

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інфокомунікацій
(повна назва)

Кафедра Інформаційно-мережної інженерії
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Впровадження IP-телефонії на локальній мережі
(тема)

Виконав:
здобувач 4 року навчання,
групи ТРИМІ-21-2
Ілля КАПІТОНОВ
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 172 Телекомунікації
та радіотехніка
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційно-мережна інженерія
(повна назва освітньої програми)

Керівник ст. викл. Олександр БИБКА
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Завідувач кафедри

(підпис)

Валерій БЕЗРУК
(власне ім'я, прізвище)

2025 р.

Не містить відомостей заборонених до відкритого публікування.

Студент / Ілля Капітонов /

Керівник / Олександр Бибка /

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інфокомунікацій
Кафедра Інформаційно-мережної інженерії
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка
(код і повна назва)
Тип програми освітньо-професійна
Освітня програма «Інформаційно-мережна інженерія»
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)
«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві Канітонову Іллі Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Впровадження IP-телефонії на локальній мережі

затверджена наказом університету від 23 травня 2025 р. № 410 Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 17 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Провести аналіз інформаційних технологій, що можуть бути використані при побудові локальних мереж. Розглянути принцип роботи та особливості IP-телефонії. Провести аналіз переваг впровадження IP-телефонії у локальних мережах. Обрати необхідну систему IP-телефонії, що задовольняє вимогам підприємства на прикладі офісу фірми що займається ремонтом комп'ютерної техніки. Кількість співробітників – 15, кількість приміщень – 7, локальна мережа організована через бездротові підключення. Провести вибір необхідного обладнання та програмного забезпечення для організації IP-телефонії.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____
Вступ

1. Опис базових технологій для організації IP-телефонії у локальній мережі

2. Постановка завдання та реалізація IP-телефонії в локальній мережі

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) назва, мета і актуальність кваліфікаційної роботи; особливості IP-телефонії; принцип роботи IP-телефонії; технологія Wi-Fi; схема приміщень фірми «KompMaster»; схема побудови мережі «KompMaster»; план організації IP-телефонії «KompMaster»; Сервер IP-телефонії Yeastar MyPBX 400; вибір програмного софтверу для Android. MizuDroid SIP VOIP Softphone; 3CX phone; Zoiper; схема монтажу обладнання; висновки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення із завданням. Уточнення ТЗ.	23.05.25	виконано
2	Підбір літератури за темою роботи.	24.05-05.06.25	виконано
3	Опис базових технологій для організації IP-телефонії у локальній мережі	06.06-07.06.25	виконано
4	Постановка завдання та реалізація IP-телефонії в локальній мережі	08.06-10.06.25	виконано
5	Оформлення презентаційного матеріалу, підготовка до захисту в ЕК	17.06.25	виконано

Дата видачі завдання 23 травня 2025 р.

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____ ст. викл. Олександр БИБКА
(підпис) (посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 61 с., 34 рис., 3 табл., 10 джерел, 1 додаток.

Об'єкт дослідження – локальна мережа підприємства.

Мета роботи – впровадження IP-телефонії на локальній мережі.

Проведено аналіз інформаційних технологій, що можуть бути використані при побудові локальної мережі фірми. Розглянуто основні принципи роботи технології IP-телефонії, її переваги та недоліки, а також проблемні питання, що виникають при впровадженні можливих надаваних послуг та якості зв'язку. Проведено вибір сервера IP-телефонії, його складові частини, функції та настроювання. Досліджено питання підключення смартфонів співробітників до IP-телефонії офісу через спеціальне програмне забезпечення.

У практичній частині проведено впровадження IP-телефонії до локальної мережі офісу по бездротовим каналам, та проведено розрахунок смуги пропускання каналу Wi-Fi з урахуванням обраного обладнання.

ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, WLAN, IP-ТЕЛЕФОНІЯ, ZOIPER, SIP.

THE ABSTRACT

Explanatory slip 61 p., 34 fig., 3 tab., 10 sources, 1 attach.

Object of research - enterprise local area network.

The purpose of the work - implementation of IP telephony on the local network.

The article analyses information technologies that can be used when building a local network of a company. The basic principles of IP-telephony technology, its advantages and disadvantages, as well as problematic issues that arise when implementing possible services and quality of communication are considered. The choice of IP telephony server, its components, functions and settings are described. The issue of connecting employees' smartphones to the IP telephony of the office through special software is investigated.

In the practical part, IP telephony is implemented in the office local network via wireless channels, and the Wi-Fi channel bandwidth is calculated taking into account the selected equipment.

LOCAL NETWORK, WLAN, IP-TELEPHONY, ZOIPER, SIP.

ЗМІСТ

	С.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
1 ОПИС БАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ У ЛОКАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ.....	11
1.1 Технологія ІР телефонії.....	11
1.2 Технологія Wi-Fi.....	13
2 ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ В ЛОКАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ.....	20
2.1 Необхідність впровадження мобільної офісної мережі ІР-телефонії.....	20
2.2 Існуюча мережа Wi-Fi в офісі та Internet підключення.....	20
2.3 План проектування мобільної офісної мережі ІР-телефонії.....	23
2.4 Проектування сервера ІР-телефонії.....	25
2.4.1 Вибір сервера ІР-телефонії.....	25
2.4.2 Характеристика сервера ІР-телефонії.....	25
2.5 План нумерації сервера ІР-телефонії та телефонний зв'язок.....	28
2.6 Налаштування сервера Yeastar MyPBX 400 для підключення до оператора.....	29
2.7 Мобільна офісна ІР-телефонія.....	31
2.7.1 Характеристика мобільних пристроїв працівників.....	31
2.7.2 Вибір програмного софту для Android.....	31
2.7.3 Підключення мобільного телефону на ОС Android до офісної мережі Wi-Fi.....	42
2.8 Характеристика та вибір типу голосових кодеків.....	43
2.9 Налаштування мобільних софтонів для підключення до Yeastar MyPBX 400.....	45
2.10 Розрахунок смуги пропускання каналу Wi-Fi для ІР-телефонії.....	46
2.11 Розрахунок електроживлення.....	48
2.12 Розміщення обладнання.....	50
ВИСНОВКИ.....	51
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	52
ДОДАТОК А СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ.....	53

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- IP – (Internet Protocol) між мережний протокол;
- ITU – (International Telecommunications Union) міжнародне об'єднання по передачі даних;
- LAN – (Local Area Network) локальна комп'ютерна мережа;
- MAC – (Media Access Control) метод доступу до середовища;
- TCP – (Transmission Control Protocol) протокол керування передачею даних;
- UDP – (User Datagram Protocol) протокол дата грам користувача;
- VLAN – (Virtual Local Area Network) віртуальна локальна комп'ютерна мережа;
- VoIP – (Voice over IP) технологія передачі мовної інформації з мереж з маршрутизацією пакетів;
- VPN – (Virtual Private Network) віртуальні приватні мережі;
- WAN – (Wide Area Network) глобальна комп'ютерна мережа;
-
- ЛОМ – локальна обчислювальна мережа;
- ТМЗК – телефонна мережа загального користування;
- УАТС – управлінська автоматична телефонна станція.

ВСТУП

У епоху стрімкого прогресу інформаційно-комунікаційні технології відіграють ключову роль у розвитку економіки та бізнесу. Важливою складовою цього процесу є генерація, обробка та розподіл інформації. Поява нових типів трафіку та мережевих послуг вимагає застосування новітніх технологій обробки даних та висуває високі стандарти до якості передачі даних.

Сьогодні, у часи інформаційного буму, багато корпорацій та компаній оновлюють або модернізують свої комунікаційні мережі. Незалежно від розміру та конфігурації цих мереж, їхня мета - інтегрувати технологічні та виробничі, цифрові та аналогові системи в єдину мережу. Така мережа має забезпечувати повний спектр послуг для технологічних, виробничих та комерційних потреб, дозволяючи кожному елементу отримувати необхідні послуги через цифрові та аналогові канали з можливістю мультиплексування, маршрутизації та автоматичної комутації.

Наразі виробники проводять обширні дослідження та розробки в області створення електронних комутаційних систем для передачі телефонних даних та іншої інформації в автоматизованих телефонних станціях з часовим розділенням каналів. Це дозволяє здійснювати кілька з'єднань через один комутаційний елемент, підвищуючи ефективність використання комутаційного обладнання та економічні показники, забезпечуючи при цьому необхідну якість передачі даних. Електронні автоматичні телефонні станції з цифровим комутаційним полем, що працюють на принципах імпульсно-кодової модуляції, стають фундаментом для розбудови інтегрованих цифрових комунікаційних мереж.

Сьогодні до корпоративних та установчих мереж висуваються високі вимоги щодо набору послуг та їх якості. Сучасні технології обробки даних дозволяють на основі наявного обладнання передавати будь-які типи інформації, задовольняючи потреби компаній без значних фінансових витрат. Обсяги передаваної інформації в мережах швидко зростають.

Корпоративна мережа сьогодні повинна виконувати такі завдання:

- забезпечення сучасних зв'язкових послуг для співробітників корпорацій,

фірм, установ тощо;

- задоволення зростаючих потреб у різноманітних інформаційних послугах, які потребують швидкісних каналів передачі даних;
- інтеграція існуючих підмереж зв'язку, включно з телефонною, та оптимізація управління технологічними процесами;
- мінімізація витрат на створення та обслуговування власних систем зв'язку;
- відповідність зростаючим стандартам якості інформаційних та телекомунікаційних послуг, включаючи доступність інформаційних ресурсів;
- забезпечення вимог до інформаційної безпеки та конфіденційності даних.

Актуальним є питання розробки мереж, здатних виконувати ці завдання за допомогою єдиної технології – мереж передачі даних з інтеграцією послуг або мультисервісних мереж. Клієнти таких мереж мають мати можливість у будь-який момент замовити потрібну послугу або відмовитися від неї, переходячи на більш економічно вигідні варіанти.

1 ОПИС БАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ У ЛОКАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ

1.1 Технологія ІР телефонії

Технологія ІР-телефонії дозволяє здійснювати телефонні дзвінки та передавати факси через Інтернет або будь-яку іншу ІР-мережу в реальному часі. Вона є особливо вигідною з економічної точки зору для міжнародних та міжміських дзвінків, а також для створення розподілених корпоративних телефонних мереж [1].

Для реалізації телефонного зв'язку через ІР-мережі застосовуються спеціалізоване обладнання - шлюзи ІР-телефонії. Вони працюють наступним чином: з одного боку, шлюз з'єднується з телефонними лініями, дозволяючи зв'язок з будь-яким телефоном у світі, а з іншого - підключається до ІР-мережі, забезпечуючи зв'язок з будь-яким комп'ютером. Шлюз перетворює телефонний сигнал у цифровий формат (якщо потрібно), стискає його, розбиває на пакети та відправляє через ІР-мережу використовуючи протокол ІР. При отриманні пакетів з ІР-мережі, шлюз виконує зворотні операції, доставляючи їх до телефонної лінії. Цей процес забезпечує можливість вести двосторонню розмову майже без затримок.

Наразі ІР-АТС стають все більш популярними, оскільки вони об'єднують функції ІР-телефонії шлюзів з традиційними можливостями офісних АТС. Використовуючи ІР-АТС для організації телефонного зв'язку через ІР-мережі, можна відмовитися від звичайної офісної АТС, що дозволяє економити на придбанні додаткового обладнання. [1]

Основою ІР-телефонії є дві ключові процедури: перетворення двостороннього аналогового мовного сигналу в цифровий формат за допомогою кодека та його подальша упаковка в пакети для трансляції через ІР-мережу. Використання спеціальної системи для передачі пакетів з аудіоінформацією є необхідним через особливості передачі даних в ІР-мережах [1].

В звичайних телефонних мережах між співрозмовниками формується електричний зв'язок, що забезпечує незмінну пропускну спроможність для

передачі сигналів. Натомість IP-мережі працюють на основі комутації пакетів даних, не гарантуючи постійний шлях між вузлами зв'язку. Всі дані, передані через IP (включаючи голос, текст, зображення і т.д.), розбиваються на пакети, які містять адреси відправлення та прийому, а також порядкові номери. Пакети керуються через мережу вузлами IP до кінцевої точки доставки [1].

Для відтворення початкової послідовності даних у точці призначення використовуються порядкові номери пакетів. У додатках, де послідовність і час прибуття пакетів не є критичними, як-от електронна пошта, затримки між пакетами не мають значення. IP-телефонія - це сфера, де критично важлива швидкість передачі сигналів, що досягається завдяки сучасним методам кодування та передачі даних. Для надійного зв'язку через IP-мережі використовуються спеціалізовані протоколи передачі даних, такі як H.323 та SIP [1].

H.323 є ключовим стандартом, розробленим ІТУ-Т, який визначає, як трафік, чутливий до затримок (наприклад, голос та відео), отримує пріоритет у мережах. Він включає набір рекомендацій (протоколів) по різноманітним технічним аспектам, таким як якість звуку, стандарти кодування аудіо та відео тощо. Протокол SIP (Session Initiation Protocol), стандартизований ІETF у березні 2000 року як RFC 2543, відповідає принципам TCP/IP більше, ніж H.323. Виробники обладнання, такі як 3Com, Cisco, Ericsson, Siemens та інші, підтримали SIP. Єдність стандарту SIP гарантує сумісність IP-шлюзів від різних виробників [1].

Під час передачі в реальному часі до 30% пакетів можуть не дійти або прийти з затримкою, що в умовах реального часу є критичним. Ефективна програма IP-телефонії має компенсувати втрату пакетів, відновлюючи втрачені дані. Важливу роль відіграє також алгоритм кодування голосу.

Для кодування аудіоінформації зазвичай застосовують такі кодеки, як G.711, G.722, GSM0610, G.723, G.723.1, G.728, G.729. Кодек G.711 вимагає ширину каналу 64 Кбіт/с, що не завжди доступно в IP-мережах, зокрема в Інтернеті, де більшість користувачів мають канали з меншою пропускною спроможністю. Кодеки з низькою шириною смуги, такі як G.729 (8 Кбіт/с) та G.723.1 (5.3/6.3 Кбіт/с), ідеально підходять для використання в Інтернеті. Зокрема, G.723.1 став одним з "стандартних" кодеків для IP-телефонії після того, як Intel, Microsoft і Netscape оголосили про його підтримку [1].

Існують дві ключові категорії користувачів послуг IP-телефонії.

До першої категорії відносяться корпоративні клієнти та індивідуальні споживачі, які активно використовують зв'язок міжміський та міжнародний зв'язок. Це обумовлено значною відмінністю у цінах на трафік при застосуванні звичайних телефонних мереж (ТФОП) порівняно з використанням IP-мереж (Internet).

До другої категорії користувачів належать організації, для яких є важливим з'єднати (інтегрувати) свої відділення в одну корпоративну телефонну мережу. Таким чином, організація має можливість використовувати одну об'ємну розподілену УАТС з уніфікованим номерним планом. Водночас для телефонного зв'язку та Інтернет-сервісів застосовується єдина загальна транспортна система - IP-мережа.

1.2 Технологія Wi-Fi

Wi-Fi - це абревіатура, що походить від "Wireless Fidelity". Використання терміну Wi-Fi поширене у сфері комп'ютерних мереж, де він зазвичай відноситься до бездротових локальних мереж (WLAN), що забезпечують високий рівень мобільності для користувачів [2].

Сьогодні Wi-Fi можна знайти скрізь: в ноутбуках, нетбуках, мобільних телефонах, смартфонах, КПК та електронних книгах. Деякі інтернет-провайдери пропонують доступ до мережі через Wi-Fi.

Ця технологія є частиною нашого повсякденного життя, хоча ми часто не замислюємося про неї, сприймаючи як звичайну та зручну можливість підключення до Інтернету.

Найточніше визначення Wi-Fi - це торговельна марка, що належить консорціуму Wi-Fi Alliance (рис. 1.1). Ця організація відповідає за комерційний розвиток технології на основі стандартів, розроблених та затверджених іншою організацією – IEEE [2].

Станом на сьогодні, на ринку обладнання найбільшу популярність здобув стандарт Wi-Fi 802.11n, а загальний перелік з базовими характеристиками представлено на рис. 1.2.



Рисунок 1.1 - Логотип Wi-Fi Alliance

IEEE Standard	Year Adopted	Frequency	Max. Data Rate	Max. Range
802.11a	1999	5 GHz	54 Mbps	400 ft.
802.11b	1999	2.4 GHz	11 Mbps	450 ft.
802.11g	2003	2.4 GHz	54 Mbps	450 ft.
802.11n	2009	2.4/5 GHz	600 Mbps	825 ft.
802.11ac	2014	5 GHz	1 Gbps	1,000 ft.
802.11ac Wave 2	2015	5 GHz	3.47 Gbps	10 m.
802.11ad	2016	60 GHz	7 Gbps	30 ft.
802.11af	2014	2.4/5 GHz	26.7 Mbps – 568.9 Mbps (depending on channel)	1,000 m.
802.11ah	2016	2.4/5 GHz	347 Mbps	1,000 m.
802.11ax	2019 (expected)	2.4/5 GHz	10 Gbps	1,000 ft.
802.11ay	late 2019 (expected)	60 GHz	100 Gbps	300-500 m.
802.11az	2021 (expected)	60 GHz	Device tracking refresh rate 0.1- 0.5 Hz	Accuracy <1m to <0.1m

Рисунок 1.2 - Стандарти Wi-Fi

Згідно з даними таблиці, переважна кількість сучасних стандартів Wi-Fi працює на частоті 2,4 ГГц, а точніше використовує діапазон частот від 2400 МГц до 2483,5 МГц [2].

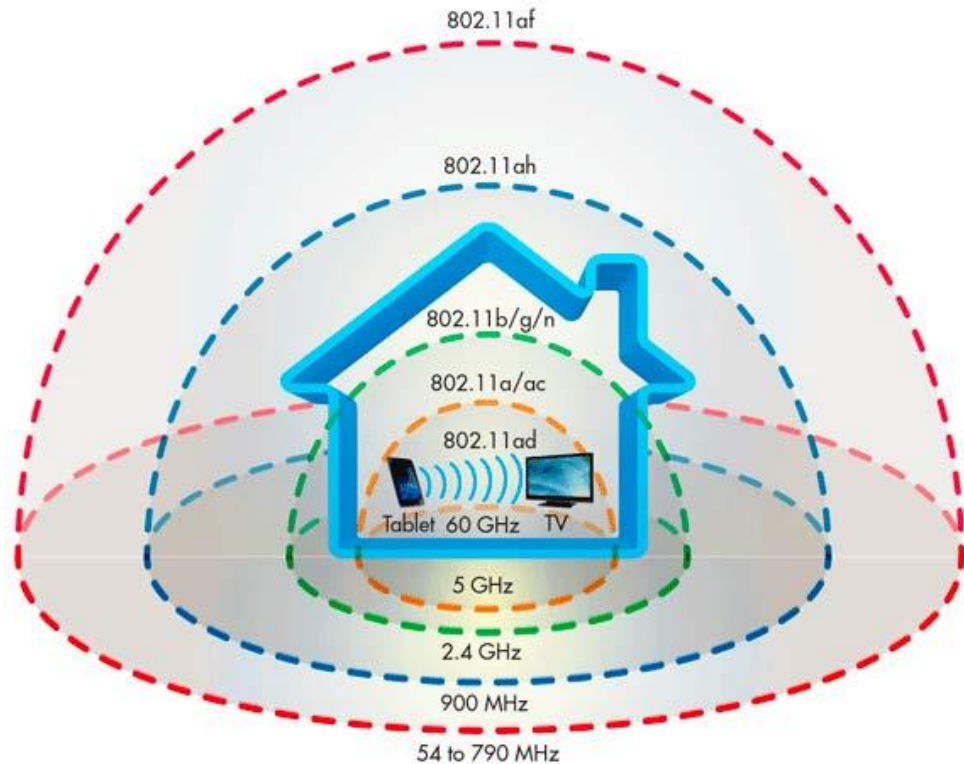


Рисунок 1.3 - Дальність дії Wi-Fi

В умовах забезпечення прямої лінії видимості та відсутності перепон, максимально можлива дистанція для роботи апаратів зазначеного стандарту не перевищує 60 метрів. При цьому, теоретична пропускна здатність може досягати приблизно 5,5 Мбіт/с, але фактична швидкість передачі даних складатиме близько 30% від теоретично можливої, тобто приблизно 2-3 Мбіт/с. Радіус дії з пропускною спроможністю 54 Мбіт/с (не слід плутати з фактичною швидкістю, яка у цьому випадку становитиме 18-24 Мбіт/с) не перевищує 20 метрів у тих же «ідеальних» умовах.

Для апаратів стандарту IEEE 802.11n (300 Мбіт/с), які застосовують технологію антен MIMO, можливе збільшення радіусу покриття на 40%, за умови використання адаптера стандарту IEEE 802.11n, що також базується на технології MIMO [2].

Первинний режим роботи обладнання Wi-Fi - це режим AP (Access Point). В цьому режимі пристрої (точки доступу Wi-Fi та Wi-Fi роутери) формують радіопокриття, перебуваючи в якому, і маючи пристрій, здатний працювати в режимі AP-клієнт (всі Wi-Fi адаптери без винятку та деякі моделі точок доступу Wi-Fi), можна здійснити підключення до мережі Wi-Fi (рис. 1.4) [2].



Рисунок 1.4 - Пристрої, які можуть працювати в режимі AP-client

В основі своїй, як Wi-Fi роутери, так і точки доступу Wi-Fi служать одній меті - надають радіо покриття (у режимі AP), у межах якого будь-який апарат може з'єднатися з мережею в режимі AP-Client. Ось де закінчується їх схожість. Wi-Fi роутер є пристроєм з більш широкими можливостями та універсальністю для створення домашньої Wi-Fi мережі або мережі малого офісу. Точки доступу, які пропонують розширені можливості для налаштування Wi-Fi мережі, зазвичай застосовуються для розгортання Wi-Fi мереж великої площі. Wi-Fi адаптер, який є найбільш типовим прикладом пристрою в режимі AP-client, дозволяє комп'ютерам, ноутбукам та іншим апаратам з'єднуватися з Wi-Fi мережею, створеною іншими пристроями, такими як Wi-Fi точки доступу та Wi-Fi роутери (активне Wi-Fi обладнання, що працює в режимі AP) [2].

Усі Wi-Fi адаптери, за винятком режиму AP-client, підтримують інший режим роботи - Ad-Hoc. Цей режим дозволяє з'єднати два комп'ютери в тимчасову мережу однорангового типу «комп'ютер-до-комп'ютера» та

забезпечити обмін даними між ними всього за декілька хвилин.



Рисунок 1.5 - Зв'язок комп'ютер-комп'ютер за допомогою технології WiFi

Можливість роботи у режимі AP-клієнта означає, що цей пристрій можна підключити до вже наявної Wi-Fi мережі, яку створено за допомогою іншого пристрою, налаштованого або що функціонує в режимі AP (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 - Зв'язок із вже існуючою мережею WiFi із застосуванням пристрою, що підтримує режим AP-client

Режим WDS дозволяє використовувати всі види топологій.

Розрізняють декілька видів WDS [2]:

- WDS типу «Точка - точка» (Point-to-Point) (рис. 1.7). Режим Ad-Нос незалежної конфігурації, який також відомий як режим «точка до точки» або як незалежний базовий набір послуг (Independent Basic Service Set, IBSS), представляє собою один із найбільш простих у використанні варіантів. Таким чином, бездротова мережа, створена на основі незалежної конфігурації, є

найлегшою для розробки та налаштування. Щоб з'єднати комп'ютери в одну бездротову мережу, достатньо мати на кожному з них встановлений адаптер для бездротового з'єднання. якщо швидкість та якість з'єднання влаштовують усіх користувачів, то немає потреби ускладнювати структуру мережі, що призведе до збільшення витрат на її розвиток та підтримку. це буде зайво складно;



Рисунок 1.7 - Топологія "Точка-Точка"

- WDS типу «Точка - багатоточка» (Point-to-Multi-Point) або інфраструктурна конфігурація, базовий набір служб (рис. 1.8). Конфігурація інфраструктури, або так званий режим «клієнт/сервер», є більш обіцяючим варіантом для розвитку бездротових мереж. Така конфігурація пропонує численні переваги, серед яких можливість підключення великої кількості користувачів, підвищена стійкість до збоїв, високий рівень безпеки та багато іншого. Окрім цього, до такої мережі можна без проблем додати дротові сегменти, якщо це потрібно. Для створення бездротової мережі за допомогою інфраструктурної конфігурації, крім встановлених на комп'ютерах адаптерів бездротового зв'язку, потрібно мати принаймні одну точку доступу (AccessPoint). Інфраструктурна конфігурація, відома також як архітектура «клієнт/сервер», представляє собою перспективний підхід для еволюції бездротових мереж. Цей варіант надає ряд переваг, включаючи здатність обслуговувати велику кількість користувачів, збільшену надійність у випадку помилок, високий рівень захисту даних та інше. Окрім цього, до такої мережі можна легко додавати дротові частини за потреби. Для розгортання бездротової мережі з використанням інфраструктурної конфігурації необхідно мати не лише адаптери бездротового зв'язку на комп'ютерах, але й принаймні одну точку доступу (AccessPoint).

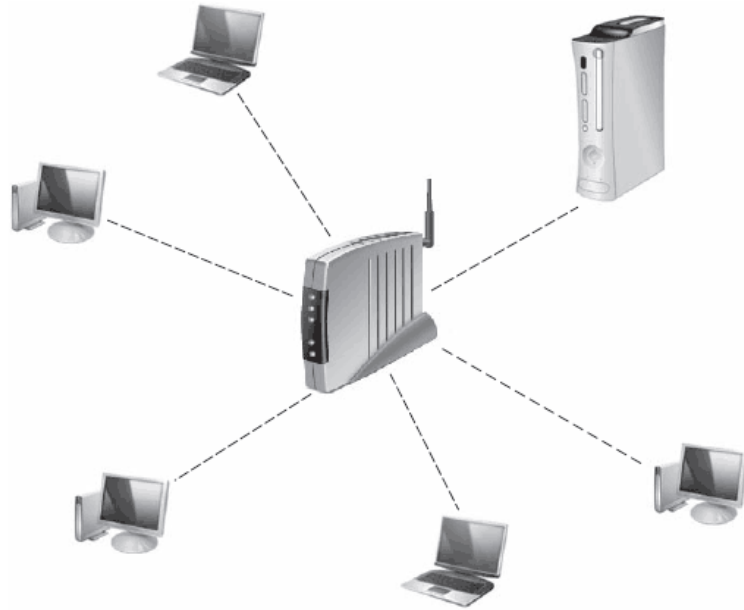


Рисунок 1.8 - Топологія «Точка - багатоточка»

- Інфраструктурна конфігурація, розширений набір служб (рис .1.9).

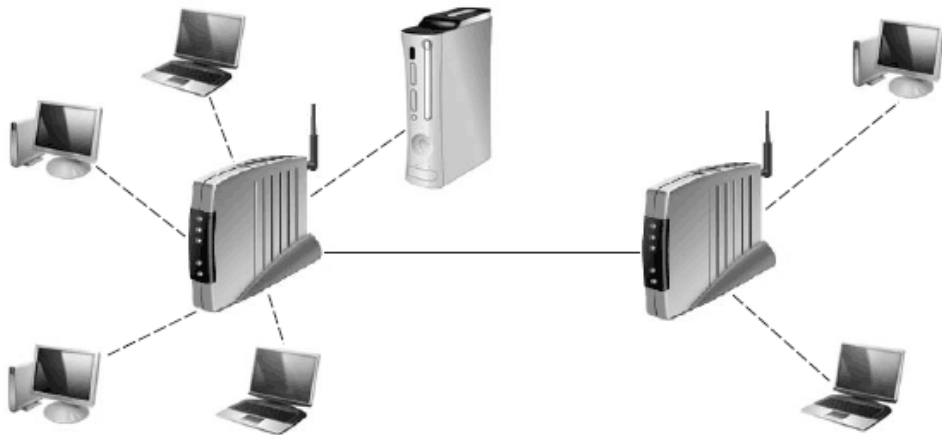


Рисунок 1.9 - Інфраструктурна конфігурація, розширений набір служб

В даному контексті, точки доступу взаємодіють, обмінюючись даними через кабельне з'єднання або за допомогою радіомостів, що сприяє ефективному розподілу трафіку в мережі між її частинами (зокрема, між точками доступу).

2 ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ IP-ТЕЛЕФОНІЇ В ЛОКАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ

2.1 Необхідність впровадження мобільної офісної мережі IP-телефонії

Фірма «KompMaster» спеціалізується на ремонті комп'ютерів, лептопів та іншої офісної техніки. Компанія пропонує послуги різної складності та співпрацює як з приватними особами, так і з корпоративними клієнтами.

У штаті компанії «KompMaster» працює 15 осіб: 3 фахівці відділу діагностики, 7 майстрів відділу ремонту комп'ютерів та лептопів, 3 спеціалісти відділу ремонту офісної техніки та мобільних телефонів, а також секретар у приймальні та 1 працівник служби безпеки.

На етапі планування компанія використовувала послуги мобільних операторів, і в кожному відділі було по 2 мобільні телефони для зв'язку з клієнтами. Всього 6 мобільних номерів. Однак через слабкий сигнал у зоні розташування офісу, якість зв'язку з клієнтами була нестабільною. Часто траплялися перерви у дзвінках. З огляду на гнучкість технологічних рішень за ціною та послугами, було вирішено впровадити зв'язок на основі IP-телефонії.

Кожен співробітник компанії оснащений сучасними смартфонами та комунікаторами на базі ОС Android. Кожен співробітник буде використовувати свій особистий мобільний телефон з Wi-Fi як особистий офісний засіб зв'язку. У майбутньому планується розширити використання IP-мережі не лише для голосового, а й для відеозв'язку, що добре підходить для сучасних мобільних пристроїв та буде зручно у використанні.

2.2 Існуюча мережа Wi-Fi в офісі та Internet підключення

Офіс має 7 приміщень (рис. 2.1), в яких розміщені:

- відділ діагностики;
- відділ з комп'ютерів;
- відділ з ремонту оргтехніки;
- приймальня;
- передпокій;

- кімната відпочинку;
- кімната з обладнанням.

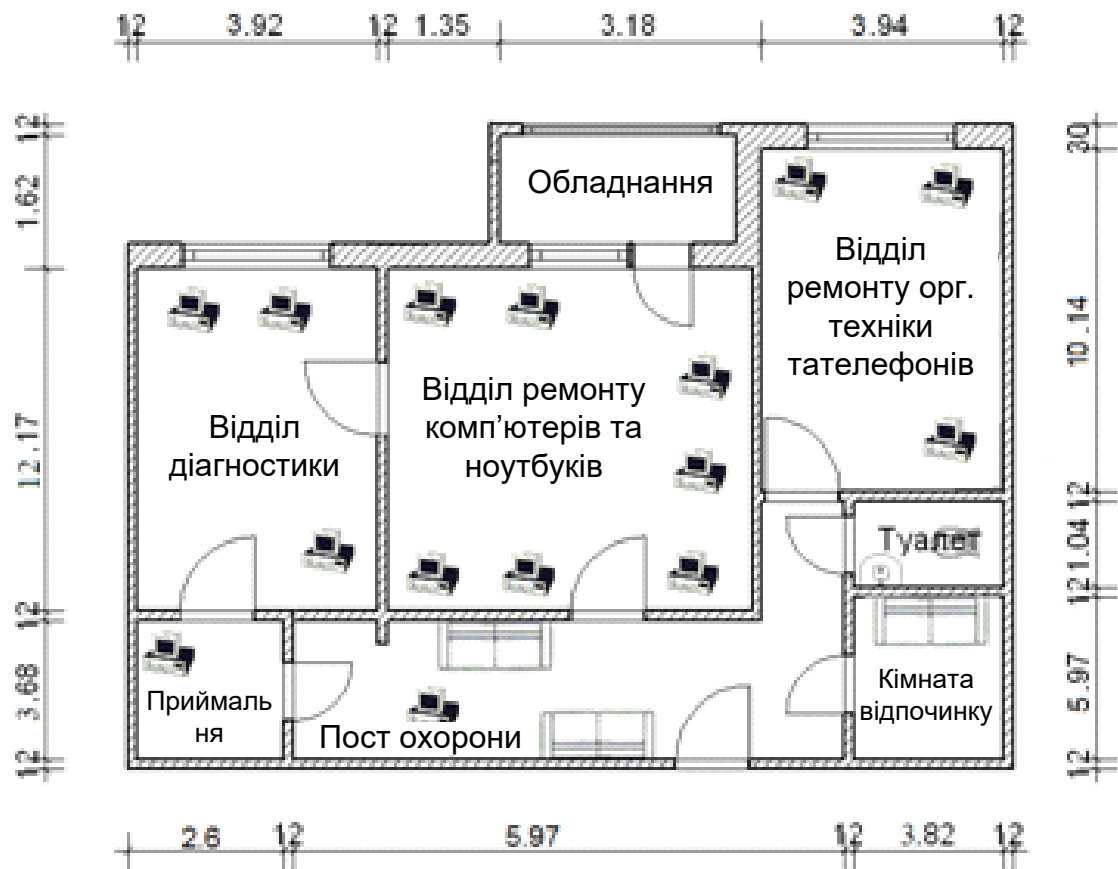


Рисунок 2.1 - Схема приміщень «KompMaster»

Локальна офісна мережа побудована на базі обладнання Wi-Fi компанії TP-Link. В офісі встановлено 4 точки доступу TP-Link tl-wr741nd.

TL-WR741ND представляє собою універсальний пристрій з дротовим і бездротовим з'єднанням, що дозволяє організувати спільний доступ до мережі Інтернет, об'єднуючи в собі можливості маршрутизатора та 4-портового комутатора. Цей маршрутизатор працює на основі технології 802.11n, забезпечуючи сумісність з пристроями, які підтримують стандарти 802.11b та 802.11g. Він надає можливість передачі даних зі швидкістю до 150 Мбіт/с, що істотно вище, ніж у пристроїв, заснованих на стандарті 802.11g.

По одній точці доступу встановлено у відділі з ремонту комп'ютерів, відділі з ремонту орг. техніки, кімнаті відпочинку та у приймальні.

Таким чином, точки доступу повністю забезпечують підключення до

мережі в офісі.

TP-Link tl-wr741nd з'єднані в одну мережу через комутатор Ethernet D-Link DES-1016D. Він представляє собою некерований комутатор 10/100 Мбіт/с 2 рівня, який розроблений для збільшення ефективності роботи малої групи користувачів, забезпечуючи високу пропускну спроможність. Цей потужний, але простий у використанні комутатор, DES-1016D, дозволяє легко підключати мережеве обладнання зі швидкістю 10 Мбіт/с або 100 Мбіт/с до будь-якого порту, скорочувати час відповіді та задовольняти високі потреби в пропускій спроможності мережі.

Комп'ютери співробітників з'єднуються з мережею Wi-Fi через бездротові адаптери ASUS WL-167G, які встановлені на кожному комп'ютері. Доступ до інтернету забезпечується через маршрутизатор D-Link DI-804HV.

DI-804HV є високоефективним широкосмуговим маршрутизатором з можливостями безпечної передачі даних, розробленим спеціально для використання в зв'язку між головним офісом та філіями. Він пропонує ефективне рішення для з'єднання віддалених офісів по всьому світу з головним офісом через Інтернет, стаючи серйозною альтернативою дорогим виділеним лініям зв'язку типу точка-точка. Бізнес-класу маршрутизатор DI-804HV підтримує IPSec, забезпечуючи безпеку VPN з'єднань, що дозволяє об'єднувати малі мережі віддалених офісів в єдину мережу або надавати додаткові сервіси надійним партнерам. Крім того, маршрутизатор виконує функції Інтернет-шлюзу, надаючи доступ до Інтернету всім співробітникам офісу, використовуючи одне з'єднання з провайдером через Ethernet WAN порт або підключений до нього кабельний DSL модем DI-804V також оснащений 4-портовим комутатором 10/100 Мбіт/с.

Провайдером доступу до мережі Інтернет є ВАТ «Укртелеком».

Підключення здійснюється на швидкості 6,5 Мбіт/с. Лінія Ethernet 100 Base-TX «Укртелеком» підключено до маршрутизатора DI-804V у WAN порт.

Схема організації мережі показано на рис. 2.2.

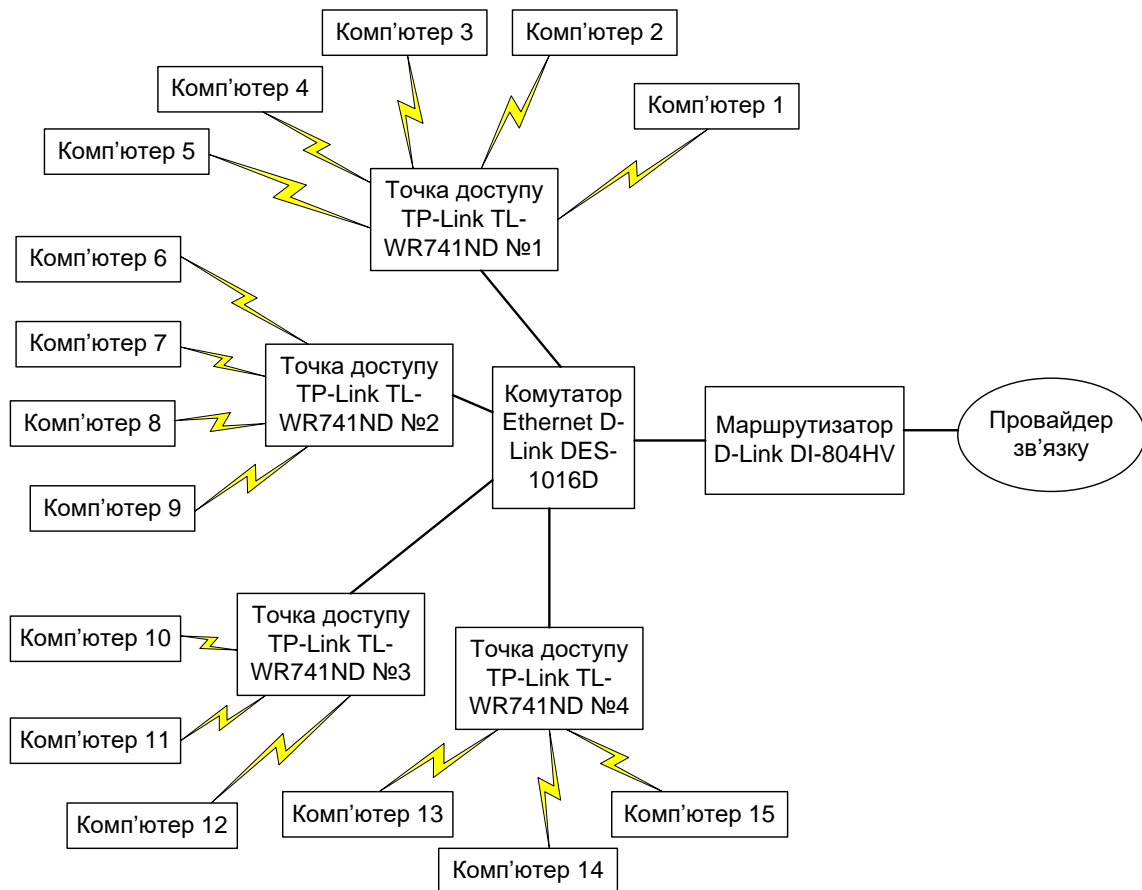


Рисунок 2.2 - Схема побудови мережі «KompMaster»

2.3 План проектування мобільної офісної мережі IP-телефонії

Для створення мобільної офісної мережі IP-телефонії потрібно виконати наступні кроки:

- обрати сервер IP-телефонії і забезпечити його з'єднання з наявною мережею передачі даних;
- визначити постачальника телефонних послуг і здійснити підключення стаціонарних телефонних ліній;
- обрати провайдера Інтернет-телефонії та з'єднатися з ним через існуючу мережу передачі даних;
- налаштувати внутрішні телефонні номери працівників на сервері IP-телефонії;
- забезпечити підключення мобільних телефонів до офісної мережі Wi-Fi;
- виконати аналіз, вибір та налаштування програмного забезпечення софтверу для операційної системи Android;
- оцінити вплив бездротової мережі Wi-Fi на якість IP-телефонії

- забезпечити можливість з'єднання мобільних телефонів працівників з офісної Wi-Fi мережі до сервера IP-телефонії компанії;
- забезпечити основне та резервне живлення для обраного обладнання;

У компанії «KompMaster» вирішили використовувати для створення IP телефонії існуючу мережу передачі даних організації (СПД). Особливістю підприємства є використання бездротового з'єднання через Wi-Fi, що було впроваджено через часті переїзди офісу компанії.

Ключовим елементом у проектуванні офісної IP-телефонії стане спеціалізований сервер, який оброблятиме телефонні дзвінки. В рамках кваліфікаційної роботи він буде вибраний та налаштований для забезпечення функціоналу офісної АТС на базі VOIP технології.

Працівники зможуть використовувати пристрої з підтримкою IP-телефонії для здійснення дзвінків як в межах офісу, так і за його межами. Для дзвінків на місцеві номери буде налагоджено з'єднання з місцевим оператором телефонного зв'язку. Для міжміських та міжнародних дзвінків буде використано послуги провайдера Інтернет-телефонії (рис. 2.3).

Якість пристроїв телефонного зв'язку, що підключатимуться до сервера IP-телефонії, планується забезпечити за допомогою мобільних телефонів працівників з ОС Android, які потім будуть налаштовані на всіх мобільних телефонах співробітників.

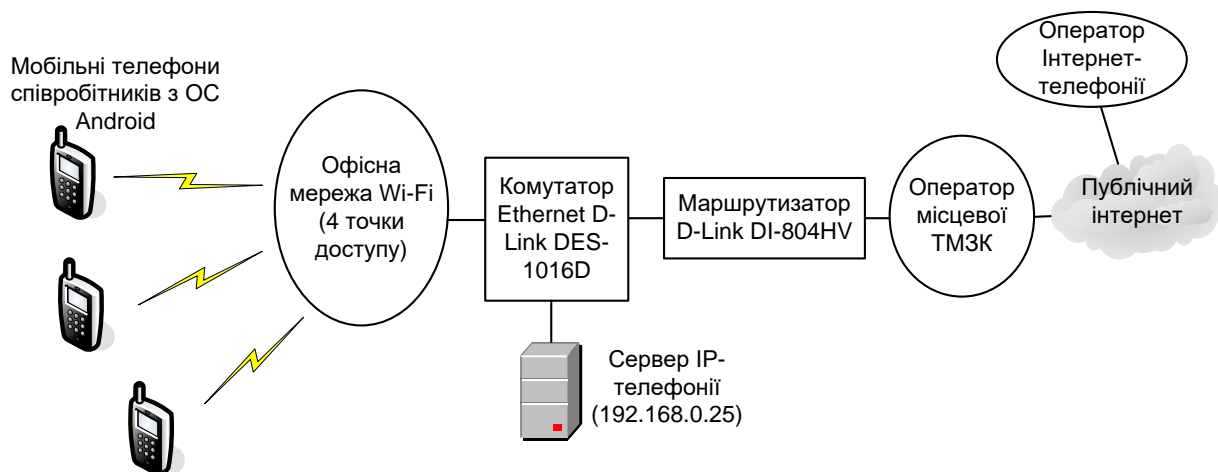


Рисунок 2.3 - План організації IP -телефонії «KompMaster»

2.4 Проектування сервера IP-телефонії

2.4.1 Вибір сервера IP-телефонії

Серверна основа для системи IP-телефонії представлена IP-АТС, яка відповідає усім необхідним сучасним вимогам. Сервери мають забезпечити функціонування на основі протоколу SIP і підтримувати з'єднання з операторами через SIP trunk. Наразі існує чимало моделей на ринку. Для інсталяції в офісі потрібно обрати одну з трьох популярних моделей.

Вони розрізняються за кількістю SIP абонентів, кількістю ліній SIP trunk, кількістю Ethernet портів та обладнанням.

Таблиця 2.1 - Вибір IP-АТС

Найменування	Yeastar MyPBX 400	IPNext50	ZyXEL X 2002
	Характеристика		
SIP абоненти	36	60	50
SIP trunk	10 каналів	30 каналів	20 каналів
Кількість портів FXO/FXS	4	8	6
Оперативна пам'ять	64 Мб	128Мб	128Мб
Ethernet порт	1	2	2
Flash- пам'ять	512 Мб	512 Мб	256 Мб
Програмне забезпечення	Asterisk	Asterisk	Asterisk

Серед зазначених вище IP-АТС була обрана система IP-АТС від компанії Yeastar MyPBX 400, оскільки її характеристики ідеально підходять для обслуговування до 36 користувачів, що значно перевищує потреби персоналу фірми, та пропонується за більш привабливою ціною. Вона забезпечена необхідною кількістю каналів SIP trunk для з'єднання з провайдерами Інтернет-телефонії.

2.4.2 Характеристика сервера IP-телефонії

Yeastar MyPBX 400 – це універсальна IP-АТС, призначена для невеликих компаній та дистанційних відділень (таких як офіси, представництва) великих фірм (до 36 учасників). MyPBX надає гнучке рішення, що поєднує VoIP-сервіси та традиційне телекомунікаційне обладнання, для тих організацій, які ще не

перейшли на повне використання VoIP. В основі MyPBX 400 лежить програмний сервер Asterisk, обгорнутий у корпоративну оболонку від виробника (рис. 2.4).

Можливості IP-АТС:

- конференц-кімнати;
- режим "Не турбувати" (DND);
- голосова пошта;
- музика в режимі очікування;
- груповий виклик;
- 3-стороння конференція з аналогового телефону;
- переадресація;
- маршрутизація виклику;
- переклад виклику;
- запис розмови (one touch record);
- режим очікування;
- АОН (Caller ID);
- інтерком (груповий (Paging Call) та одиночний);
- деталізація дзвінків (CDR);
- інтерактивний автовідповідач (IVR);
- PIN користувача;
- SIP SMS;

Технічні характеристики:

- підтримка до 4 аналогових портів;
- 512 MB Flash ;
- 64 Mb RAM ;
- 1 Ethernet -порт;
- режими роботи з мережею: WAN, LAN, VLAN та PPPoE (10/100Mб);
- LED-статус: червоний для FXO та зелений для FXS;
- робота з протоколами SIP 2.0 (RFC3261), IAX;
- DTMF: RFC2833, SIP INFO, In-band;
- аудіо кодеки : G.711 A/u-law, G.726, G.729 A/B, GSM, Speex ;
- відео кодеки: H.261 , H.263 , H.263p , H264 , MPEG 4 ;
- живлення: AC 100 ~ 240В, DC 12В 1,5А;
- розмір: 193x153x30мм;

- вага: 500г.

Комплектація IP-АТС MyPBX :

- адаптер живлення: вхід: АС 100~240В, вихід: DC 12В, 1А;
- Ethernet-кабель (RJ45);
- телефонний кабель (RJ11);
- CD-диск;
- коротка інструкція;
- гарантійний талон.



Рисунок 2.4 – Зображення IP-АТС Yeastar MyPBX 400

Типова схема підключення показана на рис. 2.5.

Роз'єми на задній панелі:

- аналогові порти (RJ11) – підключення аналогових телефонів (FXS) та/або підключення аналогових ГТС (PSTN) ліній (FXO);
- Ethernet (RJ45) – підключення до Інтернету;
- індикація порту Ethernet (LED): жовтий – стан підключення; зелений – робочий стан;
- Reset – скидання всіх налаштувань до налаштувань за замовчуванням;
- Power – підключення живлення за допомогою адаптера живлення.

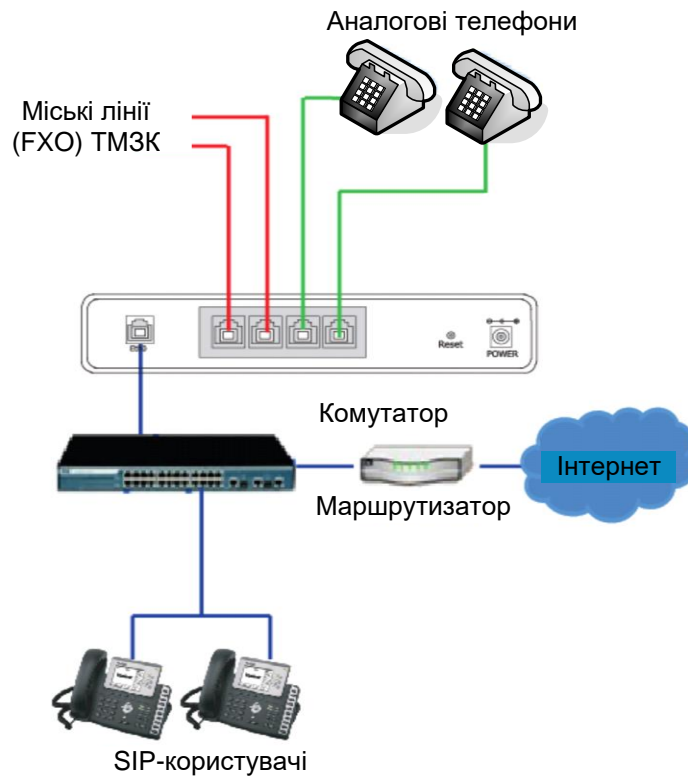


Рисунок 2.5 – Схема підключення Yeastar MyPBX 400

2.5 План нумерації сервера IP-телефонії та телефонний зв'язок

В Україні є кілька операторів інтернет-телефонії, які надають послуги SIP-телефонії. Серед них: Укртелеком, Київстар, Vodafone (раніше МТС), lifecell, Datagroup та TENET. Кожен з них пропонує різні пакети та умови, включаючи можливість отримання номерів різних областей України [3].

Основні оператори інтернет телефонії в Україні:

- Укртелеком - найбільший оператор зв'язку в країні, пропонує якісні SIP-номери за доступними цінами та широкий вибір номерів різних регіонів;
- Київстар - оператор мобільного зв'язку, який також надає стаціонарні та мобільні SIP-номери з кодами міст та областей;
- Vodafone - ще один великий оператор мобільного зв'язку, який пропонує SIP-номери;
- lifecell - надає SIP-номери, зокрема мобільні номери в кодї 093;
- Datagroup - компанія, що надає телекомунікаційні послуги, включаючи мобільні та стаціонарні SIP-номери;
- TENET - телеком-компанія, що пропонує IP-телефонію, зокрема міські номери з кодами різних міст та областей України [3].

В компанії «KompMaster» для сервера IP-телефонії налаштовано можливість здійснення таких видів дзвінків:

- телефонний зв'язок внутрішнього характеру між працівниками;
- обслуговування вхідних та вихідних місцевих дзвінків через «Укртелеком»;
- здійснення вихідних міжміських дзвінків за допомогою оператора Інтернет-телефонії «Укртелеком».

На сервері телефонії встановлено діапазон номерів від №201 до №215 (тризначна нумерація) для внутрішніх дзвінків між працівниками. Кожен із 15 співробітників отримав власний телефонний номер.

Для здійснення дзвінків на місцеві номери працівники мають набрати на софтофоні цифру «8» та далі 7-значний номер. Для дзвінків у міжміському напрямку через інтернет-телефонію потрібно натиснути цифру «1», потім код міста/країни та номер телефону. Послуги зв'язку через оператора Інтернет-телефонії не доступні.

2.6 Налаштування сервера Yeastar MyPBX 400 для підключення до оператора

На вебсайті компанії «Укртелеком» опубліковано посібник з настройки серверів на основі платформи Asterisk. Yeastar MyPBX 400 функціонує на цій платформі, тому конфігураційні файли ідентичні.

Налаштування для внутрішніх конфігураційних файлів:

```
Sip.conf
[general]
bindport = 5060; порт на який Asterisk приймає виклики
bindaddr = 192.168.0.10; IP адреса на якій Asterisk приймає виклики
srvlookup = yes; необхідно для вказівки sip сервера у вигляді
sip.ukrtelecom.ua замість IP
t38pt_udptl = yes, redundancy ; режим факсів T38 з корекцією помилок
dtmfmode = rfc 2833; режим донaborу при дзвінках через мережу
Укртелеком
register => { sip id }:{ password }:{ sip id } @ sip.ukrtelecom.ua / { sip id
```

}~3600

[ukrtelecom]

host = sip.ukrtelecom.ua; *адреса або ім'я сервера*

type = friend; *тип сервера*

username = { sip id }

fromuser = { sip id }

secret = { password }

домен = sip.ukrtelecom.ua

usereqphone = yes; *вказівка, що SIP URI містить нормальний номер, що викликається*

context = incoming; *назва контексту вхідного зв'язку*

disallow = all; *заборона всіх кодеків*

allow = g 729, ulaw, alaw; *дозвіл деяких кодеків*

; sip id =000XXXXX

extensions.conf

[incoming]; *дана секція має сенс лише за наявності у вас вхідного зв'язку*

exten => _X., 1,Dial (SIP/6001/\${EXTEN}); *надсилати будь-який вхідний номер користувачу 6001*

; *План вхідних дзвінків на номер 1234567 виглядав би так*

; exten => _80571234567, 1, Dial (SIP /6001/\${ EXTEN })

[CallingRule _ OutgoingMSK]

exten = _ XXXXXXXX ,1, Dial (SIP / ukrtelecom / 8057 \$ { EXTEN }) ; *набір харківських номерів у 7-значному вигляді через транк [ukrtelecom] описаний в sip.conf*

[CallingRule _ OutgoingAll]

exten = _X., 1,Dial (SIP / ukrtelecom / \$ {EXTEN}); *набір будь-якого номера через транк [ukrtelecom]*

[DLPN_DialPlan1]; *поєднує в собі два правила набору для спрощеного присвоєння їх користувачам*

include = CallingRule _ OutgoingMSK

include = CallingRule _ OutgoingAll

users.conf

[6001]; *опис користувача 6001 з динамічною адресою за NATом*

host = dynamic; *IP може змінюватися*

```

hassip = yes
username = 6001
secret = *****
context = DLPN_DialPlan 1; план набору вихідного зв'язку
nat = yes; вказівка на те, що користувач знаходиться за NATом
canreinvite = no
insecure = port,invite; не перевіряти порт користувача та invite пакети під час виклику
disallow = all
allow = g729,ulaw,alaw

```

2.7 Мобільна офісна IP-телефонія

2.7.1 Характеристика мобільних пристроїв працівників

Усі працівники фірми користуються особистими мобільними телефонами на платформі Android. Ці телефони не придбані за кошти компанії та не є службовими, проте згідно з угодою з керівництвом (за фінансову винагороду) вони будуть використовуватись для зв'язку через сервер IP-телефонії у робочий час.

Android-переносна (мережева) операційна система для комунікаторів, планшетів комп'ютерів електронних книг, програвачів, розумних годинників, нетбуків та смартбуків, побудована на ядрі Linux. Спочатку була розроблена компанією Android Inc., яку згодом придбала Google. Після цього Google започаткувала створення альянсу Open Handset Alliance (ОНА), який нині підтримує та розвиває платформу. Android дозволяє створювати Java-додатки, що управляють пристроєм за допомогою бібліотек, розроблених Google. Android Native Development Kit дозволяє створювати програми, написані на C++ та іншими мовами.

У 75% смартфонів, що були продані у третьому кварталі 2024 року, використовувалась операційна система Android.

Отже ця операційна система є встановленою майже на кожному другому смартфоні на сьогодні. Основною перевагою системи є відкритий код та обширна кількість безкоштовних додатків. Іншою значущою перевагою, яка є критичною для кваліфікаційної роботи, є можливість взаємодії з мережевим

середовищем через бездротові мережі Wi-Fi. Це дозволяє як обмінюватися файлами, так і надавати доступ до таких сервісів як електронна пошта та програми IP-телефонії.

Працівники використовують різноманітні моделі Android смартфонів від таких виробників як: LG, Samsung, Alcatel та інші.

Кожен з цих пристроїв може слугувати як апарат IP-телефонії – VOIP-телефон, що у мобільному режимі підключається до мережі Wi-Fi.

2.7.2 Вибір програмного софтверу для Android

Софтвер (з англ. software telephone, програмований телефон) - це категорія програмного забезпечення для комп'ютерних систем, що дозволяє здійснювати телефонні (голосові) дзвінки або відеодзвінки через мережу передачі даних (зокрема через будь-яку IP-мережу) без потреби у додатковому апаратному забезпеченні. Софтвери можуть бути встановлені на мобільні пристрої з різними операційними системами [4].

Софтвери можуть функціонувати за допомогою як спеціалізованих закритих протоколів (Skype, агент Google Talk і ін.), так і за допомогою відкритих протоколів SIP та H.323, що робить їх придатними для використання як абонентське устаткування у системах IP-телефонії [4].

Для встановлення на телефони співробітників розглянемо наступні софтвери:

- MizuDroid SIP VOIP Softphone;
- 3CX phone;
- Zoiper.

Всі вони доступні безкоштовно та призначені для IP-телефонії через бездротові мережі. Ознайомимось з ними детальніше.

MizuDroid SIP VOIP Softphone

MizuDroid - це безкоштовний розблокований професійний програмний телефон SIP, який можна використовувати з будь-яким SIP-сервером / будь-яким постачальником послуг VoIP (рис. 2.7).

Безкоштовний додаток, що дозволяє інтегруватися з вбудованою функцією виклику так, що користувач може обирати між використанням SIP через Wi-Fi або через мобільну мережу 3G перед дзвінком. Крім того, існує

можливість налаштувати, щоб SIP-додаток активувався лише при підключенні до Wi-Fi. Зручності додає можливість викликати контакти зі стандартної адресної книги з повноцінним пошуком за іменем, а також доступна статистика дзвінків. Інтерфейс простий та інтуїтивно зрозумілий. Наявність SIP-з'єднання відображається в рядку стану телефону. Для підключення до сервера IP-телефонії можна використати як готовий шаблон підключення, так і налаштувати підключення вручну. В якості Username використовуємо номер у форматі "380..." (рис. 2.8).

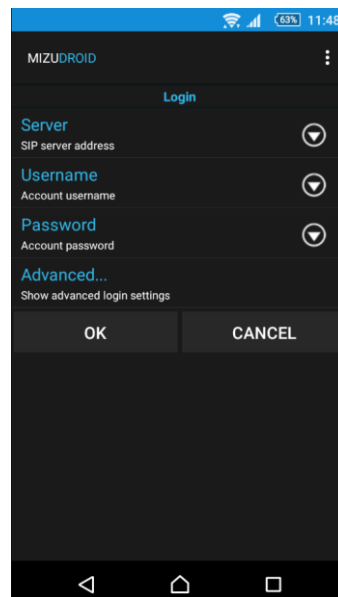


Рисунок 2.7 - MizuDroid головна сторінка

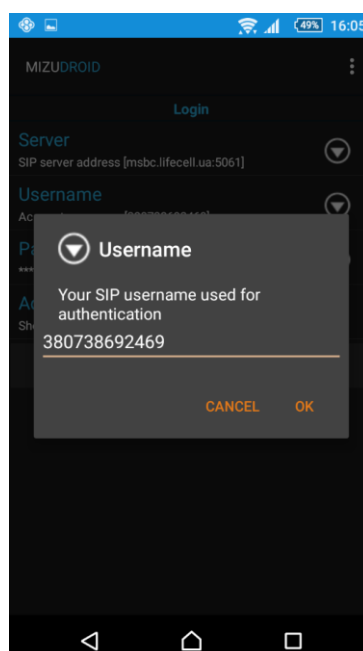


Рисунок 2.8 - MizuDroid додавання облікового запису

Можна налаштувати з'єднання як у спрощеному режимі, так і в просунутому режимі. В полі Domain вказуємо сервер провайдера послуг та порт залежно від типу підключення.

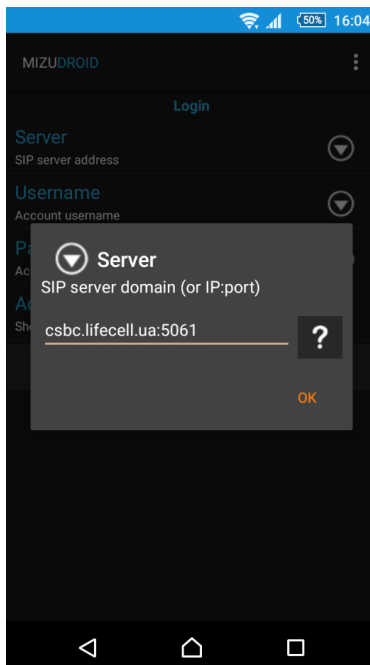


Рисунок 2.9 - MizuDroid налаштування серверу та порту

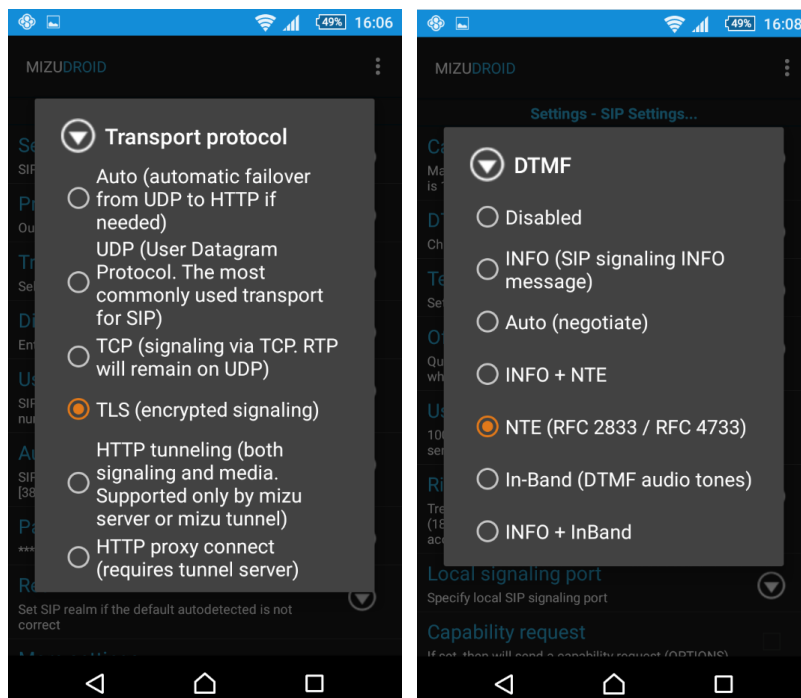


Рисунок 2.10 - MizuDroid налаштування транспортного протоколу та DTMF

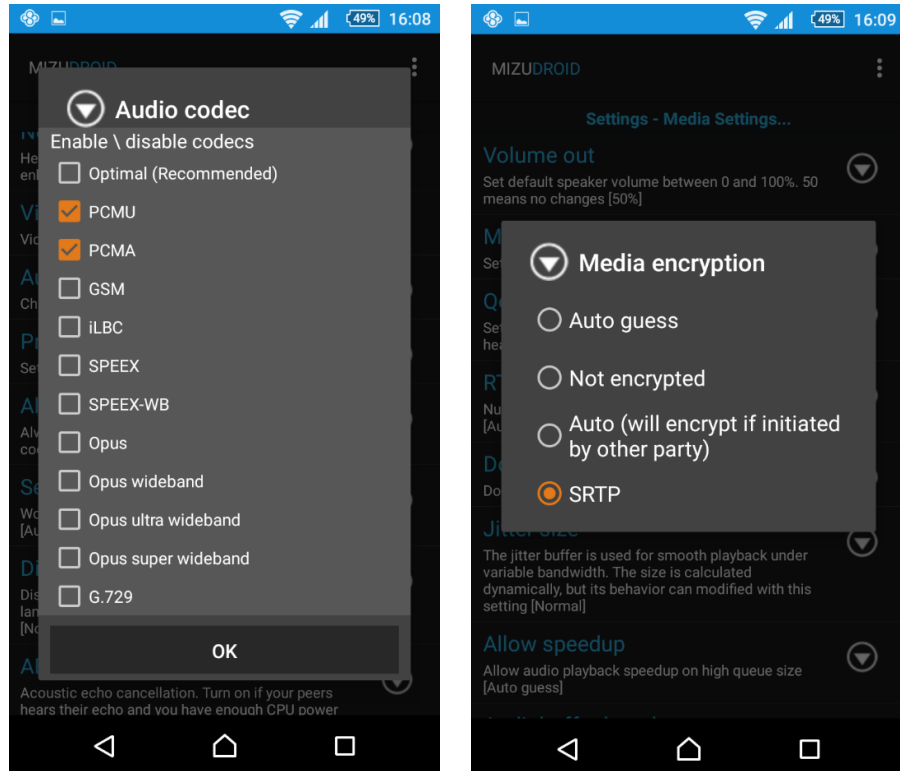


Рисунок 2.11 - MizuDroid налаштування аудіо- та медіа-кодеків

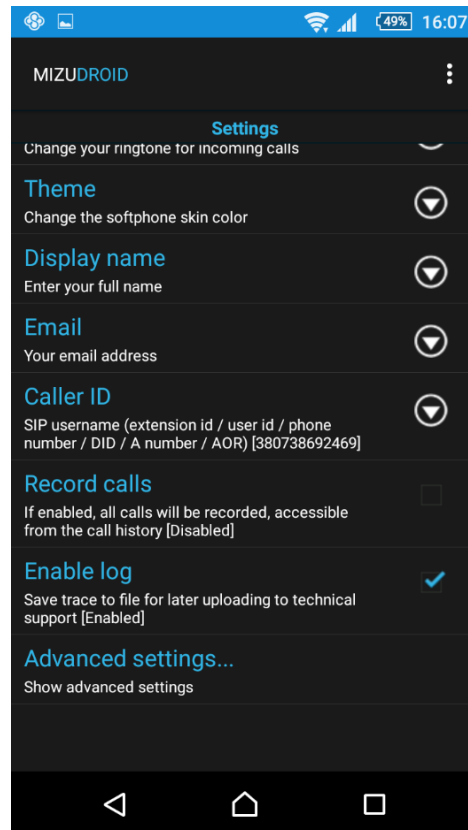


Рисунок 2.12 - MizuDroid налаштування можливості запису логів по дзвінках

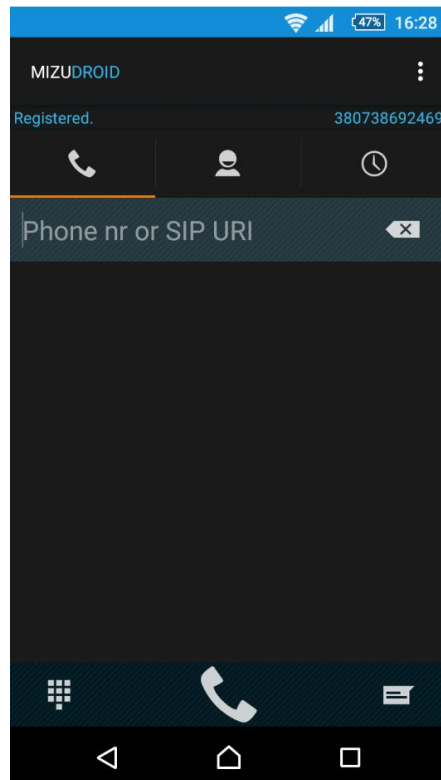


Рисунок 2.13 – MizuDroid реєстрація нового абонента

Телефонні номери після підключення до сервера набираються у звичному вигляді (рис. 2.14).



Рисунок 2.14 – MizuDroid вікно набору номера

Розглянемо переваги програми:

- зручний інтерфейс;
- підтримка Wi-Fi і 3G;
- наявність спрощеного та просунутого налаштування;
- безкоштовне використання;
- підтримка відеозв'язку.

3CX phone

3CX телефон софтвер для виконання дзвінків через технологію VoIP. Це доповнення до системи IP-PBX3CX. Доступні версії для ОС Microsoft Windows, Android, iPhone.

Ключові характеристики 3CX VoIP телефону:

- підтримує декілька SIP акаунтів (профілів);
- 20 програмованих кнопок - індикаторів BLF (швидкого набору);
- п'ятиканальні SIP лінії. Кожен SIP акаунт може обслуговувати до 5 паралельних дзвінків;
- підтримка кирилиці для вхідних та вихідних Caller ID, журналу дзвінків та адресної книги;
- відображення часу у форматі AM/PM або 24-годинному форматі;
- автоматичний дзвінок "Direct SIP", коли в адресі абонента присутній символ@ (рис. 2.15);
- розширена підтримка відео.

Давайте детальніше розглянемо інтерфейс програми.



Рисунок 2.15 – 3CX phone – вікно набору номера

Програма дозволяє налаштовувати підключення як вручну, так і автоматично. В настройках можливо встановлювати як базові параметри мережевого з'єднання, так і проводити деталізоване налаштування (рис. 2.16).

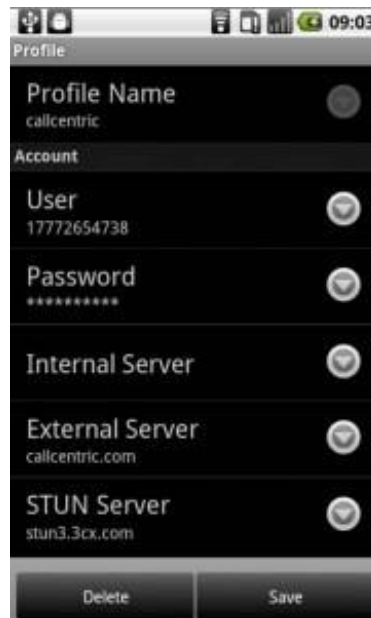


Рисунок 2.16 – 3CX phone – детальне налаштування

Можливо налаштовувати рівень гучності, ефект приглушення та обсяг буфера.

Відмінності від софтфону "MizuDroid" полягають у можливості налаштування аудіо-параметрів. Програма має інтуїтивно зрозумілий та простий інтерфейс. Використовується основний протокол - SIP. Підтримка до 5 ліній на один акаунт

Zoiper

Додаток Zoiper – це простий SIP клієнт для Android смартфонів. Використання IP-телефонії є найлегшим та найбільш доступним способом здійснення майже безкоштовних дзвінків бізнес-партнерам, родині та друзям, особливо при необхідності дзвонити за кордон. Zoiper, який має відкритий код, вважається піонером серед подібних 'інтернет-телефонів'. Використання цього додатку дозволяє користувачам отримувати послуги незалежно від місцезнаходження.

Огляд інтерфейсу додатку.

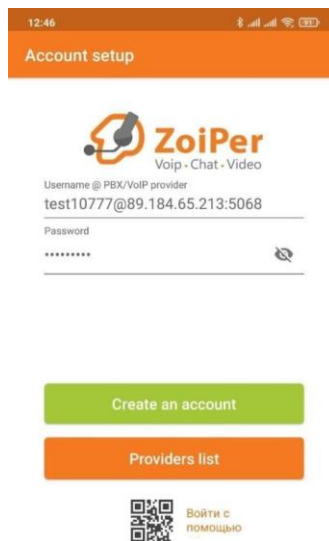


Рисунок 2.17 – ZoiPer – головний екран

Конфігурація програми поділена на сегменти налаштувань, кожен з яких відповідає за окрему функціональність. Використання облікового запису надає можливість підключення до 2 ліній. Підтримуються з'єднання через мережі Wi-Fi та 3G. Присутня також опція конфігурації VPN підключення.

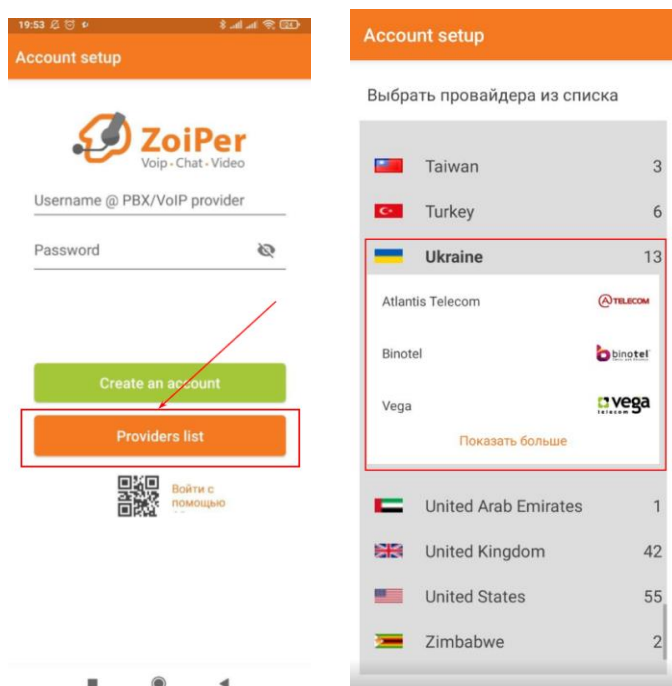


Рисунок 2.18 – ZoiPer – вибір країни

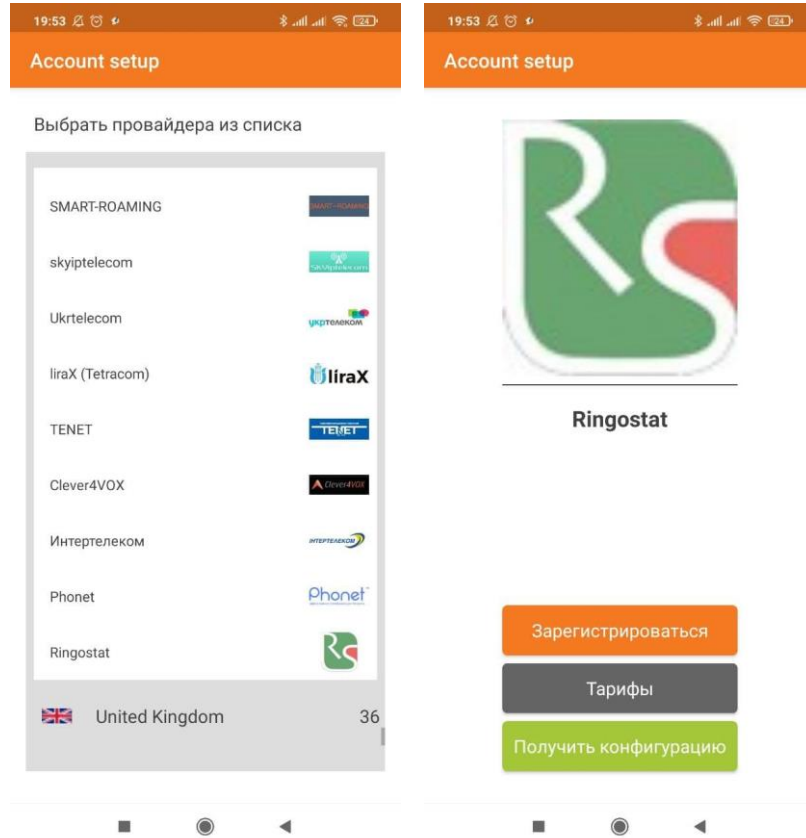


Рисунок 2.19 – Zoiper – вибір провайдера та отримання конфігурації

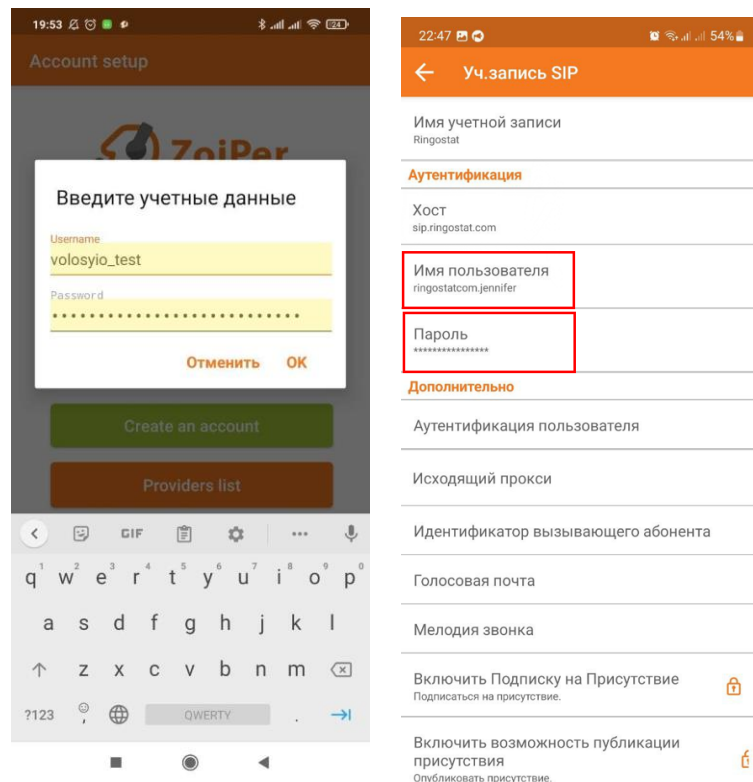


Рисунок 2.20 – Zoiper – створення та налаштування облікового запису

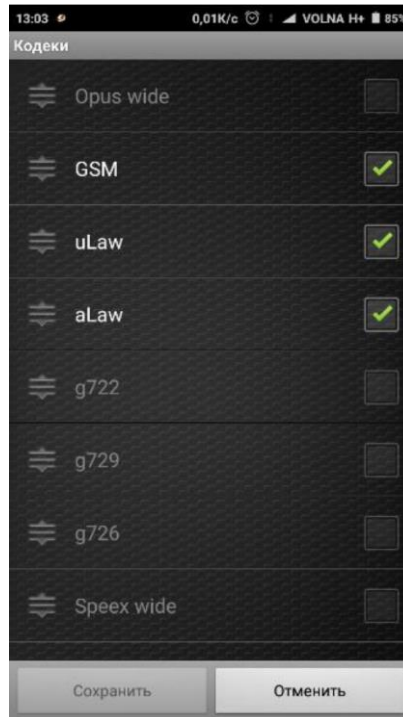


Рисунок 2.21 – Zoiper – аудіо-відео налаштування

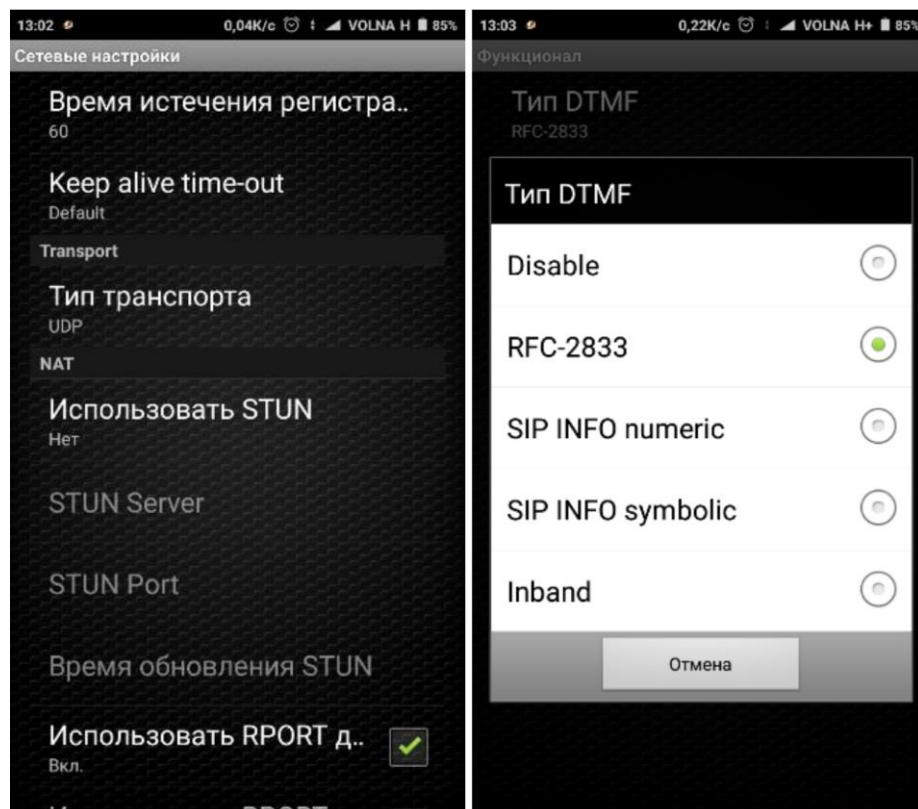


Рисунок 2.21 – Zoiper – мережні настройки та функціонал

У відмінності від попередньо аналізованих софтофонів, цей дозволяє здійснювати ширший спектр налаштувань для користувача щодо управління дзвінками, конфігурації параметрів SIP, вибору рівня якості відео та

аудіозв'язку, керування режимами роботи Wi-Fi під час підключення та розмов. Комплект кодеків подібний до 3CX phone. Інтерфейс є також зручним та інтуїтивно зрозумілим.

Для інсталяції на смартфони працівників з урахуванням набору характеристик обираємо софтфон Zoiper.

2.7.3 Підключення мобільного телефону на ОС Android до офісної мережі Wi-Fi

Давайте розберемося з налаштуванням з'єднання з Wi-Fi мережею Wi-Fi у системі Android. Процес займає кілька етапів.

Потрібно зайти в розділ налаштувань системи Android на вашому смартфоні. Ці налаштування є однакові для телефонів усіх співробітників.

Необхідно увійти в меню «Бездротові мережі» та увімкнути Wi-Fi адаптер. Коли активується адаптер бездротового зв'язку Wi-Fi, смартфон виявляє найближчі точки доступу, вимірює силу їхнього сигналу та показує точки доступу, що зберігаються у пам'яті пристрою. Щоб з'єднатися з точкою доступу, потрібно обрати її ім'я зі списку та при першому з'єднанні вказати пароль доступу.

Мережа Wi-Fi «KompMaster » складається з 4-х точок доступу TP-link 741 nd.

Їм присвоєно мережеві імена:

- КМ 1;
- КМ 2;
- КМ 3;
- КМ 4.

Окрім головної ролі, з'єднання апаратів з Wi-Fi сіткою через точки доступу, встановлено також роль DHCP-сервера. Це значить, що при вдалим з'єднанні мобільного апарату з сіткою Wi-Fi, точка доступу автоматично надсилає налаштування (IP-адресу, адресу роутера і т.ін.). Це усуває потребу в ручному налаштуванні IP-адреси апарату та інших параметрів мережі. Для кожної точки доступу налаштовані діапазони IP-адрес, які вона розподіляє апаратам у режимі DHCP.

- КМ 1 (192.168.0.30-192.168.0.59);
- КМ 2 (192.168.0.60-192.168.0.99);

- КМ 3 (192.168.0.100-192.168.0.129);

- КМ 4 (192.168.0.130-192.168.0.159).

Відразу як смартфон працівника з'єднується з корпоративною Wi-Fi мережі він отримує доступ до всіх пристроїв на мережевому рівні, включно з сервером IP-телефонії Yeastar MuPBX 400.

2.8 Характеристика та вибір типу голосових кодеків

Щоб підключитися до оператора Інтернет-телефонії та забезпечити голосове спілкування працівників в офісі через IP-АТС та софтлини, потрібно налаштувати та застосувати певний тип голосового кодека. Розглянемо найбільш вживані кодеки для кращого вибору.

G.711

Ця рекомендація, ухвалена МККТТ у 1984 році, описує кодек, що застосовує ІКМ перетворення аналогового сигналу з точністю до 8 біт, з тактовою частотою 8 КГц і базовою компресією амплітуди сигналу. Вихідна швидкість потоку даних складає 64 Кбіт/с (8 Біт 8 КГц). Для мінімізації шуму квантування та покращення перетворення сигналів з малою амплітудою, використовується нелінійне квантування за спеціальним псевдо-логарифмічним законом A або $m - Law$.

Один з прикладів використання кодека G.711 – це IP-телефони від компанії CISCO.

G.723.1

Рекомендація G.723.1 представляє гібридні кодеки, які використовують технологію кодування мовленнєвої інформації, відому як MP-MLQ (Multy-Pulse - Multy Level Quantization - Множинна Імпульсна, Багаторівнева Квантизація). Ці кодеки, як зазначалося раніше, з'явилися завдяки системам мобільного зв'язку. Використання вокодера дозволяє зменшити швидкість передачі даних у каналі, що є критично для ефективного використання як радіотракту, так і IP-каналу. Основна ідея роботи вокодера полягає у синтезі вихідного мовного сигналу шляхом адаптивної заміни його гармонійних компонентів відповідним набором частотних фонем та узгодженими шумовими коефіцієнтами. Кодек

G.723 перетворює аналоговий сигнал у потік даних зі швидкістю 64 Кбіт/с (ІКМ), а потім за допомогою багатосмугового цифрового фільтра/вокодера виділяє частотні фонери, аналізує їх і передає IP-каналу дані лише про поточний стан фонери у мовному сигналі. Цей метод перетворення дозволяє знизити швидкість кодованої інформації до 5,3 – 6,3 Кбіт/с без значного зниження якості мовлення. Структурна схема кодека представлена на малюнку 3. Кодек пропонує дві швидкості та два варіанти кодування: 6,3 Кбіт/с з алгоритмом MP-MLQ і 5,3 Кбіт/с з алгоритмом CELP. Перший варіант призначений для мереж з пакетною передачею голосу та забезпечує вищу якість кодування порівняно з варіантом CELP, але менш придатний для використання в мережах зі змішаним типом трафіку (голос/дані).

Для перетворення DSP потрібно 16,4 - 16,7 MIPS (Мільйони Інструкцій За Секунду) і це призводить до затримки на 37 мс. Кодек G.723.1 активно використовується в голосових шлюзах та пристроях IP-телефонії. Цей кодек програє за якістю кодування мови G.729a, але вимагає менше ресурсів процесора та пропускної спроможності каналу.

Гібридні кодеки G.729

До цієї групи входять G.729, G.729 Annex A, G.729 Annex B (включає VAD і генератор комфортного шуму). Їх також називають CS-ACELP (Conjugate Structure - Algebraic Code Excited Linear Prediction – сполучена структура з алгебраїчно керованим кодом лінійного передбачення). Для перетворення використовується 21,5 MIPS і створюється затримка на 15 мс. Швидкість передачі кодованого мовного сигналу - 8 Кбіт/с. У VoIP-пристроях цей кодек є лідером, надаючи високу якість кодування мови при значній компресії.

G.726

Рекомендація G.726 вводить технологію кодування за допомогою адаптивної диференціальної імпульсно-кової модуляції (АДІКМ) зі швидкостями 32 Кбіт/с, 24 Кбіт/с, 16 Кбіт/с. Процес перетворення майже не створює затримок і потребує від DSP 5,5 – 6,4 MIPS. Кодек можна використовувати разом з G.711 для зниження швидкості кодування. Призначений для систем відеоконференцій.

G.728

Кодек, описаний у G.728 у 1992 році, належить до категорії LD-CELP (Кодек з малою затримкою та алгебраїчно керованим кодом лінійного передбачення). Він забезпечує швидкість перетворення 16 Кбіт/с і затримку від 3 до 5 мс, використовується у системах відеоконференцій, але рідко зустрічається в IP-телефонії.

Найбільш вимогливим до пропускної спроможності каналу зв'язку, але якісним є кодек G.711. Його менш ресурсомістка альтернатива - кодек G.729. Забезпечуючи високу якість, він має низькі вимоги до пропускної спроможності каналу. Однак, важливо використовувати один і той же кодек на всьому обладнанні, що використовується, і часто це буває саме кодек G.711. Більше того, IP-телефонія не є надто ресурсомісткою для бездротових мереж.

2.9 Налаштування мобільних софтофонів для підключення до Yeastar MyPBX 400

Для мобільних пристроїв співробітників було вибрано софтофон Zoiper. Для з'єднання з сервером VOIP, потрібно налаштувати обліковий запис SIP.

Необхідно налаштувати такі параметри:

- ім'я користувача – номер телефону співробітника;
- пароль – 20 знаків (індивідуально заведено для кожного номера телефону);
- сервер – IP -адреса Yeastar MyPBX 400 (192.168.0.25);
- ім'я-ім'я латинськими літерами з транслітерацією (наприклад Ivan Ivanenko);
- порт – 5060;
- використовувати WLAN – так.

Також обирається протокол, який було вказано провайдером при оформленні IP-телефонії, і на цьому налаштування завершено, можна здійснювати дзвінки.

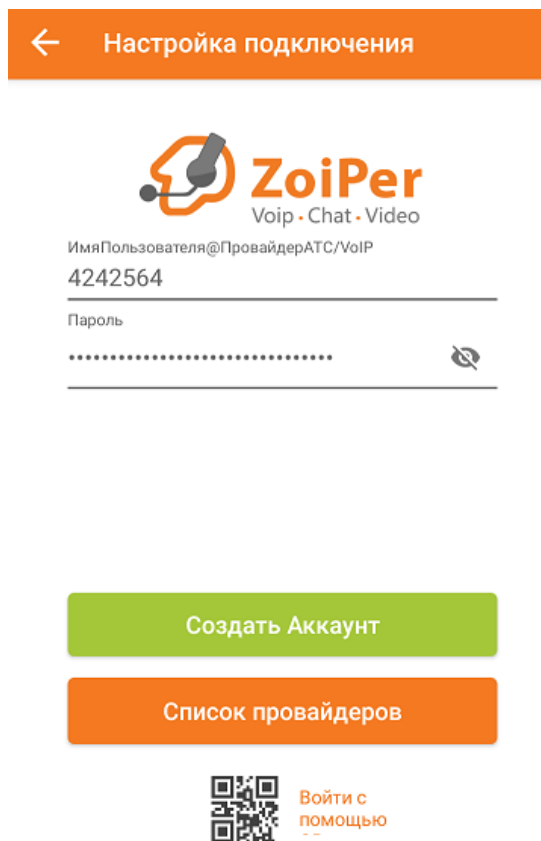


Рисунок 2.22 – Zoiper – головний екран

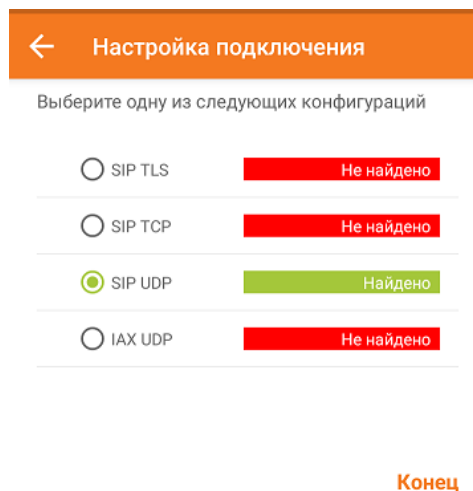


Рисунок 2.23 – Zoiper – вибір протоколу для IP-телефонії

2.10 Розрахунок смуги пропускання каналу Wi-Fi для IP-телефонії

Передача голосу через мережу з пакетною комутацією буде здійснюватися на засадах IP-телефонії. При цьому пропускна здатність, призначена для цього голосового каналу, має враховувати такі аспекти:

- вид кодеку (кодувальник/декодувальник) та обсяг вибірки голосу (мс);
- IP/UDP/RTP заголовки;
- вид технології мережі передачі;
- детектор активності мовлення (у разі наявності).

IP/UDP/RTP заголовки разом становлять 40 байт на пакет. Заголовок Ethernet разом займає 38 байт на пакет.

Загальний вигляд пакета буде наступним.

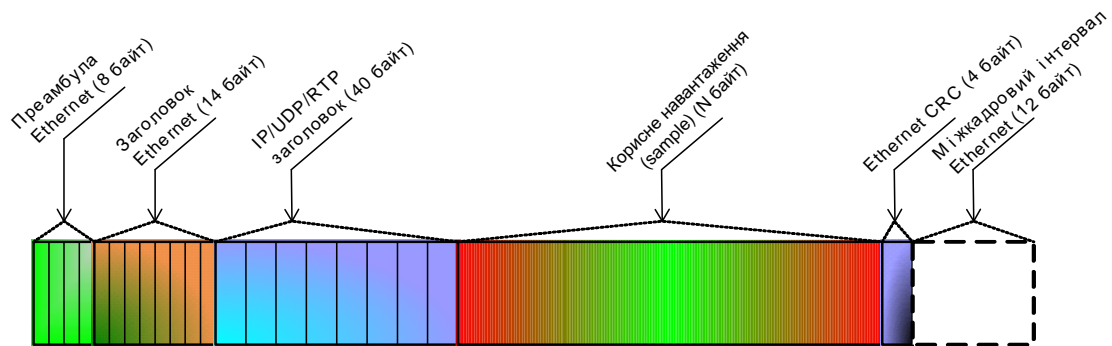


Рисунок 2.24 – Структура пакету

Обраний кодек та розмір вибірки значно впливають на якість переданої мовної інформації та на затримку її передачі. Кількість голосових вибірок, які згруповані в один пакет, також має вплив на затримки і потребу в пропускній здатності каналу.

Таблиця 2.2 – Параметри поширених кодеків

Тип кодека	Швидкість кодування, кбіт/с ($B_{код}$)	Період семпла, мс	Кількість кадрів у пакеті
G.711	64	20	1

Ширина смуги пропускання, яка потрібна для передачі одного каналу мовлення, визначається згідно з формулою:

$$B_{1млф-IP} = (Ethernet_{overhead} + IP/UDP/RTP_{overhead} + PL) \cdot N_{пак} \cdot 8, \quad (2.1)$$

де $Ethernet_{overhead}$ - сумарний обсяг заголовків Ethernet;

$IP/UDP/RTP_{overhead}$ - сумарний обсяг заголовків IP/UDP/RTP;

PL - обсяг корисного голосового навантаження в байтах виходячи з

тривалості семпла в пакеті;

$N_{нак}$ - кількість голосових семплів в 1с часу $N_{нак} = 50$ пак/с.

Обсяг корисного навантаження розраховується за такою формулою:

$$PL = B/N_{нак}, \quad (2.2)$$

де B - швидкість кодування одного голосового каналу на виході певного типу кодека.

$$PL = PL = B/N_{нак} = (8000/50) = 160 \text{ байт},$$

$$V_{тлф-IP} = (38 + 40 + 160) * 50 * 8 = 95200 \text{ біт/с}.$$

Враховуючи, що зв'язок між працівниками в офісі відбувається через Wi-Fi, важливо пам'ятати про загальну кількість каналів, як для провайдера Інтернет-телефонії, так і для локального оператора зв'язку.

У випадку, коли всі канали для місцевого та міжміського зв'язку будуть зайняті, це призведе до зайняття 8 ліній у напрямку операторів. Загальна пропускна спроможність визначається як швидкість одного каналу, помножена на їх кількість.

$$V_{сум} = B * N, \quad (2.3)$$

де B - швидкість одного потоку кбіт/с;

N -кількість каналів.

$$V_{сум} = B * N = 95,2 * 8 = 761,6 \text{ кбіт/с}.$$

Коли всі телефонні лінії зайняті одночасно в напрямку до провайдерів пропускна здатність каналу IP в бік Інтернету буде навантажена на 761,6 кбіт/с.

2.11 Розрахунок електроживлення

Станом на час проектування в компанії «KompMaster» не було передбачено резервне джерело живлення для мережевого обладнання.

Використовувалася основна лінія з напругою 220 В змінного струму. Враховуючи, що сервер IP-телефонії планується розмістити у вже існуючому серверному приміщенні, розрахунок резервного живлення буде здійснено для обладнання, що розташоване там.

Розрахунок виконуватимемо для такого обладнання:

- сервер IP-телефонії Yeastar MyPBX 400 – потужність 18 Вт;
- комутатор D-link 1016d– потужність 15 Вт;
- маршрутизатор D-link DI-804 – потужність 12 Вт.

Загальне споживання енергії цими пристроями буде 45 Вт.

Як джерело безперебійного живлення буде застосовано ДБЖ Powerware 9130i-1000T-XLU2. Внутрішня батарея має ємність 8 (А*година), а також можливе додавання батарейних модулів Eaton 9130 EBM 1500RM з ємністю 9 (А*година) кожен.

Визначимо тривалість роботи обладнання при підключенні до Powerware 9130 з внутрішньою батареєю.

Отже, тривалість роботи комутатора, сервера та маршрутизатора від джерела безперебійного живлення буде наступною:

$$T = C_{\Sigma} \cdot V \cdot \eta / P_{\Sigma}, \quad (2.4)$$

де C_{Σ} - сумарна ємність джерела безперебійного, А*год;

V – напруга одного акумулятора;

η – коефіцієнт корисної дії;

P_{Σ} – сумарне енергоспоживання вузла, Вт.

$$T = 8 * 12 * 0,85 / 45 = 1,81 \text{ години.}$$

Отже, у випадку зникнення електропостачання на вузлі, наше устаткування здатне працювати 1,8 години, що вважається недостатньо. Відповідно, потрібно додати ще один батарейний блок об'ємом 9 (А*година).

В результаті загальна ємність джерела безперервного живлення досягне 17 (А*година).

Таким чином, тривалість роботи устаткування складе:

$$T = 17 * 12 * 0,85 / 45 = 3,8 \text{ години.}$$

Цей час роботи є достатнім відновлення лінії основного електроживлення.

2.12 Розміщення обладнання

Обладнання встановлюється у вже існуючій серверній, де наразі знаходяться комутатор та маршрутизатор. Установка обладнання виконується на стіну. Кабель до точок доступу Wi-Fi, прокладений у кабель-каналі. Всі пристрої під'єднані до блоку живлення з напругою 220 В змінного струму.

Деталі монтажу відображені на рис. 2.25.

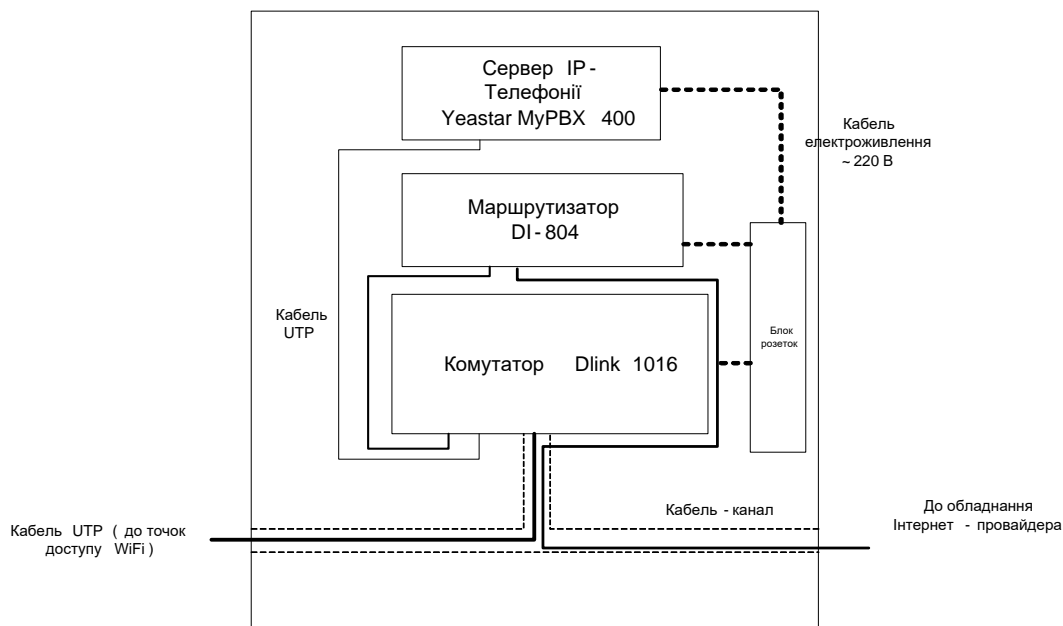


Рисунок 2.25 – Схема монтажу обладнання

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було розроблено систему IP-телефонії, засновану на технології Wi-Fi. Це дозволить значно зекономити на телекомунікаційних послугах, адже до початку проекту компанія використовувала мобільний зв'язок, і в кожному відділі було встановлено по 2 мобільні телефони для дзвінків. Всього було 6 мобільних номерів. Крім того, якість зв'язку покращиться, тому що офіс розташований у місці зі слабким сигналом мобільних мереж, що призводило до переривань у дзвінках. Вибір IP-телефонії як найбільш гнучкого та вигідного рішення з точки зору вартості та можливостей був очевидним.

Окрім того, з огляду на те, що всі працівники мають сучасні смартфони та комунікатори на базі Android, було вирішено, що як основний засіб офісного зв'язку-телефону, працівники будуть використовувати власні мобільні телефони, які підтримують технологію Wi-Fi. В майбутньому планується розширити використання між співробітниками не лише голосового зв'язку через IP-мережу, а й відеозв'язку. Сучасні мобільні пристрої ідеально підходять для цього та будуть зручними у використанні. Таким чином, можна значно заощадити на придбанні VOIP-телефонів та навушників.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Сторчак К.П., Ткаленко О.М., Маркіна О.А. Технологія VoIP: навч. посіб. Київ: ДУТ, 2018. 120 с.
2. Безрук В.М., Бідний Ю.М., Колтун Ю.М., Астраханцев А.А., Свид І.В., Ширяєв А.В., Харченко Н.А. Інформаційні мережі зв'язку. Ч. 2. Телекомунікаційні технології стаціонарних мереж зв'язку: навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2011. – 492 с.
3. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-телефонія. М.: Радио и Связь, 2001.
4. RFC 2543. SIP: Session Initiation Protocol. М.: Handley, 1999.
5. ITU-T Recommendation H.245. Control protocol for multimedia communication. Geneva, 1998.
6. ITU-T Recommendation H.225.0. Call signaling protocols and media stream packetization for packet-based multimedia communication systems. Geneva, 1998.
7. ITU-T Recommendation H.323. Packet based multimedia communication systems. Geneva, 1998.
8. Zoiper Налаштування [Електронний документ] – Режим доступу: https://asteriskukraine.com/knowledge_base/voip-programmyi/nastroyka-zoiper/
9. Using your 3CX Android App [Електронний документ] – Режим доступу: <https://www.3cx.com/user-manual/installation-android/>
10. MizuDroid SIP VOIP Softphone [Електронний документ] – Режим доступу: <https://docs.omnicell.ua/display/BIZ/MizuDroid+SIP+VOIP+Softphone>