (<https://it-solution.niceboard.com/t4-data-vlan-and-voice-vlan...>)

5.6% Источники из Интернета

94

Страница 96

0.47% Источники из Библиотеки

21

Страница 97

0% Цитат

Исключение цитат выключено

Исключение списка библиографических ссылок выключено

0% Исключений

Нет исключенных источников

Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы

75

Подозрительное форматирование

38
страниц

ВІДЗИВ

на дипломну роботу другого (магістерського) рівня студента групи ТРМ-19-1
Горбаня Віталія Володимировича

«МОДЕЛЬ IP- ТЕЛЕФОНІЇ НА БАЗІ ДОДАТКУ ASTERISK»

В роботі розглядаються питання побудови імітаційної моделі VoIP-телефонії та проектування корпоративної мережі на її основі з використанням засобів віртуалізації та комунікаційного додатку з відкритим кодом Asterisk.

Актуальність теми обумовлена бурхливим розвитком VoIP телефонії, Показано, що важливими перевагами технології VoIP є відкритий характер побудови IP-мереж, інтеграція програм для передачі голосу і даних та її гнучкість. що забезпечується завдяки переміщенню інтелекту від мережі до кінцевих станцій. Це може дозволити організаціям економічно ефективно впорядкувати різні способи зв'язку для підвищення продуктивності бізнесу.

В магістерській роботі ставиться та виконується рад задач, а саме:

- проведений аналіз ринку VoIP телефонії, розглянуті основні компоненти мережевої IP - архітектури, протоколи та рекомендації для передачі голосу поверх IP;
- розроблена та побудована імітаційна модель корпоративної віртуальної локальної мережі VLAN та налаштовані сервіси VoIP -телефонії в програмному продукті Cisco Packet Tracer, що дозволило створити робочу модель мереж;
- спроектована високошвидкісна локальна комп'ютерна мережа компанії;
- побудована віртуальна мережа (VLAN) яка надає можливості створення, групування та перегрупування мережевих сегментів логічно і негайно, легкого додавання, переміщення і зміни користувачів мережі, без зміни фізичної інфраструктури мережі підприємства
- на основі розробленої інфраструктури віртуальної локальної мережі проведена структурна IP-телефонізація компанії.

За змістом робота є докладною та містить достатньо посилань на літературу. Викладення матеріалу є послідовним та логічно правильним. Наведені у роботі схеми, припущення та висновки мають достатнє обґрунтування та детальне

пояснення. Мова викладення роботи є технічно грамотною, зрозумілою та не перенасиченою спеціальними термінами.

З точки зору оформлення дипломна робота представлена пояснювальною запискою обсягом 100 сторінок, складається з чотирьох основних розділів та 3-х додатків. Оформлення пояснювальної записки знаходиться на належному рівні.

Серед позитивних сторін дипломної роботи слід відмітити наступне:

1. Показані умови створення VoIP - телефонії, наведені її відмінності від стаціонарної і мобільної телефонії. Показано, що важливими перевагами технології VoIP є відкритий характер побудови IP-мереж, інтеграція програм для передачі голосу і даних та її гнучкість, що забезпечується завдяки переміщенню інтелекту від мережі до кінцевих станцій.

2. Розроблена та побудована імітаційна модель корпоративної віртуальної локальної мережі VLAN та налаштовані сервіси VoIP -телефонії в програмному продукті Cisco Packet Tracer.

3. На основі розробленої інфраструктури віртуальної локальної мережі проведена структурна IP-телефонізація компанії з використанням високоякісних телефонних IP з'єднань, що дозволило зекономити смугу пропускання, знизити тарифи на телефонні корпоративні розмови та забезпечити високу надійність і універсальність.

Серйозних недоліків робота не містить. Присутні незначні неточності, орфографічні та стилістичні помилки, які не впливають на суть роботи.

Вважаю, що дана робота відповідає загальним вимогам щодо дипломних робіт другого (магістерського) рівня, і заслуговує оцінки “добре”, а Горбань Віталій Володимирович – присвоєння кваліфікації магістра зі спеціальності 172 – “Телекомунікації та радіотехніка”.

Рецензент:

д.т.н., професор кафедри
телекомунікацій та радіотехніки



Бойко Ю.М.

Завідувачу кафедри телекомунікацій
медійних та інтелектуальних технологій
д.т.н, доценту Підченко С.К.
здобувача вищої освіти
Горбаня Віталія Володимировича,
ФПКТС, 2 курс, ТРМ-19-1


ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

3.12.2020
дата


Горбань В.В.
підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій (ТМІТ)
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Модель IP – телефонії на базі додатку Asterisk

Автор: Горбань Віталій Володимирович

Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма: Телекомунікації та радіотехніка

Науковий керівник: Таранчук Алла Анатоліївна

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	Відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягненні. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Збіги (5,88%), що виявлені в роботі не є плагіатом. Програмний код взято коректно з відповідним посиланням на джерело. Часткові збіги відповідають частовживаним словосполученням. Критичних запозичень немає. Дипломна робота допускається до захисту.

4.12.2020 р.

Науковий керівник роботи
к.т.н., доц.

Таранчук А.А.

Зав. каф. ТМІТ
д-р.т.н., доц.

Підченко С.К.