

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

(повне найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**БЕЗДРОВОТА ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА ПІДПРИЄМСТВА З
ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ D2D**

**WIRELESS LOCAL NETWORK OF THE ENTERPRISE USING D2D
TECHNOLOGY**

спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма Комп'ютерна інженерія

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи КІс-21

Григориченко Владислав Юрійович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

Христинець Наталія Анатоліївна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

« _____ » червня _____ 2023 р.

Гарант освітньої програми:

к.т.н., доцент

Лавренчук Світлана Василівна

(підпис)

Луцьк – 2023 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф. Н.Черняшук

« _____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Григориченку Владиславу Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Бездротова локальна мережа підприємства з використанням технології D2D

Керівник роботи к.т.н., доцент Христинець Наталія Анатоліївна

затвержені наказом закладу вищої освіти від «28» грудня 2022 року № 982/01-02

2. Строк подання студентом роботи 01.06.2023р.

3. Вихідні дані до роботи методичні та літературні джерела з комп'ютерних мереж, наукові статті в області проектування бездротових локальних мереж, інтернет-ресурси з різних джерел на тему бездротова локальна мережа підприємства з використанням технології D2D,

Літературні джерела з проектування мереж в Cisco Packet Tracer.

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

1. Визначення основних принципів проектування бездротових локальних мереж.

2. Аналіз існуючих методів та технологій проектування локальної мережі.

3. Вибір оптимальної конфігурації мережі для заданих вимог та потреб користувачів.

4. Налаштування IP-адреси для всіх пристроїв мережі

5. Налаштування автентифікації користувачів для забезпечення безпеки мережі

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1. Основні поняття та технології	Христинець Н.А.		
Розділ 2. Проектування локальної комп'ютерної мережі	Христинець Н.А.		
Розділ 3. Моделювання та налаштування комп'ютерної мережі	Христинець Н.А.		
Висновки	Христинець Н.А.		

7. Дата видачі завдання 01.11.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний огляд найновіших наукових досліджень на тему бездротова локальна мережа	03.04.2023 р.	Виконано
2.	Аналіз існуючої проблеми та актуальності теми про бездротові локальні мережі	11.04.2023 р.	Виконано
3.	Дослідження інструментів розробки мережі	13.04.2023 р.	Виконано
4.	Розгортання та налаштування проекту для розробки	02.05.2023 р.	Виконано
5.	Розробка бездротової локальної мережі підприємства з використанням технології D2D	20.05.2023 р.	Виконано
6.	Оформлення матеріалів роботи	27.05.2023 р.	Виконано
7.	Представлення матеріалів роботи на кафедрі	03.06.2023 р.	Виконано

Здобувач вищої освіти

(підпис)

(Григориченко В.Ю.)

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(Христинець Н.А.)

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Григориченко В. Ю. Бездротова локальна мережа підприємства з використанням технології D2D. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Комп'ютерна інженерія» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел.

Перший розділ присвячено огляду предметної області, тут розглядаються основні поняття та технології, що таке бездротова мережа, які бездротові мережі бувають. Також в цьому розділі здійснено огляд технології D2D, порівняння технологій D2D з іншими технологіями бездротового зв'язку.

В другому розділі здійснено проектування локальної мережі. Розглянуто розробку логічної структури мережі, вибір мережевого обладнання, таблиці комутації та маршрутизації, рекомендації щодо перевірки працездатності мережі.

Третій розділ присвячено моделювання та налаштування комп'ютерної мережі. Також в цьому розділі налаштовуємо активне обладнання та моделюємо спроектовану мережу в Cisco Packet Tracer.

Об'єкт дослідження – є бездротова локальна в рамках дослідження будуть розглядатись аспекти побудови, оптимізації, управління та ефективного використання бездротової мережі з використанням технології D2D.

Предмет дослідження – є можливості впровадження технології D2D для спільної роботи та обміну даними між різними пристроями підприємства, що сприяє зростанню продуктивності роботи колективу.

Метою роботи – є дослідити можливості та переваги використання технології D2D для побудови бездротової локальної мережі в підприємстві. А також у вивченні та аналізі можливостей впровадження технології D2D в бездротову локальну мережу підприємства.

Ключові слова: мережа, d2d, cisco packet tracer, lte, wi-fi, vlan, wireless.

ABSTRACT

Hryhorychenko V. Yu. Wireless local network of the enterprise using D2D technology. Manuscript.

Bachelor's qualifying thesis of the OP "Computer Engineering" specialty 123 Computer Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The qualification work consists of an introduction, three sections, conclusions, and a list of used sources.

The first chapter is dedicated to the overview of the subject area, here the basic concepts and technologies are considered, what is a wireless network, what types of wireless networks are there. Also, this section provides an overview of D2D technology, a comparison of D2D technologies with other wireless communication technologies.

In the second section, the design of the local network is carried out. The development of the logical structure of the network, the selection of network equipment, switching and routing tables, recommendations for checking the network performance are considered.

The third chapter is devoted to computer network modeling and configuration. Also, in this section, we configure active equipment and simulate the designed network in Cisco Packet Tracer.

The object of the research is wireless local. Within the framework of the research, aspects of construction, optimization, management and effective use of a wireless network using D2D technology will be considered.

The subject of the study is the possibility of implementing D2D technology for joint work and data exchange between various devices of the enterprise, which contributes to the increase in the productivity of the team.

The purpose of the work is to investigate the possibilities and advantages of using D2D technology to build a wireless local network in the enterprise. And also in the study and analysis of the possibilities of introducing D2D technology into the wireless local network of the enterprise.

Keywords: network, d2d, cisco packet tracer, lte, wi-fi, vlan, wireless.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 Основні поняття та технології.....	9
1.1 Бездротові мережі: технології та переваги.....	9
1.2 Технології взаємодії D2D.....	14
1.3 Технологія D2D: принцип роботи та застосування.....	15
1.4 Проблематика організації зв'язку D2D.....	21
1.5 Порівняння технології D2D з іншими технологіями бездротового зв'язку.....	25
РОЗДІЛ 2 Проектування локальної комп'ютерної мережі	28
2.1 Розробка логічної структури мережі.....	28
2.2 Вибір мережевого обладнання.....	29
2.3 Таблиці комутації та маршрутизації.....	37
2.4 Рекомендації щодо перевірки працездатності мережі.....	40
РОЗДІЛ 3 Моделювання та налаштування комп'ютерної мережі.....	45
3.1 Налаштування активного обладнання.....	45
3.2 Моделювання спроектованої мережі в Cisco Packet Tracer.....	48
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53

ВСТУП

Актуальність теми. На сьогоднішній день велике значення має створення бездротових локальних мереж. З постійним розвитком технологій та зростанням використання бездротових пристроїв, таких як смартфони, планшети та розумні пристрої Інтернету речей, потреба в швидкому, надійному та безпечному з'єднанні стає все більш актуальною.

Організації з усього світу шукають ефективні способи побудови бездротових мереж, що забезпечують сполучення між різними пристроями та співробітниками. Бездротові мережі дають змогу забезпечити зручність та мобільність, а також знижують витрати на провідне обладнання та прокладку кабелів.

Однак, разом зі зростанням використання бездротових технологій, зростають і потенційні загрози безпеці мережі, такі як несанкціонований доступ, атаки зламу безпеки та перешкоджання в роботі мережі. Тому актуальним завжди залишається розробка та реалізація бездротових мереж з врахуванням вимог до безпеки, надійності та ефективності.

Отже, актуальність теми бездротових локальних мереж полягає в постійному розвитку технологій, потребі у зручності та мобільності, а також у необхідності забезпечення безпеки та ефективності мережі.

Метою роботи – є дослідити можливості та переваги використання технології D2D для побудови бездротової локальної мережі в підприємстві. А також у вивченні та аналізі можливостей впровадження технології D2D в бездротову локальну мережу підприємства. Дослідження спрямоване на встановлення переваг та практичної ефективності використання цієї технології в контексті підприємницької діяльності. До об'єкту дослідження входять аспекти, пов'язані з налаштуванням, конфігурацією, управлінням та оптимізацією бездротової локальної мережі з використанням технології D2D для забезпечення надійного та ефективного обміну даними між пристроями підприємства.

Об'єкт дослідження – є бездротова локальна мережа підприємства з використанням технології D2D. В рамках дослідження будуть розглядатись аспекти побудови, оптимізації, управління та ефективного використання бездротової мережі з використанням технології D2D. Основні увага буде приділятися налаштуванню та конфігурації D2D-пристроїв, забезпеченню безпеки мережі, швидкості передачі даних, масштабованості та стійкості мережі.

Предмет дослідження – є можливості впровадження технології D2D для спільної роботи та обміну даними між різними пристроями підприємства, що дозволяє покращити ефективність комунікації та сприяє зростанню продуктивності роботи колективу.

Завдання дослідження полягають в розгляді питань, пов'язаних з проектуванням комп'ютерної мережі, а саме:

- аналіз існуючих методів та технологій проектування комп'ютерної мережі;
- принципи роботи та застосування технології D2D;
- вибір оптимальної конфігурації мережевого обладнання для заданих вимог та потреб користувачів;
- моделювання спроектованої мережі в Cisco Packet Tracer.

РОЗДІЛ 1

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

1.1 Бездротові мережі: технології та переваги

Бездротові мережі – це мережі, що передають дані між пристроями без використання проводів, таких як Ethernet-кабелі або коаксіальні кабелі. Це забезпечує зручність і мобільність, що робить їх популярними серед усіх користувачів [1].

Технології, які використовуються в бездротових мережах, включають Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee та NFC. Wi-Fi – це технологія бездротового зв'язку, яка використовує радіохвилі для передачі даних між пристроями на коротких відстанях, до 100 метрів. Bluetooth – це бездротова технологія, яка дозволяє підключати пристрої на відстань до 10 метрів. Zigbee – це протокол мережі бездротових датчиків, який використовується для збору даних з малих пристроїв на відстані до 100 метрів. NFC – це технологія бездротового зв'язку, яка дозволяє обмінюватися даними між двома пристроями на дуже короткій відстані, менше 10 сантиметрів.

Переваги бездротових мереж включають в себе:

- зручність і мобільність: пристрої можуть підключатися до мережі безпосередньо з будь-якої точки в межах зони покриття мережі.
- економія коштів на обладнанні: відсутність потреби в проводах робить бездротові мережі дешевшими в обслуговуванні та знижує загальну вартість обладнання.
- підвищення продуктивності: забезпечення доступу до інтернету на робочому місці та зовні його, зниження часу на комунікації та покращення роботи з файлами.
- збільшення зручності та інформаційної безпеки: збільшення рівня комфорту користь.

- збільшення зручності та інформаційної безпеки: збільшення рівня комфорту користувачів шляхом забезпечення зручного та безпечного доступу до мережі з будь-якого місця;

- розширення зони покриття: бездротові мережі можуть охоплювати більші території та об'єкти, які не можуть бути охоплені провідними мережами;

- підтримка мобільних пристроїв: бездротові мережі підтримують роботу мобільних пристроїв, таких як смартфони та планшети, що дозволяє користувачам зручно використовувати їх для отримання доступу до мережі.

Однак, бездротові мережі мають свої недоліки, такі як:

- обмежена швидкість передачі даних: швидкість передачі даних в бездротових мережах може бути обмеженою у порівнянні з провідними мережами;

- обмежена зона покриття: зона покриття бездротових мереж може бути обмеженою, залежно від технології та використовуваного обладнання;

- ризики безпеки: бездротові мережі можуть бути більш вразливими до атак хакерів, зокрема через можливу перехоплювання та підробку сигналів.

У загальному, бездротові мережі мають багато переваг, які роблять їх зручними та популярними серед користувачів. Проте, перед використанням бездротової мережі необхідно враховувати ймовірні ризики та забезпечувати необхідний рівень захисту.

Технології бездротових мереж.

Існує багато різних технологій бездротових мереж, таких як Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, NFC та інші. Кожна з цих технологій має свої переваги та обмеження, тому вибір технології залежить від конкретних потреб користувача.

Wi-Fi – це одна з найпопулярніших технологій бездротових мереж, що використовується для забезпечення безпроводного доступу до Інтернету. Wi-Fi працює на основі стандарту IEEE 802.11, який забезпечує передачу даних на великі відстані зі швидкістю до 10 Гбіт/сек. Wi-Fi може бути використана для

підключення різних пристроїв, таких як комп'ютери, смартфони, телевізори та інші.

Bluetooth – це ще одна популярна технологія бездротових мереж, яка використовується для з'єднання різних пристроїв між собою. Bluetooth дозволяє підключати пристрої на відстані до 10 метрів зі швидкістю передачі даних до 24 Мбіт/сек. Bluetooth використовується для підключення пристроїв, таких як навушники, колонки, миші, клавіатури та інші.

Zigbee – це технологія бездротових мереж, яка використовується для підключення різних пристроїв, таких як датчики, контролери, енергозберігаючі пристрої та інші. Zigbee працює на відстані до 100 метрів зі швидкістю передачі даних до 250 кбіт/сек. Технологія Zigbee використовується для побудови різних систем, таких як системи "розумний дім", системи безпеки та інші [2].

NFC – це технологія бездротових мереж, яка використовується для безконтактного обміну даними між двома пристроями на відстані до 10 сантиметрів. NFC може використовуватись для різних завдань, таких як оплата безконтактними картками, обмін даними між смартфонами та інші.

Основною перевагою бездротових мереж є їх мобільність та гнучкість. Бездротові мережі можуть бути легко налаштовані та змінені в залежності від потреб користувача, що дозволяє використовувати їх у різних ситуаціях.

Крім того, бездротові мережі дозволяють підключати до них більшу кількість пристроїв, ніж традиційні провідні мережі. Це особливо важливо в сучасному світі, де кожен користувач має кілька пристроїв, які потребують підключення до Інтернету.

Крім того, бездротові мережі можуть бути більш економічно вигідними, ніж провідні мережі, оскільки вони не потребують витрат на прокладання проводів та інші матеріальні витрати.

Незважаючи на переваги, бездротові мережі мають і свої недоліки. Одним з найбільших недоліків є обмежена швидкість передачі даних порівняно з провідними мережами. Крім того, бездротові мережі можуть бути менш

надійними, оскільки сигнал може бути перешкодженим або зниженим через перешкоди, такі як стіни та інші перешкоди.

Крім того, бездротові мережі можуть бути менш безпечними, оскільки сигнал може бути підслуховуваним або віддалено перехоплюватися. Для забезпечення безпеки бездротових мереж необхідно використовувати різні заходи, такі як шифрування, автентифікація та інші.

Ще одним недоліком бездротових мереж є їх обмежена дальність дії, особливо в порівнянні з провідними мережами. Бездротові мережі можуть бути ефективними на невеликих відстанях, але для довгих відстаней провідні мережі є більш ефективними.

Крім того, бездротові мережі можуть бути менш сумісними зі старішими пристроями або пристроями з обмеженими можливостями. Деякі старіші пристрої можуть не підтримувати бездротові технології, такі як Wi-Fi або Bluetooth.

Бездротові мережі є важливим елементом сучасних технологій та дозволяють нам підключатися до Інтернету та обмінюватися даними з іншими пристроями без необхідності використовувати провідні з'єднання. Вони мають багато переваг, таких як мобільність та гнучкість, але також мають недоліки, такі як обмежена швидкість передачі даних та менша надійність. Щоб забезпечити безпеку бездротових мереж, необхідно використовувати різні заходи, такі як шифрування та автентифікація.

Незважаючи на недоліки, бездротові мережі досить поширені та використовуються в різних областях життя, таких як підприємництво, медицина, освіта та домашнє використання. Особливо великий попит на бездротові мережі спостерігається в мобільних пристроях, таких як смартфони та планшети.

Одним з перших типів бездротових мереж була Wi-Fi, яка вперше була випущена у 1997 році. З того часу Wi-Fi стала дуже популярною технологією та розвивалась з кожним роком. На сьогоднішній день існує безліч різних стандартів Wi-Fi, які різняться швидкістю передачі даних та дальністю дії.

Іншою популярною технологією бездротових мереж є Bluetooth, яка зазвичай використовується для підключення пристроїв, таких як гарнітури, клавіатури, миші та інші. Bluetooth також має різні версії, які покращують швидкість передачі даних та енергоефективність.

Інші технології бездротових мереж включають NFC (Near Field Communication), яка використовується для безконтактної передачі даних на короткі відстані, та Zigbee, яка використовується для забезпечення зв'язку між різними електронними пристроями, такими як датчики та інші.

У майбутньому, бездротові мережі можуть стати ще більш ефективними та широко використовуваними завдяки розвитку технологій, таких як 5G та Wi-Fi 6.

5G є новим стандартом бездротових мереж, який пропонує більш високу швидкість передачі даних, меншу затримку та більшу ємність мережі. Це може відкрити нові можливості для інтернету речей та інших інноваційних технологій.

Wi-Fi 6, який був запущений у 2019 році, також пропонує більш високу швидкість передачі даних, покращену ефективність та ємність мережі. Це може стати особливо корисним у великих офісах, громадських місцях та інших областях з великою кількістю користувачів, які використовують мережу одночасно.

Однак, разом з покращенням технологій бездротових мереж, також з'являються нові виклики та проблеми, такі як збільшення кількості пристроїв, що підключаються до мережі, збільшення витрат енергії та проблеми з безпекою. Тому, важливо забезпечити безпеку та ефективність бездротових мереж, розробивши відповідні стандарти та протоколи для захисту даних та мережі в цілому.

Усе більше компаній та організацій переходять до бездротових мереж для забезпечення підключення до Інтернету та передачі даних. Бездротові мережі стають необхідною частиною нашого повсякденного життя, що дозволяє нам збільшувати продуктивність та покращувати комунікацію у всіх сферах життя.

1.2 Технології взаємодії D2D

Технології взаємодії пристрій-пристрій D2D засновані на добре відомому раніше в мережах WiFi взаємодії без участі базової станції (так званий режим IBSS – Independent Base Station). Дійсно, коли в кінці 90-х років минулого століття з'явилися стандарти сімейства IEEE 802.11 основне завдання, яке вони повинні були вирішити, полягала в можливості забезпечення бездротового взаємодії комп'ютерів на конференціях, семінарах, в громадських місцях, в лікарнях за відсутності базових станцій. Взаємодії D2D також призначені в тому числі і для взаємодії без участі базових станцій, але переслідувана при цьому мета зовсім інша. Якщо при впровадженні стандартів сімейства IEEE 802.11 існував дефіцит базових станцій і було досить затратно використовувати їх для кожного конкретного випадку, то при впровадженні надшільних мереж з дуже великим числом пристроїв метою впровадження взаємодій D2D є розвантаження ядра мережі. Звичайно, є і побічний позитивний ефект в забезпеченні ультра малої кругової затримки і досягненні необхідних характеристик якості обслуговування і якості сприйняття завдяки малим відстаням між терміналами, але по суті ідея таких взаємодій полягала саме в розвантаженні ядра локальної мережі [3].

Подальше широке впровадження мереж зв'язку п'ятого покоління і зазначені вище переважні характеристики взаємодій D2D сприятимуть широкому впровадженню цих технологій, що природним чином ставить питання про доцільність створення мереж D2D. Це питання до теперішнього часу практично не вивчене і, тому, буде одним з основних в магістерській роботі. Так, звичайно, була досить велика кількість науково-дослідних робіт в галузі використання технологій D2D в мережах зв'язку п'ятого покоління, в тому числі розглядалися питання використання взаємодій D2D з мережевою підтримкою, але самі мережі D2D, а тим більше питання маршрутизації в цих мережах до справжнього часу не вивчені.

1.3 Технологія D2D: принцип роботи та застосування

D2D (Device-to-Device) – технологія, в основі якої лежить використання стандартного протоколу бездротового зв'язку, яка дозволяє мобільним пристроям (смартфонам, планшетами, та ін.) зв'язуватися безпосередньо один з одним, минаючи маршрутизацію, що виключає необхідність у базових станціях і точках доступу (рис.1.1).

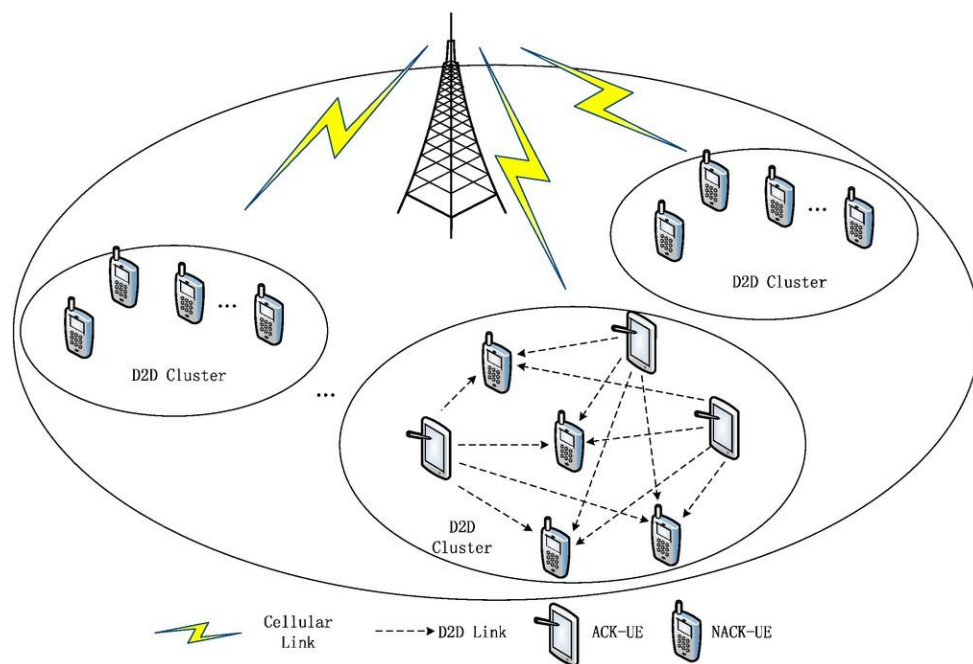


Рисунок 1.1 – Реалізація моделі D2D

D2D перспективна технологія поверх LTE. Ця технологія може бути використана при виявленні в зоні доступності бездротового зв'язку мобільних пристроїв і застосовується для соціальних програм, реклами, місцевого обміну інформацією, смарт-зв'язку між транспортними засобами, підтримки громадсько безпеки, коли мобільні пристрої забезпечують підключення до локальної мережі навіть у разі пошкодження існуючої мережі інфраструктури і т.д. Технологія D2D дозволяє зменшити час очікування встановлення зв'язку між абонентами бездротової мережі, збільшити швидкість передачі даних і знизити енергоспоживання.

З появою додатків, що використовують великі обсяги переданих даних,

таких як сервіси на основі близького взаємного розташування, оператори зв'язку стикаються з постійно зростаючими запитами користувачів. І хоча мережеві технології четвертого покоління, в тому числі LTE (Long Term Evolution), мають вкрай високою ефективністю як на фізичному, так і на MAC-рівні (Media Access Control Layer), вони не можуть впоратися з темпами зростання потреб користувачів. Основною метою все більшого числа досліджень в галузі телекомунікацій стає розробка нового підходу, який дозволив би кардинально змінити методи взаємодії пристроїв в мережах стільникового зв'язку. Одним з таких підходів є встановлення прямих з'єднань між пристроями (D2D, Device-to-Device Communications), при яких передача даних, на відміну від традиційної архітектури, здійснюється без участі базової станції і опорної мережі. Завдяки цьому знижується навантаження на базову станцію а також підвищується ефективність розподілу частотного ресурсу. Ще одним перевагою такого типу сполук є можливість організації за допомогою LTE-пристроїв, що підтримують технологію D2D, мереж громадської безпеки, що функціонують там, де стільниковий зв'язок недоступний.

Технологія D2D дозволяє пристроям спілкуватися між собою. Але телефони, планшети і т.д. вже можуть встановлювати з'єднання за допомогою Bluetooth, Wi-Fi і NFC. Однак вони не можуть тримати з'єднання на відстані 500 метрів. Уявімо, скільки пристроїв можна виявити в радіусі 500 метрів. Ви можете з'єднатися з тисячами пристроїв [4].

У цій технології великий потенціал, і поки складно точно передбачити, яку зі сфер нашого життя вона переверне. З одного боку, D2D дозволить вам ділитися інформацією, минаючи оператора стільникового зв'язку. Це дозволить створювати мережі для передачі даних в разі надзвичайних ситуацій. Зрештою, D2D може бути корисна для бізнесу, з'явиться новий спосіб розповісти про свій бізнес людям неподалік, а інші в свою чергу можуть простіше знайти потрібне їм місце.

Технологія зв'язку між пристроями (device-to-device communications, D2D) вважають по справжньому революційною. Сьогодні, на жаль, мобільні телефони

не можуть бути безпосередньо пов'язані один з одним, але технологія D2D розроблена для відправки листів, фотографій або відео друзям, які знаходяться неподалік, за допомогою Bluetooth з низьким енергоспоживанням або Wi-Fi Direct, а не через вишку мобільної мережі. Ймовірно, в довгостроковій перспективі такі базові станції нам будуть просто не потрібні. Для багатьох хто піклується про своє здоров'я людей – це серйозний привід для радості.

D2D є однією з функцій LTE Advanced (більше відома як стандарт зв'язку 4G), який дозволяє обмінюватися інформацією між додатками на пристроях (рис.1.2). Основною перевагою цієї технології є зона покриття, яка легко може досягати 500 метрів, тільки уявіть собі, яка кількість гаджетів можна охопити на такій відстані. Завдяки цій технології телефони можуть «говорити» прямо з іншими пристроями і обмінюватися інформацією з маячками.



Рисунок 1.2 – Практична реалізація технології D2D

Нова можливість, яка додається до протокола LTE, допускає можливість зв'язку між двома абонентами в обхід базових станцій. Телефони зможуть «говорити» безпосередньо з іншими мобільними пристроями і обмінюватися інформацією з маячками, розташованими в магазинах та інших підприємствах

торгівлі.

Як відомо D2D – ця бездротова технологія має радіус дії 500 метрів, що набагато більше набули широкого поширення Wi-Fi і Bluetooth. Вона включена в оновлення стандарту LTE, яке буде прийнято в цьому році.

Серед інших варіантів застосування, технологія D2D тестується на можливість використання для автоматичного виявлення знаходження поруч людей, організацій та іншої інформації відповідно до заданих критеріїв. Деякі бачать в технології новий перспективний канал для реклами.

Незважаючи на чималу робочу дистанцію, D2D споживає відносно малу кількість енергії, тому телефон може постійно відслідковувати пристрої, що знаходяться поруч, без особливого збитку для заряду мобільного акумулятора. Пристрій з включеним режимом D2D зможе виявляти інші телефони, використовуючи технологію або обмінюючись інформацією з маячками - стаціонарними пристроями, встановленими на території організацій або які є частиною інфраструктури аеропортів або залізничних вокзалів.

Маячки, що використовують D2D зможуть передавати корисну інформацію, а також, наприклад, спеціальні пропозиції. Такий пристрій, вмонтований у стійку реєстрації, зможе проінформувати людей, які знаходяться, що купили квиток на рейс, що затримується рейс.

D2D також покликана згладити збої в мережі, які трапляються при напливі абонентів, які намагаються підключитися до однієї і тієї ж базової станції. На даний час розробляється система, яка дозволить використовувати D2D для обслуговування мільйонів людей, що знаходяться на в центральній частині міста під час культурно- масових заходів та свят [5].

В теорії, D2D зможе використовуватися для створення комунікаційних додатків, які перенаправляють інформацію від пристрою до пристрою. Деякі месенджери вже можуть використовувати Wi-Fi або Bluetooth для зв'язку з абонентами, що знаходяться поруч. Але D2D зможе збільшити робочий радіус і розширити можливості таких додатків. Однак, оператори зв'язку зможуть відстежувати, який із пристроїв в їх мережі може використовувати D2D, тому що

ця технологія використовує той же радіочастотний діапазон, що і звичайні стільникові канали зв'язку. Таким чином Оператори зможуть навіть отримати нове джерело доходу, обслуговуючи компанії, які хочуть пропонувати сервіси або функції, які залежать нову технологію.

Радіус дії технології розцінюють в 500 метрів, для передачі даних будуть використовуватися ті-ж частоти що і в оператора, тому в деяких випадках він зможе контролювати роботу послуги, що до речі дасть можливість використовувати її як нове джерело доходу. В принципі, використовуючи прямий зв'язок між сусідніми мобільними пристроями дозволить поліпшити використання спектра, загальну пропускну здатність і ефективність використання енергії. D2D з підтримкою LTE пристрої мають потенціал, щоб стати конкурентоспроможними для резервних мереж громадської безпеки, які повинні функціонувати, коли стільникові мережі не доступні або зазнають невдачі.

D2D мобільні користуються набагато вищі швидкості передачі даних, ніж звичайні стільникові мобільні телефони через малої дальності зв'язку. Стільникові мобільні телефони можуть також скористатися D2D, як D2D може допомогти розвантажити трафік від перевантажених мереж стільникового зв'язку.

За словами розробників, в разі розвитку даної технології, в перспективі можна буде повністю відмовитися від стільникових веж в мегаполісах і густонаселених містах. Рівномірно розмістивши по території населеного пункту ретранслятори, можна добитися не тільки поліпшення рівня сигналу, а й створити сервіс для відправки інформаційних повідомлень в радіусі дії LTE Direct.

Наприклад, проходячи повз ресторанно-готельного комплексу, можна буде отримати повідомлення про кількість вільних номерів і діючі знижки, а також дізнатися про концертній програмі, запланованої на вечір в банкетному залі ресторану. Специфікація LTE Advanced передбачає з періодом 20 секунд невеликі тимчасові слоти тривалістю 64 мс для огляду оточення апарату. Тому

такі накладні витрати не дуже великі для терміналів. Але це дозволяє заощадити потужність батареї на відмову від передачі даних з «хмарних» серверів.

Переваги D2D комунікацій.

Прямий зв'язок між пристроями може забезпечити ряд переваг для користувачів в різних додатках, де пристрої знаходяться в безпосередній близькості:

- швидкість передачі даних: Пристрої можуть бути віддалені від стільникової мережі, а отже, будуть не в змозі підтримувати високу швидкість передачі даних, яка може знадобитися;

- надійний зв'язок. D2D може забезпечити високу надійність зв'язку навіть в при зникненні стільникової мережі наприклад в результаті стихійного лиха;

- обмін миттєвими повідомленнями: у міру того як D2D зв'язок не залежить від мережевої інфраструктури пристрої можуть бути використані для миттєвого зв'язку між безліччю пристроїв. Це особливо відноситься до двостороннього зв'язку тобто можуть бути використані аварійно-рятувальними службами;

- використання ліцензованого спектру: на відміну від Wi-Fi, Bluetooth і т.д., D2D використовує ліцензований спектр, тобто частоти, які використовуватися в меншій мірі схильні до появи перешкод, дозволяючи тим самим більш надійний зв'язок;

- зниження перешкод: не здійснюючи безпосередній зв'язок з базовою станцією, здійснює менше запитів і це впливає на обсяг даних, переданих в межах заданого розподілу спектра. Це зменшує загальний рівень перешкод;

- економія енергії: Використання D2D для зв'язку між пристроями забезпечує економію енергії по цілому ряду причин. Одним з найважливіших напрямків є те, що якщо пристрої знаходяться в безпосередній близькості, то потрібен набагато нижчий рівень потужності передачі.

Очевидно, що D2D є перспективною технологією і, таким чином, відкриває

широкі можливості для операторів стільникового зв'язку. Проте, D2D зв'язок також є складним в тому, що багато технічних проблем повинні бути вирішені перш, ніж вона могла б бути широко прийняті, такі як якість обслуговування (QoS) гарантії, управління перешкод, розподілу каналів, налаштування сеансу зв'язку і управління, модернізація існуючих інфраструктур, економічна модель ціноутворення і т.д.

Таким чином, спілкування з D2D суспільної свідомості є цікавим ще в значній мірі невикористаними область, яка вимагає інтенсивних дослідницьких зусиль як з боку наукових кіл так і промисловості.

1.4 Проблематика організації зв'язку D2D

В ситуаціях коли користувачі знаходяться близько один від одного, в тому числі коли інформація достатньо специфічна для конкретного місця її використання (наприклад у випадку різноманітних служб близького радіусу дії, коли користувач взаємодіє і обмінюється інформацією зі своїм безпосереднім оточенням) доцільно виконувати обмін даними по протоколу D2D, аніж шляхом інфраструктури мережі. Під управлінням мережевого протоколу власне протокол D2D забезпечує локальним службам надійність класу оператора зв'язку оскільки сама мережа може керувати D2D-трафіком. Більше того, D2D-протокол дозволяє використовувати локальну мережу навіть в разі пошкодження мережевої інфраструктури.

D2D комунікації дозволяють пристроям зв'язуватись між собою без маршрутизації даних через мережеву інфраструктуру. Можливі сценарії застосування D2D включають, серед іншого, локальні послуги, коли D2D пристрої, виявляючи близість, взаємодіють між собою.

До числа таких послуг належать соціальні додатки, реалізація яких викликана близькістю викликуваного користувача, реклами, місцевого обміну інформацією. Інша додатки включають в себе підтримку інформаційної безпеки, коли D2D – пристрої забезпечують підключення до локальної мережі (рис.1.3).

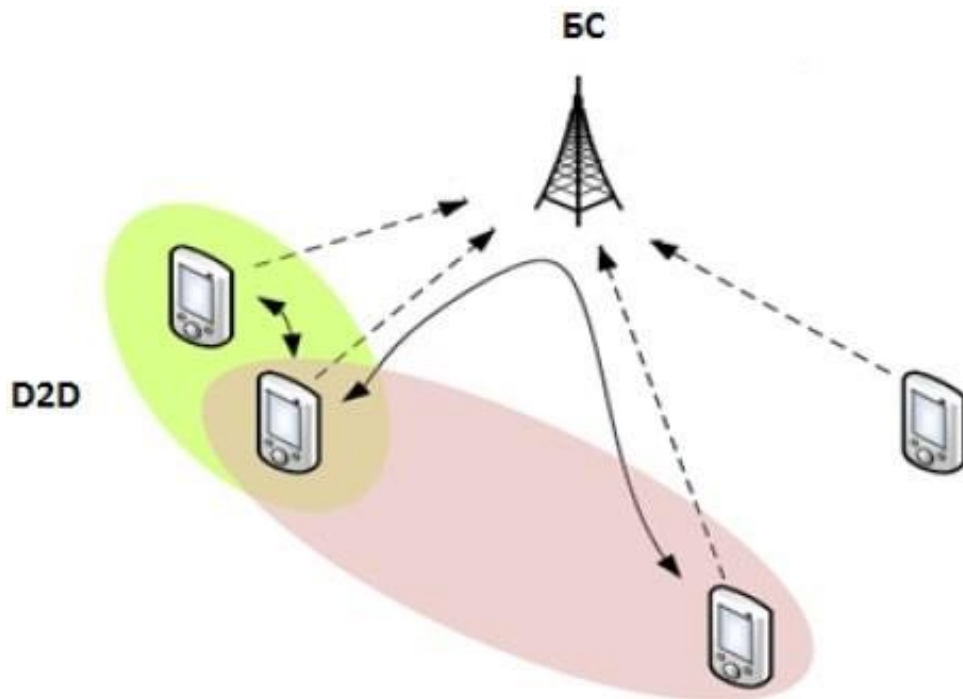


Рисунок 1.3 – D2D-комутація

D2D – комунікації повинні дати можливість користувачам відчутти переваги надщільної мережевої архітектури з точки зору зменшення тривалості затримок, збільшення швидкості передачі даних і скорочення витрат електроенергії. D2D – комунікація дозволяє вирішувати також такі нові завдання в області проектування та безпеки, керування мобільністю та безпекою. Крім того успіх цієї технології в значній мірі залежить від сценаріїв, в яких користувачі які перебувають у безпосередній близькості між собою спілкуються, а також від додатків які будуть розроблені найближчим часом.

Пристрої взаємодіють із базовою станцією через ретрансляцію інформації за допомогою інших пристроїв (рис.1.4). Таким чином можливе досягнення високого рівня QoS. Взаємодія пристрою із ретранслятором характеризується встановленням повного або часткового з'єднання.

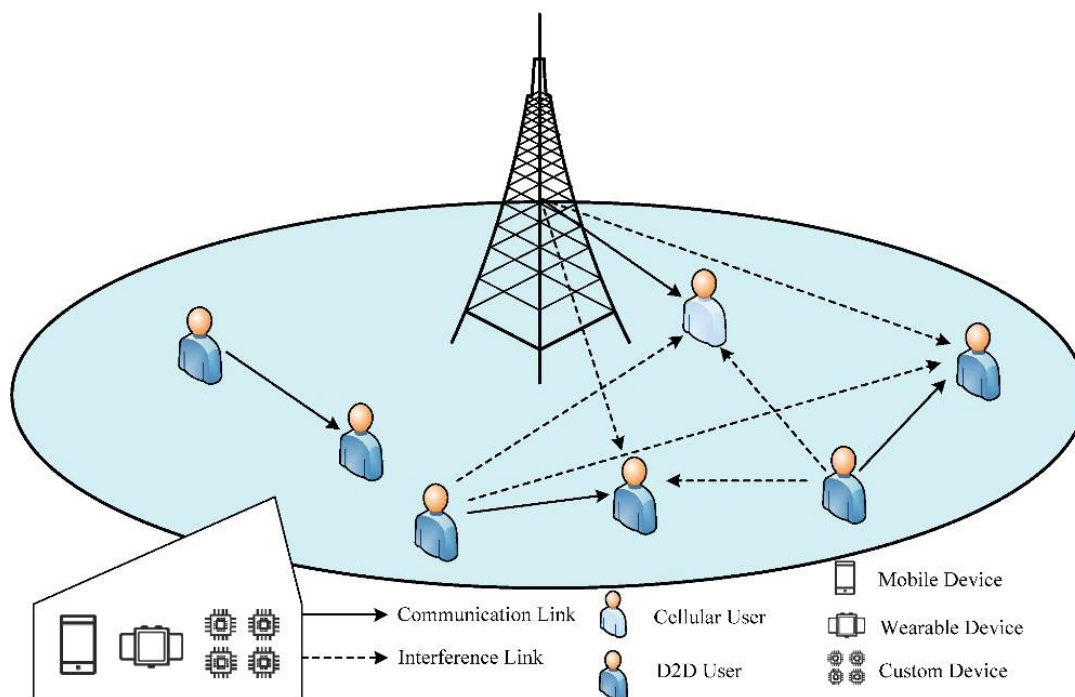


Рисунок 1.4 – Взаємодія пристроїв із базовою станцією через ретрансляцію інформації за допомогою інших пристроїв

Другий тип пристроїв рівня комутації – пристрої DC-OC (рис.1.5). Має місце пряма взаємодія D2D – пристроїв, при якій обмін інформацією між джерелом і адресатом може здійснюватись без участі базової станції, але їх взаємодія контролюється оператором.

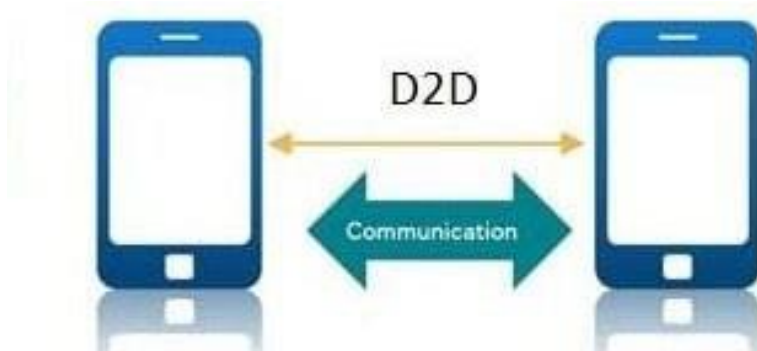


Рисунок 1.5 – Пряма взаємодія D2D-пристроїв.

Третій тип пристроїв рівня комунікації DR-DC (рис.1.6). Пристрої джерела та адресата несуть відповідальність за координацію взаємодії з використання

ретрансляторів, при цьому оператор не бере участь у процесі встановлення взаємодії.



Рисунок 1.6 – Взаємодія джерела сигналу і адресата через пристрої ретрансляції.

Четвертий тип пристроїв рівня комутації – пристрої DC-DC (рис.1.7). В цьому випадку пристрої джерела і споживача мають прямий зв'язок один з одним без будь якого контролю зі сторони оператора. Це означає що пристрої джерела ресурсу і призначення повинні використовувати ресурс таким чином щоб забезпечити обмежений рівень завад для пристроїв одного ж і того самого макрорівня.

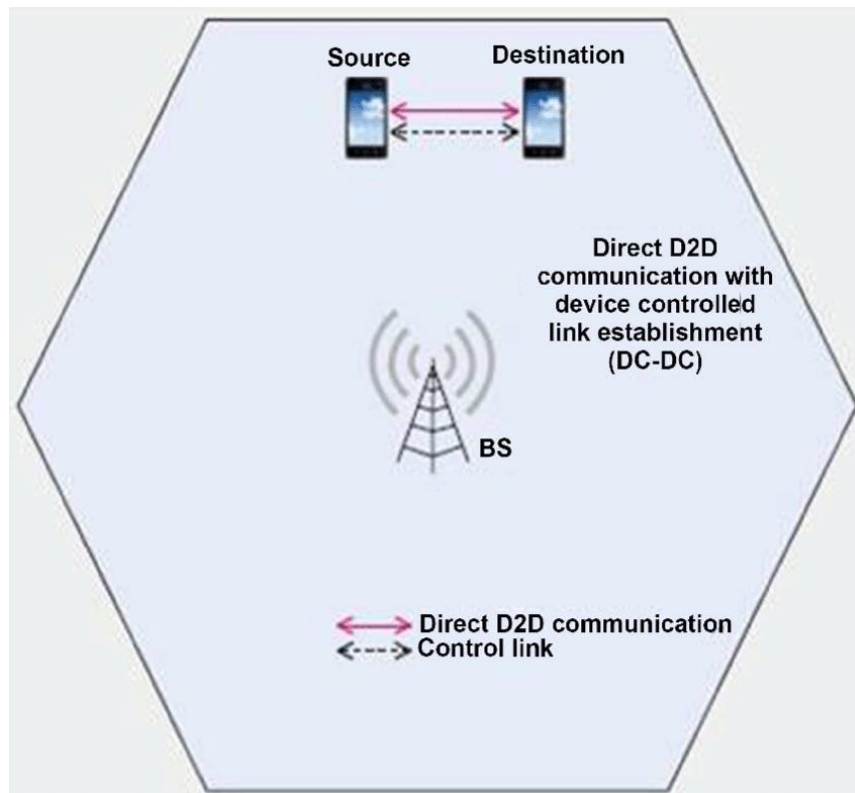


Рисунок 1.7 – Пряма взаємодія D2D-пристроїв по типу DC-DC

Однак при будь-якому із типів взаємодії ваговою проблемою – є проблема безпеки, яка може бути вирішена через список «довірених» пристроїв.

1.5 Порівняння технології D2D з іншими технологіями бездротового зв'язку

Технологія D2D (Device-to-Device) в бездротових мережах передачі даних дозволяє пристроям підключатися одне до одного напряму, без потреби в посередниках, таких як базові станції. Це дозволяє збільшити ефективність мережі, знизити витрати на передачу даних та поліпшити якість обслуговування користувачів.

Давайте порівняємо технологію D2D з іншими технологіями бездротового зв'язку:

1. Wi-Fi: технологія забезпечує бездротовий доступ до Інтернету через мережу точок доступу (AP). У порівнянні з D2D, Wi-Fi має більшу зону покриття

та швидкість передачі даних, але вимагає наявності точок доступу, що робить її менш ефективною для прямого з'єднання між пристроями.

2. Bluetooth: технологія є відомою технологією для бездротового зв'язку між пристроями. В порівнянні з D2D, Bluetooth має коротший діапазон покриття та меншу швидкість передачі даних, але вона енергозберігаюча та забезпечує надійність зв'язку.

3. NFC: (Near Field Communication) технологія дозволяє обмінюватися даними між пристроями на дуже близьких відстанях. NFC має низьку швидкість передачі даних та дуже короткий діапазон покриття, тому вона менш ефективна для з'єднання пристроїв на відстані.

4. 5G: Технологія 5G є найновішою технологією бездротового зв'язку, яка забезпечує велику швидкість передачі даних та низьку затримку. У порівнянні з D2D, 5G забезпечує більшу зону покриття та більшу швидкість передачі даних, але зазвичай використовується для з'єднання з мережею оператора зв'язку, що робить його менш ефективним для прямого з'єднання між пристроями.

5. ZigBee: технологія є бездротовою технологією мережі малих розмірів, яка забезпечує надійний та енергоефективний зв'язок між пристроями. В порівнянні з D2D, ZigBee має менший діапазон покриття та швидкість передачі даних, але забезпечує високу надійність та енергоефективність.

Узагальнюючи, технологія D2D має свої переваги та недоліки в порівнянні з іншими технологіями бездротового зв'язку. Вона є ефективним рішенням для прямого з'єднання пристроїв, зокрема в областях з обмеженою доступністю мережі або коли важлива низька затримка. Однак, у порівнянні з іншими технологіями, D2D може бути менш ефективним для з'єднання на великих відстанях або для передачі великих обсягів даних.

Технологія D2D має широкий потенціал застосування в різних областях, включаючи транспорт, медицину, промисловість та інформаційні технології. Наприклад, в транспорті D2D може використовуватись для покращення безпеки на дорозі, забезпечуючи прямий зв'язок між автомобілями та іншими транспортними засобами, що дозволяє автоматично реагувати на небезпеку на

дорозі. В медицині технологія D2D може використовуватись для моніторингу показників здоров'я пацієнтів та передачі даних безпосередньо між медичними пристроями.

Однією з найбільших переваг технології D2D є її можливість працювати в мережевих умовах з обмеженим доступом до інфраструктури мережі, що робить її корисною для роботи в зоні низької покриття мережі або для використання в мережах, які не підтримують передачу даних між пристроями.

Загалом, технологія D2D є важливою частиною майбутньої бездротової комунікації та мережевої технології. Вона має потенціал для створення нових додатків та рішень, що забезпечують високу ефективність та надійність передачі даних між пристроями, та може відігравати важливу роль в розвитку Інтернету речей (IoT), мобільних мереж та інших пристроїв та систем бездротового зв'язку.

Однак, на сьогоднішній день технологія D2D має деякі обмеження та виклики. Наприклад, одним з основних викликів є забезпечення безпеки та захисту приватності даних при передачі даних між пристроями. Також, існують технічні складнощі з розробкою алгоритмів та протоколів, що дозволяють ефективно керувати мережею пристроїв D2D та запобігати перевантаженню мережі.

Крім того, використання технології D2D може мати вплив на енергоефективність пристроїв та споживання енергії, оскільки вимагає постійної роботи пристроїв для передачі даних. Також, технологія D2D може викликати проблеми з інтерференцією та взаємодією з іншими пристроями, що працюють в тій же частотній діапазоні.

Незважаючи на ці виклики, технологія D2D все ж досить перспективна і активно досліджується в даний час. Вона може стати важливим елементом в розвитку мережевих технологій та додатків, що дозволять пряму комунікацію між пристроями та забезпечують більш ефективну передачу даних.

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

2.1 Розробка логічної структури мережі

При розробці сучасних комп'ютерних мережах неможливо обійтися без логічної структуризації мережі. Найбільш важливою проблемою, що вирішується шляхом логічної структуризації, залишається проблема перерозподілу трафіку, що передається між різними фізичними сегментами мережі. При правильно проведеній логічній структуризації продуктивність мережі суттєво підвищується, адже це дає можливість не простоювати комп'ютерам однієї мережі в той час коли в мережі обмінюються даними робочі станції інших відділів. Крім того логічне розбиття мережі дозволяє оптимізувати пропускну здатність мережі та полегшує контроль за трафіком для адміністратора та встановлення прав доступу відповідно до привілеїв кожного відділу в мережі [6].

Для всіх, хто входить у один і той самий підрозділ підприємства, характерними є схожі функції, а відповідно до цього і вимоги до мережі в таких працівників будуть схожі. І оскільки кожен із підрозділів буде виконувати свої унікальні функції, кожен з них буде використовувати мережу для різних цілей.

Для забезпечення нормальної роботи усіх відділів для кожного з них організуємо власну підмережу та розділимо їх за допомогою віртуальних мереж.

Розподіл на під мережі здійснюватиметься за допомогою технології VLAN, що дозволить нам зробити сегментацію розроблюваної локальної мережі на більш дрібні віртуальні локальні мережі зі своїм широкомовним доменом. VLAN представляє собою групу хостів із загальним набором вимог, що взаємодіють все одно що вони знаходяться в різних мережах, попри їх перебування. Мінусом такої мережі є те що, на відміну від фізичної відділеної мережі, VLAN ділить пропускну здатність.

2.2 Вибір мережевого обладнання

Мережеве обладнання необхідне для управління мережею. Такими пристроями є комутатори, маршрутизатори, сервери та інші.

Правильний вибір мережевого обладнання є важливим етапом при проектуванні мережі, тому що від нього залежить працездатність та управління мережею. Саме через це обладнання здійснюється об'єднання усіх пристроїв мережі у єдину мережеву архітектуру. Мережеве обладнання повинно забезпечувати високу швидкість програм, надійність та ефективність мережі.

Маршрутизатор (роутер) дозволяє поєднувати дві та більше мережі та дозволяє керувати процесом маршрутизації, тобто на основі певних правил приймати рішення про пересилання пакетів мережевого рівня (3 рівень моделі OSI) між різними сегментами мережі [7].

Основна задача маршрутизатора полягає у об'єднанні мереж різних типів, які можуть різнитись за архітектурою та протоколами. Маршрутизатор для відправлення пакетів використовує таблицю маршрутизації, що зберігається у пам'яті. Ця таблиця може створюватись власноруч адміністратором, або складатись самостійно за допомогою засобів динамічної маршрутизації.

Маршрутизатор є одним із головних активних мережевих обладнань, тому з його допомогою можна захистити мережу від зовнішнього втручання, обмежити доступ до певних сегментів мережі, виконувати функцію DHCP-серверу (роздавати IP-адреси), шифрувати трафік та інші.

В своїй роботі для проектування бездротової мережі підприємства я використовував бездротовий маршрутизатор Linksys WRT300N є популярним пристроєм мережевого обладнання, який надає можливість побудувати бездротову локальну мережу зі швидким і надійним підключенням до Інтернету. Основні характеристики та функціональні можливості цього маршрутизатора включають:

1. Стандарти бездротового зв'язку: Маршрутизатор Linksys WRT300N підтримує стандарти бездротового зв'язку, такі як 802.11b/g/n. Це дозволяє підключати бездротові пристрої до мережі з різною швидкістю передачі даних.

2. Швидкість передачі даних: Маршрутизатор підтримує швидкість передачі даних до 300 Мбіт/с, що забезпечує швидку передачу файлів та потокове відео без перерв чи затримок [8].

3. Антени: Linksys WRT300N оснащений внутрішніми антенами, які забезпечують оптимальну покриття бездротової мережі в приміщенні.

4. Безпека: Маршрутизатор підтримує різні методи шифрування, такі як WPA/WPA2, для забезпечення безпеки мережі і захисту від несанкціонованого доступу.

5. Додаткові функції: Linksys WRT300N має ряд додаткових функцій, таких як функція Quality of Service (QoS), яка дозволяє пріоритизувати певний тип трафіку, наприклад, для надання переваги голосовому або відео трафіку. Він також підтримує функцію гостьової мережі, що дозволяє створювати окрему безпечну мережу для гостей, яка не має доступу до основної мережі.

6. Інтерфейс управління: Маршрутизатор має веб-інтерфейс управління, який дозволяє адміністратору налаштовувати і керувати різними параметрами мережі. Інтерфейс управління забезпечує доступ до розділів, таких як налаштування мережі, безпека, функції QoS, адміністрування користувачів та багато інших.

7. Порти: Linksys WRT300N (рис.2.1) має кілька мережевих портів Ethernet, які дозволяють підключати провідні пристрої до мережі. Крім того, він також має порт WAN, який використовується для підключення до зовнішньої мережі Інтернет.

8. Підтримка VPN: Маршрутизатор Linksys WRT300N підтримує можливість створення віртуальної приватної мережі (VPN), що дозволяє забезпечити безпечний доступ до мережі з віддалених місць.

9. Управління пропускною здатністю: Маршрутизатор має можливість керувати пропускною здатністю мережі та розділяти її між підключеними пристроями відповідно до встановлених правил або пріоритетів.

10. Підтримка IPv6: Linksys WRT300N підтримує протокол IPv6, що дозволяє мережі працювати з новою версією протоколу Інтернету.



Рисунок 2.1 – Маршрутизатор Linksys WRT300N

Мережеве обладнання Linksys WRT300N є потужним бездротовим маршрутизатором з розширеними можливостями налаштування, безпеки та управління, що дозволяє побудувати ефективну та надійну бездротову локальну мережу для підприємства або домашнього використання.

Також в проектування локальної мережі я використовував маршрутизатор Cisco 2811 з операційною системою IOS 15, є одним з ключових компонентів сучасних мережевих інфраструктур. Воно використовується для забезпечення комутації трафіку та маршрутизації даних у мережі, а також для забезпечення безпеки та керування мережевими ресурсами.

Маршрутизатор Cisco 2811 (рис.2.2) є середньорозмірним мережевим пристроєм, який працює на базі операційної системи Cisco IOS 15. Цей

маршрутизатор підтримує широкий спектр мережевих протоколів, включаючи IP, IPv6, OSPF, EIGRP, BGP та інші, що дозволяє ефективно маршрутизувати трафік у мережі.



Рисунок 2.2 – Маршрутизатор Cisco 2811 IOS 15

Маршрутизатор Cisco 2811 має різні фізичні та логічні інтерфейси, що дозволяють йому підключатись до різних мережевих пристроїв та забезпечувати передачу даних через різні типи мереж (наприклад, Ethernet, T1/E1, Serial і т.д.). Він також підтримує різні технології бездротового зв'язку, такі як Wi-Fi, що дозволяє підключати бездротові пристрої до мережі.

Операційна система IOS 15, яка використовується на маршрутизаторі Cisco 2811, має багатофункціональний набір функцій та можливостей. Вона надає можливість налаштування мережевих протоколів, контролю трафіку, безпеки мережі, управління мережевими ресурсами, моніторингу та діагностиці мережі. Операційна система IOS 15 також підтримує розширення функціональності шляхом встановлення різних модулів та додаткових програмних засобів.

Застосування маршрутизатора Cisco 2811 з операційною системою IOS 15 є різноманітними. Він може бути використаний як основний маршрутизатор у невеликих та середніх мережах підприємств, де важливо забезпечити ефективну передачу даних із високою надійністю та безпекою.

Основна функція маршрутизатора полягає в маршрутизації пакетів даних між різними мережами. Він приймає пакети даних із джерела, аналізує їх заголовки та вибирає найкращий шлях для їх доставки до призначення. Це дозволяє ефективно передавати дані між комп'ютерами, серверами та іншими мережевими пристроями [9].

Маршрутизатор Cisco 2811 також підтримує різні протоколи маршрутизації, такі як OSPF (Open Shortest Path First), EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) та BGP (Border Gateway Protocol). Це дозволяє налаштувати оптимальний маршрут для кожного пакета даних, що пересилається через мережу.

Окрім маршрутизації, маршрутизатор Cisco 2811 має також вбудовані можливості безпеки мережі. Він підтримує файрвол, що дозволяє контролювати доступ до мережі та фільтрувати трафік на основі правил. Крім того, він підтримує VPN, що дозволяє забезпечити безпечний тунельний зв'язок між віддаленими мережами або користувачами, що працюють з віддалених місць.

Маршрутизатор Cisco 2811 також має розширені можливості керування мережевим трафіком. Він підтримує QoS (Quality of Service), що дозволяє пріоритезувати різні типи трафіку в мережі, забезпечуючи найвищу якість обслуговування для важливих додатків або послуг. Це може бути корисно в ситуаціях, коли в мережі присутні різні типи трафіку, такі як голосовий, відео- або даних-центричний трафік, які вимагають різної пропускну здатності та якості з'єднання.

Крім того, маршрутизатор Cisco 2811 має додаткові можливості, такі як підтримка віртуалізації, що дозволяє створювати віртуальні мережі та розділяти ресурси між ними. Це може бути корисно для створення окремих сегментів мережі для різних відділів або клієнтів, забезпечення їх незалежності та безпеки.

Окрім цього, маршрутизатор Cisco 2811 підтримує різноманітні інтерфейси підключення, такі як Ethernet, T1/E1, Serial, що дозволяє підключати його до різних типів мереж та пристроїв. Це робить його універсальним і гнучким рішенням для побудови мережевої інфраструктури [10].

Основні характеристики маршрутизатора Cisco 2811 з операційною системою IOS 15 представлені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Таблиця характеристики маршрутизатора Cisco 2811

Характеристика	Опис
Модель	Cisco 2811
Операційна система	Cisco IOS 15
Інтерфейси	- 2 порти Ethernet 10/100 Mbps
	- 2 порти USB
	- 1 порт консолі
	- 1 порт для підключення модема
Підтримка протоколів маршрутизації	- IP
	- IPv6
	- OSPF (Open Shortest Path First)
	- EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)
	- BGP (Border Gateway Protocol)
	- RIP (Routing Information Protocol)
	- IS-IS (Intermediate System to Intermediate System)
Безпека	- Firewall (брандмауер)
	- VPN (Virtual Private Network)
	- IPsec (Internet Protocol Security)
	- ACL (Access Control Lists)
Керування мережевим трафіком	QoS (Quality of Service)

Продовження таблиці 2.1

Характеристика	Опис
	- Traffic shaping (формування трафіку)
	- Bandwidth management (управління пропускнуою здатністю)
Розширення	- Можливість додавання модулів для розширення функціональності
Габарити	44,5 см (ширина) x 43,8 см (глибина) x 8,9 см (висота)
Вага	Приблизно 7,7 кг

В проектуванні мережі використовував три комутатори Cisco 2960.

Комутатор Cisco 2960 (рис. 2.3) з операційною системою IOS 15 є мережевим обладнанням, що використовується для комутації даних в локальній комп'ютерній мережі (LAN). Він має ряд характеристик, які забезпечують його ефективну роботу і спрощують керування мережею.

Комутатор Cisco 2960 володіє різноманітністю портів, включаючи порти Ethernet, які дозволяють підключати різні мережеві пристрої. Завдяки підтримці різних протоколів комутації, таких як Ethernet, Fast Ethernet і Gigabit Ethernet, комутатор забезпечує швидкість і надійність передачі даних.

Операційна система IOS 15 надає комутатору широкий набір функціональних можливостей. Вона дозволяє налаштовувати та керувати різними аспектами мережі, включаючи VLAN (Virtual Local Area Network) для створення віртуальних сегментів мережі, а також QoS (Quality of Service) для пріоритезації трафіку залежно від його важливості.

Крім того, комутатор Cisco 2960 забезпечує безпеку мережі. Він підтримує функції, такі як Access Control Lists (ACLs), які дозволяють контролювати доступ до мережевих ресурсів та захищати мережу від несанкціонованого доступу. Комутатор також підтримує функцію Port Security, яка дозволяє обмежувати

кількість підключених пристроїв до портів, що сприяє забезпеченню безпеки мережі.



Рисунок 2.3 – Комутатор Cisco 2960

Загалом, комутатор Cisco 2960 з операційною системою IOS 15 є потужним і надійним мережевим обладнанням, яке забезпечує ефективну комутацію даних у локальній мережі.

Основні характеристики маршрутизатора Cisco 2960 з операційною системою IOS 15 представлені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Таблиця характеристики комутатора Cisco 2960

Характеристика	Опис
Модель	Cisco 2960
Операційна система	Cisco IOS 15
Кількість портів	Залежить від моделі, може бути від 8 до 48 портів
Тип портів	Ethernet (10/100 Mbps або 10/100/1000 Mbps)
Підтримка протоколів	- Ethernet
	- Fast Ethernet
	- Gigabit Ethernet
	- IEEE 802.1Q (VLAN Tagging)
	- IEEE 802.3 (Ethernet)
Функції комутації	- Layer 2 комутація

Продовження таблиці 2.2

Характеристика	Опис
	- VLAN (Virtual Local Area Network)
	- STP (Spanning Tree Protocol)
	- Port Security
	- Link Aggregation (EtherChannel)
	- Quality of Service (QoS)
Безпека мережі	- Access Control Lists (ACLs)
	- DHCP Snooping
	- IP Source Guard
	- Secure Shell (SSH)
	- SNMPv3
	- 802.1X
Фізичні характеристики	Розмір: Залежить від моделі, зазвичай 1U (44,5 мм висота)
	Вага: Залежить від моделі, зазвичай від 3 до 5 кг
Розширення	Можливість додавання додаткових модулів (наприклад, SFP модулів)
Живлення	Внутрішнє живлення (AC або DC)

2.3 Таблиця IP-адресації

Таблиці комутації є важливою складовою мережевих систем і використовуються для визначення шляхів передачі даних в мережі. Вони забезпечують спосіб зберігання та використання інформації про адреси призначення мережевих пристроїв та шляхи, по яких потрібно направляти пакети даних.

Основним завданням таблиці комутації є визначення відповідності між мережевими адресами індивідуальних пристроїв і їхніми фізичними інтерфейсами в мережі. Кожен мережевий пристрій, наприклад, комутатор або маршрутизатор, має свою власну таблицю комутації. Вона містить записи, які вказують, які адреси призначення можуть бути досягнуті через конкретний фізичний порт або інтерфейс.

При отриманні пакета даних, мережевий пристрій перевіряє таблицю комутації, щоб з'ясувати, до якого порту або інтерфейсу потрібно направити пакет. Відповідно до відповідного запису в таблиці комутації, пристрій вирішує, чи має пакет бути надісланий напряму до призначення, чи ж потрібно його переслати на інший пристрій у мережі.

Таблиці комутації постійно оновлюються та коригуються, щоб відображати зміни в мережі. Наприклад, якщо виникає новий шлях або відмовляє пристрій, відповідні записи в таблиці комутації оновлюються для забезпечення належної маршрутизації пакетів.

Загалом, таблиці комутації грають ключову роль у визначенні шляхів передачі даних у мережевій системі, дозволяючи мережевим пристроям ефективно направляти пакети.

Для досягнення ефективною маршрутизації і передачі даних, таблиці комутації співпрацюють з протоколами маршрутизації. Протоколи маршрутизації використовуються для обміну інформацією про стан мережі, визначення оптимальних шляхів та оновлення таблиць комутації в мережевих пристроях.

DHCP – це стандартний протокол прикладного рівня[1], який дозволяє комп'ютерам автоматично отримувати IP-адресу та інші параметри, необхідні для роботи в мережі. Для цього комп'ютер звертається відповідно до DHCP-сервера.

Для PC16-19, Tablet0- Tablet3 і Laptop0- Laptop3 налаштував протокол DHCP, який автоматично роздає IP-адреси. пристроям у вашій мережі. Протокол DHCP

спрощує процес налаштування мережних параметрів, таких як IP-адреси, підмережі та шлюз за замовчуванням.

Згідно адресного розподілу складемо таблиці комутації та маршрутизації для кожного мережевого пристрою (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Таблиця IP-адресації

Пристрої	Порт	IP– адресація	Маска підмережі	Шлюз за замовчуванням
R2811	Fa0/0	10.23.1.1	255.255.255.192	N/A
	Fa0/1	10.23.0.65	255.255.255.192	
	Fa1/0	10.23.0.129	255.255.255.192	
	Fa1/1	192.168.0.1	255.255.255.0	
SW0	Vlan1	10.23.1.2	255.255.255.192	10.23.1.1
SW1	Vlan1	10.23.1.66	255.255.255.192	10.23.0.65
SW2	Vlan1	10.23.1.130	255.255.255.192	10.23.0.129
Wireless R0	LAN	192.168.0.1	255.255.255.0	192.168.1.1
PC0	Fa0/0	10.23.1.3	255.255.255.192	10.23.1.1
PC1	Fa0/0	10.23.1.4	255.255.255.192	10.23.1.1
PC2	Fa0/0	10.23.1.5	255.255.255.192	10.23.1.1
PC3	Fa0/0	10.23.1.6	255.255.255.192	10.23.1.1
PC4	Fa0/0	10.23.1.7	255.255.255.192	10.23.1.1
PC5	Fa0/0	10.23.1.8	255.255.255.192	10.23.1.1
PC6	Fa0/0	10.23.1.9	255.255.255.192	10.23.1.1
PC7	Fa0/0	10.23.1.67	255.255.255.192	10.23.1.65
PC8	Fa0/0	10.23.1.68	255.255.255.192	10.23.1.65
PC9	Fa0/0	10.23.1.69	255.255.255.192	10.23.1.65
PC10	Fa0/0	10.23.1.70	255.255.255.192	10.23.1.65
PC11	Fa0/0	10.23.1.71	255.255.255.192	10.23.1.65
PC12	Fa0/0	10.23.1.131	255.255.255.192	10.23.1.129
PC13	Fa0/0	10.23.1.132	255.255.255.192	10.23.1.129

Продовження таблиці 2.3

Пристрої	Порт	IP– адресація	Маска підмережі	Шлюз за замовчуванням
PC14	Fa0/0	10.23.1.133	255.255.255.192	10.23.1.129
PC15	Fa0/0	10.23.1.134	255.255.255.192	10.23.1.129
PC16	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
PC17	Wireless	.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
PC18	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
PC19	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
Tablet0	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
Tablet1	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
Tablet2	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
Tablet3	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
Laptop0	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
Laptop1	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
Laptop2	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1
Laptop3	Wireless	192.168.0.100-149	255.255.255.0	192.168.0.1

2.4 Рекомендації щодо перевірки працездатності мережі

Після завершення монтажу мережі необхідно перевірити її працездатність для виявлення та усунення можливих недоліків у процесі монтажу та переконання у правильності побудови мережі.

Перш за все, важливо перевірити правильність фізичної частини мережі, зокрема кабелів. При обтисненні кабелю можуть виникати ситуації, коли провідники не обтиснуті до кінця або розташовані неправильно. Такі випадки

можуть призводити до несправностей активного мережевого обладнання. Для перевірки правильності обтиснення кабелю можна скористатись спеціальними тестерами кабелів, зокрема тестерами витої пари. Проілюстрований на (рис. 2.4) тестер MASTECH MS6810 є одним з популярних тестерів витої пари, який здійснює перевірку мережевих кабелів стандартів 10Base-T, EIA/TIA-568A, EIA/TIA-568B, AT&T258A та Token Ring.

Для перевірки кабелю слід виконати такі кроки:

- під'єднати основний блок тестеру до одного кінця кабелю, а виносний блок - до іншого;
- ввімкнути живлення тестера, при цьому миготливий індикатор буде вказувати на роботу пристрою;
- індикатори кабельних пар на виносному блоці будуть послідовно загоратись, зелений колір індикатора вказуватиме на справність витої пари, червоний або відсутність підсвічування свідчатимуть про несправність;
- у разі наявності екрана (STP), можливо також перевірити цілісність екрану, утримуючи кнопку GND, при цьому індикатори кабельних пар, крім індикаторів 3&6 та GND, маючи також підсвічуватись зеленим кольором, що свідчить про непошкодженість екрана.



Рисунок 2.4 – Тестер MASTECH MS6810

Важливим кроком після перевірки фізичної справності кабелів є переконання, що робочі станції підключені до правильних портів активного обладнання. Для полегшення цього процесу рекомендується маркувати кожен кабель та розетку, вказуючи до якої робочої станції вони підключаються. Це дозволить уникнути плутанини під час перевірки та зекономить час. Маркери можуть бути представлені у вигляді спеціальних наліпок або стяжок з маркерами.

Після усунення всіх недоліків та проблем мережі можна стверджувати, що монтаж був успішно завершений, і розпочинати налаштування активного мережевого обладнання.

Фізичне розташування пристроїв у мережі є важливим етапом в процесі її розробки та налагодження. Зображення фізичної структури мережі дозволяє зрозуміти, як пристрої підключені між собою та які комунікаційні шляхи існують у системі (рис. 2.5).

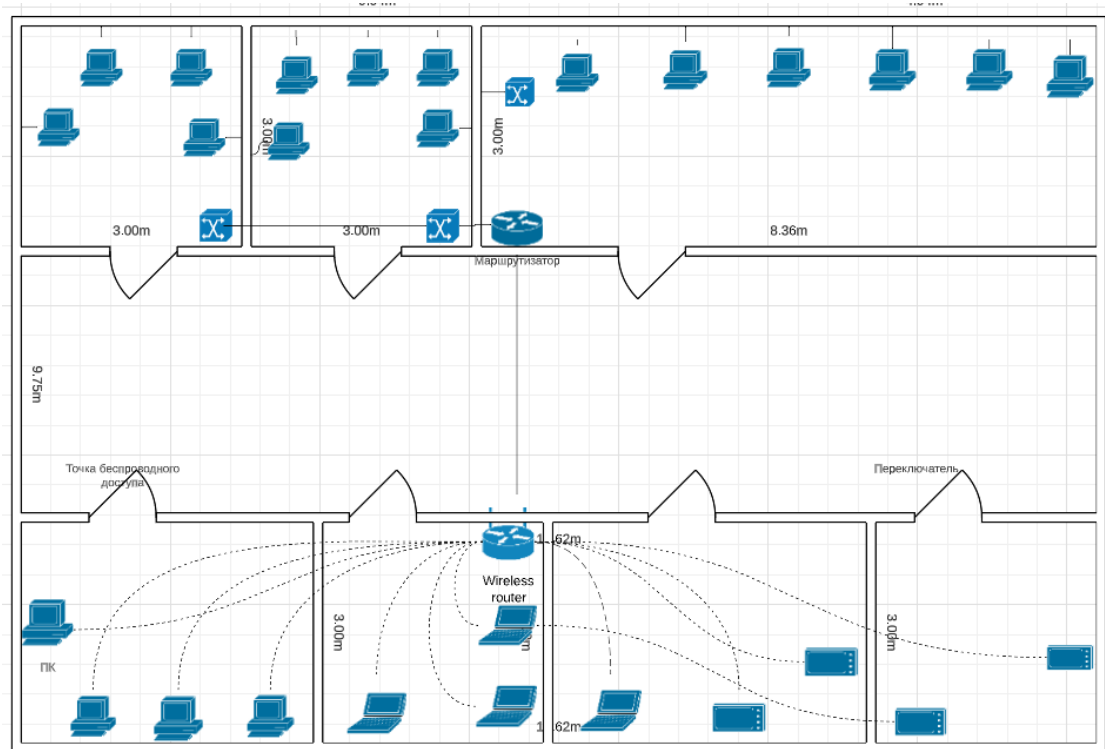


Рисунок 2.5 – Зображення фізичного розташування пристроїв

На зображенні фізичного розташування пристроїв можна побачити наступні елементи:

1. Активне мережеве обладнання: У цьому зображенні використовуються комутатори Cisco Catalyst 2960 та маршрутизатор Cisco 2811. Вони розташовані в різних зонах мережі та виконують різні функції. Комутатори використовуються для забезпечення комутації трафіку між пристроями в одній локальній мережі, а маршрутизатор відповідає за маршрутизацію трафіку між різними мережевими сегментами.

2. Робочі станції: На зображенні показані комп'ютери, які підключені до комутаторів за допомогою мережевих кабелів. Робочі станції можуть бути десктопними комп'ютерами, ноутбуками або іншими мережевими пристроями, що використовуються в підприємстві.

3. Мережеві кабелі: На зображенні видно кабелі, які з'єднують активне мережеве обладнання з робочими станціями. Для забезпечення якісного

з'єднання та передачі даних використовуються стандартні мережеві кабелі, наприклад, кабель витої пари з роз'ємами RJ-45.

4. Роз'єми та порти: На зображенні видно, що мережеве обладнання має роз'єми та порти для підключення кабелів. Наприклад, комутатори мають кілька портів, кожен з яких використовується для підключення окремої робочої станції або іншого мережевого пристрою. Крім того, на маршрутизаторі також можна побачити WAN-порти, призначені для підключення до широкосмугових зовнішніх мереж.

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

3.1 Налаштування активного обладнання

Порядок створення мережі в середовищі Cisco Packet Tracer:

1. Запускаємо програму CiscoPacketTracer
2. Вибираємо компоненти необхідні для побудови мережі. Вони розміщені в лівій нижній частині програми. Для побудови цієї мережі були використані наступні елементи:

- PC;
- Switch 2960;
- Router 2811;
- Wireless router Linksys WRT300N;
- Tablet;
- Laptop.

3. Для можливості підключення до PC і Laptop було необхідного обладнання в нього було встановлено додаткові модулі. А саме WMP300N для додаткових портів Fast Ethernet з можливістю їх налаштування [11].

4. Наступним кроком є з'єднання наших елементів за допомогою відповідних кабелів.

5. Далі потрібно налаштувати кожен комп'ютер, комутатор і маршрутизатор.

6. Для налаштування комп'ютера натискаємо лівою кнопкою миші на комп'ютер і переходимо на вкладку Desktop – IP Configuration і прописуємо IP-Address, SubnetMask та DefaultGateway (рис. 3.1).

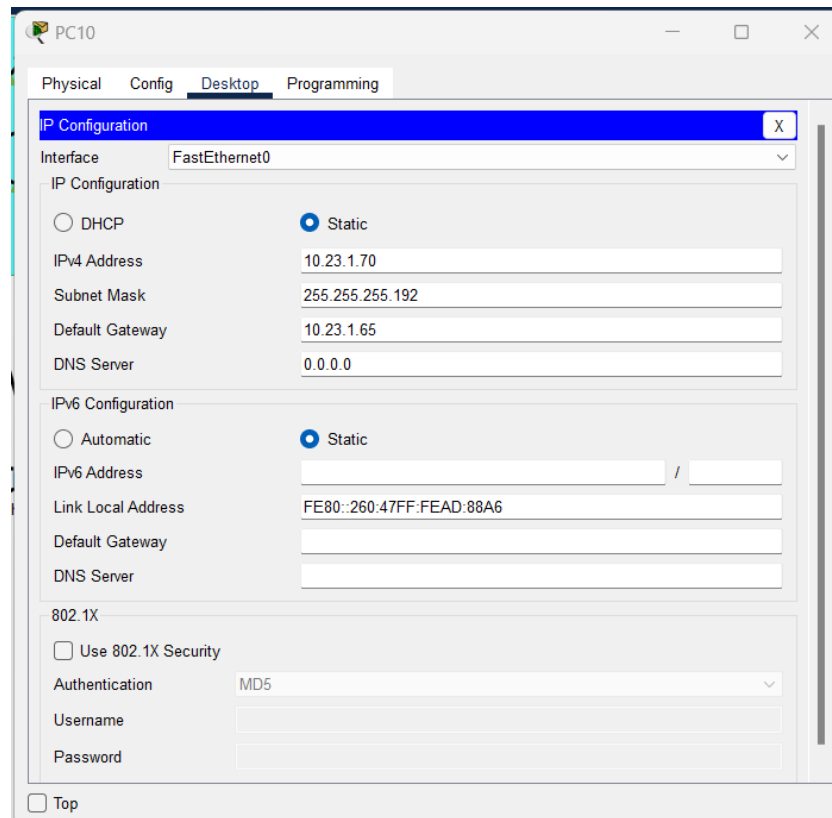


Рисунок 3.1 – Налаштування комп'ютера

7. Для налаштування комутатора натискаємо лівою кнопкою миші на необхідний комутатор і переходимо на вкладку CLI, де вводимо команди налаштування. Призначаємо назву пристрою, встановлюємо пароль привілейованого режиму EXEC захищаємо паролем доступ по консольному підключенню та віртуальним лініям (пароль: cisco321), також ввімкнено захист по SSH, налаштовано IP-адресу віртуального підключення, яка є другою адресою в мережі [12].

8. Наступним кроком є налаштування маршрутизатора. На вкладці CLI окрім подібних налаштувань як в комутатора, прописуємо відповідні портам IP-адреси відповідно до таблиць комутації, та налаштовуємо автоматичну маршрутизацію використовуючи технологію OSPF [13].

9. Налаштування віддаленого доступу

Для здійснення адміністрування та управління локальною мережею в реальному часі на активному обладнанні організовується віддалений доступ. Існує безліч протоколів, за допомогою яких передаються команди

адміністрування та виведення на екран. Серед них Telnet, SSH, Rlogin, SSL та інші. Всі вони відрізняються між собою ступенем захищеності [14].

В розроблюваній мережі для організації віддаленого доступу буде застосовуватись протокол SSH, оскільки він дозволяє шифрувати трафік та потребує парольного доступу.

Налаштування віддаленого доступу здійснюється в декілька етапів:

1. Заходимо в консоль управління маршрутизатора або комутатора.
2. Задаємо ім'я хосту та ім'я домену маршрутизатора або комутатора.
3. Генеруємо ключ для шифрування.
4. Створюємо віртуальні сесії.
5. Дозволяємо використовувати лише протокол ssh.
6. Встановлюємо пароль на з'єднання.

В результаті цих дій отримуємо такий набір команд:

```
Router>enable
Router#config terminal
Router(config)#hostname R0
Router(config)#ip domain-name some-dmn
Router(config)#crypto key generate rsa
Router(config)#line vty 0 4
Router(config-line)#transport input ssh
Router(config-line)#password secret password1
```

Коли ви спочатку під'єднуєтесь до пристрою, ви перебуваєте в користувацькому режимі EXEC. Цей режим захищається за допомогою консолі.

Тепер для доступу до користувацького режиму EXEC з консолі необхідно ввести пароль.

```
Password: cisco321
```

Щоб мати доступ адміністратора до всіх команд IOS, включаючи налаштування пристрою, ви повинні отримати доступ в привілейований режим EXEC. Це найважливіший метод доступу, оскільки він забезпечує повний доступ до пристрою.

Password: class

3.2 Моделювання спроектованої мережі в Cisco Packet Tracer

Також переглянемо налаштування маршрутизатора та відповідність його функціонування за допомогою передачі пакетів(рис. 3.2).

Обмін пакетами між різними пристроями в мережі відбувається шляхом передачі даних через мережеві комунікаційні канали. У процесі обміну пакетами використовуються різні протоколи та технології, такі як Ethernet, IP (Internet Protocol), TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol) та інші.

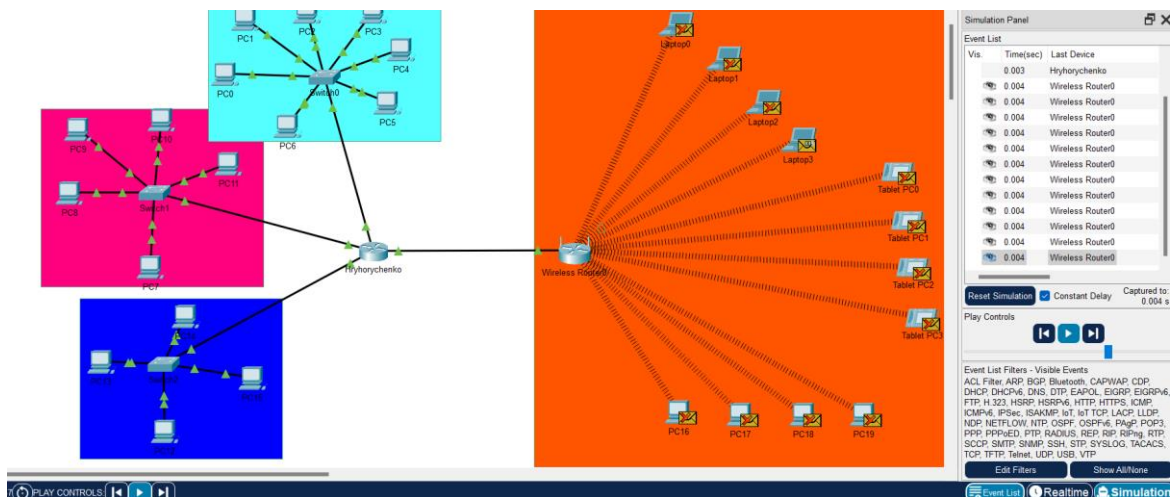


Рисунок 3.2 – Обмін пакетами

Основні кроки обміну пакетами між пристроями мережі на високому рівні можуть бути наступними:

1. Визначення даних для передачі: Першим кроком є визначення даних, які необхідно передати від одного пристрою до іншого. Це можуть бути дані різного типу, наприклад, текстові повідомлення, веб-сторінки, файлові дані тощо.
2. Упакування даних в пакети: Дані передаються у вигляді пакетів. Кожен пакет містить частину даних, контрольну суму, заголовки та іншу необхідну

інформацію. Заголовок пакета може містити адресу призначення, адресу відправника, порт призначення, порт відправника тощо.

3. Маршрутизація пакетів: Після упакування пакетів, вони маршрутизуються через мережеву інфраструктуру. Маршрутизатори або комутатори, що знаходяться на шляху, визначають найкоротший шлях для доставки пакетів від відправника до призначення. Це відбувається шляхом перегляду таблиць комутації, визначення оптимального маршруту та пересилки пакетів через відповідні порти [15].

4. Передача пакетів: Пакети передаються по мережевим каналам з використанням фізичного середовища, такого як мідні чи оптоволоконні кабелі, бездротові з'єднання тощо.

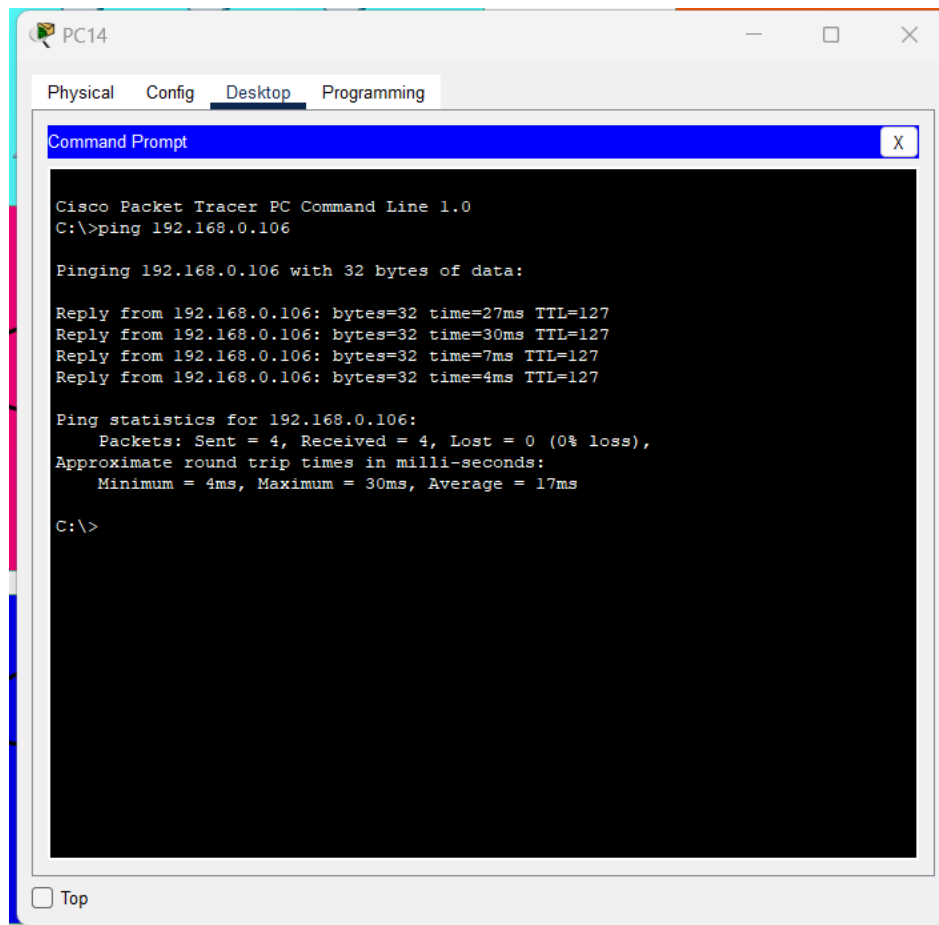
5. Прийом та обробка пакетів: Коли пакет досягає призначеного пристрою, він приймається його мережевим інтерфейсом. Процесор або мережевий контролер пристрою обробляє пакет, перевіряє контрольну суму для забезпечення цілісності даних, розпаковує пакет та отримує доступ до переданих даних.

6. Відправка відповіді (якщо необхідно): Залежно від вимог і протоколів, прийнятий пристрій може відправити відповідь або підтвердження відправнику. Це може бути пакет, що містить результат операції, статус передачі чи будь-яку іншу інформацію, яка необхідна відправнику [16].

7. Обробка поверненого пакета (якщо необхідно): Якщо при передачі пакету сталася помилка або пакет не був успішно доставлений, відправник може отримати повідомлення про помилку або підтвердження про неуспішну доставку. Відправник може повторно надіслати пакет або вжити інших заходів для вирішення проблеми.

Цей процес обміну пакетами відбувається на дуже швидкому рівні в мережі, що дозволяє передавати дані між різними пристроями з великою швидкістю та надійністю. Кожен протокол і технологія має свої особливості та використовується відповідно до вимог конкретної мережі та сценарію використання.

Задля того, щоб переконатися в працездатності та вірності налаштування мережі виконано команду ping з одного комп'ютера до іншого (рис. 3.3).



```
PC14
Physical Config Desktop Programming
Command Prompt
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.0.106

Pinging 192.168.0.106 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.106: bytes=32 time=27ms TTL=127
Reply from 192.168.0.106: bytes=32 time=30ms TTL=127
Reply from 192.168.0.106: bytes=32 time=7ms TTL=127
Reply from 192.168.0.106: bytes=32 time=4ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.0.106:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 4ms, Maximum = 30ms, Average = 17ms

C:\>
```

Рисунок 3.3 – Виконання команди ping

В результаті попередньо описаних дій виконаних до кожного відповідного вузла отримано функціонуючу мережу (рис. 3.4).

Моделювання мережі дозволяє впевнитись у коректності роботи розроблюваної мережі та визначити і усунути недоліки мережі. В якості програмного забезпечення для моделювання роботи комп'ютерної мережі застосовується продукт компанії Cisco Packet Tracer. Даний додаток дозволяє симулювати роботу активних мережевих обладнань фірми Cisco, але є можливість вибору іншого обладнання за допомогою узагальнених (generic) компонентів.

Модель розроблюваної мережі представлена на (рис. 3.4).

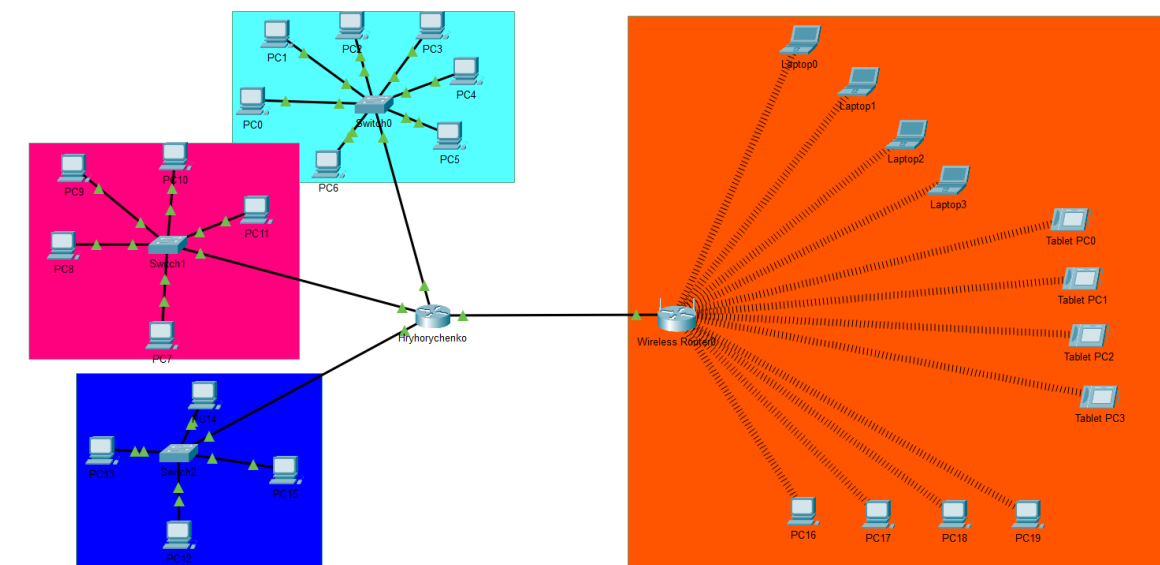


Рисунок 3.4 – Модель комп'ютерної мережі

Спроектована повністю готова бездротова мережа, в проекті були використані сучасні технології та протоколи бездротового зв'язку, зокрема Wi-Fi (802.11), для забезпечення надійності та ефективності мережі. Також були застосовані методи захисту та шифрування, щоб забезпечити безпеку передачі даних.

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було створено бездротову локальну мережу з 20 комп'ютерами, 2 маршрутизаторами, 4 планшетами, 4 ноутбуками та 3 комутатором. Метою дослідження було розроблення та реалізація бездротову локальну мережу підприємства, що забезпечує сполучення між різними пристроями та співробітниками.

Під час створення першого розділу кваліфікаційної роботи було дане комплексне розуміння аналізу існуючих методів та технологій проектування комп'ютерної мережі. Були порівнянні принципи роботи та застосування технології D2D. Також, було порівняння технології D2D з іншими технологіями бездротового зв'язку.

Під час виконання наступного розділу кваліфікаційної роботи було вибрано оптимальну конфігурацію мережевого обладнання для заданих вимог та потреб користувачів. Крім того, були враховані такі фактори, як кількість пристроїв, розміщення мережі, безпека даних і швидкість передачі. На основі аналізу цих факторів було підібрано відповідні мережеві пристрої, такі як маршрутизатори, комутатори, що забезпечують оптимальну продуктивність та ефективність мережі. Такий підхід дозволяє забезпечити надійне та оптимальне функціонування мережі з урахуванням специфіки вимог та потреб користувачів.

Також в ході розробки було успішно виконано моделювання спроектованої мережі за допомогою програмного забезпечення Cisco Packet Tracer. Цей інструмент дозволив нам симулювати роботу активного мережевого обладнання та перевірити коректність роботи мережі перед її реалізацією. Використання Cisco Packet Tracer надало можливість перевірити сумісність та ефективність мережі.

Отже, в результаті виконання кваліфікаційної роботи успішно розроблена бездротова локальна мережа підприємства з використанням технології D2D.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В.А. Данілова , В.В. Шликов телемедицина та комп'ютерні мережі: лабораторний практикум у CISCO PACKET TRACER (2021).
2. Є. таненбаум, Д Уззеролл “Комп'ютерні мережі”(2019).
3. Куннеді Кларк, Кевин Гамільтон “Принципи комутації в локальних мережах Cisco”).
4. О. С. Городецька, В. А. Гикавий, О. В. Онищук. Вінниця Комп'ютерні мережі : навчальний посібник (2018).
5. Тод. Леммла, CCNA Rouning and Switching Complete Study Guide Exam 100-125, 2nd Edition-2019).
6. В. Олифер, Н. Олифер. Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи. Підручник для вузів (2020).
7. Поняття про комп'ютерні мережі URL: <https://kppk.com.ua/ELLIB/ebook/Gorbenko/IKT/13/13.htm> (дата звернення 16.03.2023).
8. Топологія комп'ютерних мереж URL: <http://nickshevtsov.blogspot.com/2017/10/blog-post.html> (дата звернення 18.03.2023).
9. Мережева модель OSI URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%B2%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_OSI (дата звернення 20.03.2023).
10. Мережевий комутатор URL: https://www.wiki.uk-ua.nina.az/%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80.html (дата звернення 10.04.2023).
11. Маршрутизатор URL: <http://reg.fizmat.tnpu.edu.ua/index.php/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80> (дата звернення 12.04.2023).

12. Методика розрахунку мережі URL: https://vuzlit.com/789788/metodika_rozrahunku_merezhi (дата звернення 14.04.2023).
13. Комп'ютерні мережі URL: https://it.nmu.org.ua/ua/scientific_method_materials/files_method_materials/CD1013.pdf (дата звернення 15.04.2023).
14. Маска підмережі URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0_%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D1%96 (дата звернення 20.04.2023).
15. Структура мережевого програмного забезпечення URL: <https://infopedia.su/4x3f35.html> (дата звернення 21.04.2023)
16. Проектування інфокомунікаційних мереж URL: https://dut.edu.ua/uploads/1_638_65013915.pdf (дата звернення 25.04.2023).