

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ комп'ютерної інженерії та управління _____

Кафедра _____ електронних обчислювальних машин _____

Рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____

Спеціальність _____ 123 «Комп'ютерна інженерія» _____
(код і повна назва)

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

Освітня програма _____ Комп'ютерна інженерія _____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві _____ Цехмістру Данилі Дмитровичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Комп'ютерна мережа медичної організації «Спектр» _____

затверджена наказом по університету від “ 26 ” травня 2025 р. № 424 Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії _____ 16 червня 2025 р.

3. Вхідні дані до роботи _____

1. Розробка комп'ютерної мережі установи _____

2. Опис організаційної структури установи _____

3. Вимоги до швидкості передачі інформації в мережі _____

4. Перелік використаних програмних засобів: ОС Windows 10 _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі _____

1. Аналіз стану проблеми _____

2. Огляд сучасних та майбутніх технологій передачі даних _____

3. Огляд сучасних та майбутніх тенденцій побудови корпоративних мереж _____

4. Розробка загальної структури мережі установи _____

5. Аналіз та вибір апаратних засобів реалізації _____

6. Висновки _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій 15 слайдів

6. Консультанти розділів роботи (заповнюється за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Строк / терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз сучасного стану проблеми та методів її вирішення	26.05.24-30.05.24	
2	Аналіз роботи установи	31.05.24-04.06.24	
3	Розробка структури корпоративної мережі установи	05.06.24-06.06.24	
4	Вибір апаратних засобів реалізації мережі	07.06.24-09.06.24	
5	Оформлення матеріалів кваліфікаційної роботи	10.06.24-11.08.24	
6	Подання кваліфікаційної роботи керівникові та її попередній захист	12.06.24	
7	Подання кваліфікаційної роботи на рецензування	16.06.24	

Дата видачі завдання “ 26 ” травня 2025 р.

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

ст. викл. Станіслав ПАРТИКА
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 63 с., 22 рис., 1 дод.,
8 джерел.

GIGABIT ETHERNET, ЛОКАЛЬНА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МЕРЕЖА,
СТРУКТУРИЗОВАНА КАБЕЛЬНА СИСТЕМА, СЕРВЕР,
МАРШРУТИЗАТОР, КІНЦЕВИЙ ПРИСТРІЙ, КОМУТАТОР,
КОРПОРАТИВНА КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА

Метою кваліфікаційної роботи є розробка комп'ютерної мережі організації. Проведено аналіз специфіки установи, її структури і розташування. Сформульовано вимоги до проектованої мережі. Здійснено вибір базової топології мережі і технології передачі даних. Розроблені структурна і функціональна схеми мережі підприємства.

Предмет розробки – сучасні корпоративні мережі, задачі, які ними реалізовані, потреби корпоративних користувачів, обладнання, яке використовується при побудові активної та пасивної складових мереж передачі даних.

ABSTRACT

Bachelor's thesis: 63 pages, 22 figures, 1 appendices, 8 sources.

LOCAL COMPUTER NETWORK, STRUCTURED CABLE SYSTEM, SERVER, ROUTER, END DEVICE, SWITCH, GIGABIT ETHERNET, CORPORATE COMPUTER NETWORK

The purpose of the qualification work is the development of the organization's computer network. An analysis of the specifics of the institution, its structure and location was carried out. The requirements for the projected network are formulated. The basic network topology and data transmission technology have been selected. The structural and functional schemes of the enterprise network have been developed.

The subject of the development is modern corporate networks, the tasks implemented by them, the needs of corporate users, the equipment used in the construction of active and passive components of data transmission networks.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	8
ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ	10
1.1 Поняття локальної обчислювальної мережі (ЛВС)	10
1.2 Класифікація ЛВС	11
1.2.1 Конфігурація ЛОМ.....	12
1.2.2 Серверне забезпечення ЛОМ.....	13
1.3 Топологія ЛОМ	14
2 МЕРЕЖЕВЕ ОБЛАДНАННЯ ТА СТАНДАРТИ ETHERNET	22
2.1 Мережеве обладнання.....	22
2.2 Різновиди Ethernet.....	25
3 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	32
3.1 Аналіз вихідних даних.....	32
3.1 Експлікація об'єкту.....	33
4 ОПИС ПРОПОНОВАНОГО ПРОЕКТНОГО РІШЕННЯ	38
4.1 Основні концепції	38
4.2 Опис схеми організації зв'язку ЛОМ.....	39
4.3 Логична схема мережі.....	44
4.4 Вибір обладнання	45
4.4.1 Комутатор ядра.....	45
4.4.2 Комутаторі рівня агрегації	46
4.4.3 Комутатори робочих груп	47
4.4.4 Маршрутизатор	49
4.4.5 Мережеве сховище.....	50
4.4.6 Серверна ферма	51
4.5 Організація підземного прокладання кабелю	52
ВИСНОВКИ.....	53

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	54
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	55

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

IP – інформаційні розетки

ЛОМ – локальна обчислювальна мережа

СКС – структурована кабельна система

ТЗ – технічне завдання

DHCP – протокол динамічного налаштування вузла (англ., Dynamic Host Configuration Protocol)

FTP – протокол передачі файлів (англ., File Transfer Protocol)

IEEE – інститут інженерів з електротехніки та електроніки (англ., Institute of Electrical and Electronic Engineers)

ICMP – протокол керуючих повідомлень в мережі Інтернет (англ., Internet Control Message Protocol)

IP – Інтернет-протокол міжмережевого обміну даних (англ., Internet Protocol)

LAN – локальна обчислювальна мережа (англ., Local Area Network)

OSI – взаємодія відкритих систем (англ., Open System Interconnection)

TCP – протокол управління передачею (англ., Transmission Control Protocol)

UDP – протокол передачі даних користувача (англ., User Datagram Protocol)

VLAN – віртуальна локальна мережа (англ., Virtual Local Area Network)

ВСТУП

У сучасному інформаційному суспільстві комп'ютерні мережі стали невід'ємною складовою не лише повсякденного життя, а й основою ефективного функціонування організацій. Якщо раніше комп'ютер розглядався переважно як автономний пристрій для виконання обчислювальних завдань, то сьогодні його можливості значною мірою визначаються здатністю до мережевої взаємодії.

Завдяки підключенню до локальних та глобальних мереж користувачі отримують доступ до спільних ресурсів, баз даних, периферійного обладнання та сервісів, що значно розширює функціональність обчислювальних систем. Об'єднання комп'ютерів у єдину мережу також дозволяє здійснювати розподіл обчислювального навантаження, забезпечуючи підвищену продуктивність та ефективне використання наявних ресурсів.

Щоб така взаємодія була можливою, довелося вирішити ряд складних технічних і організаційних питань. Це стосувалося створення правил доступу до спільних ресурсів, стандартизації мережевих протоколів, а також забезпечення надійного захисту даних. У процесі розвитку комп'ютерних мереж було створено спеціалізоване обладнання, розроблено операційні системи, здатні працювати в мережевому середовищі, та програмне забезпечення, яке обслуговує як сервери, так і робочі комп'ютери.

У сучасних умовах важко уявити собі підприємство, де не застосовуються персональні комп'ютери. Навіть у невеликих організаціях виникає потреба в локальній мережі, яка забезпечує злагоджену роботу техніки, стабільність у доступі до інформації, збереження конфіденційних даних і загальну ефективність робочих процесів.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ

1.1 Поняття локальної обчислювальної мережі (ЛВС)

Локальні обчислювальні мережі (ЛВС) становлять собою об'єднання комп'ютерів, розміщених у межах обмеженої території, з метою забезпечення спільного доступу до даних і ресурсів, а також для організації колективної обробки інформації.

Їх основною особливістю є обмежена географічна протяжність, що дозволяє ефективно використовувати наявні технічні засоби для обміну інформацією між різними пристроями. У міжнародній практиці, зокрема за визначенням спеціалізованого комітету IEEE802, локальні мережі відрізняються від інших видів мереж саме тим, що охоплюють відносно невелику площу – як правило, одну будівлю або кілька розташованих поруч споруд. Вони підтримують передачу даних на високих швидкостях при мінімальній кількості помилок.

В рамках таких мереж можуть функціонувати сотні комп'ютерів, підключених різними способами в залежності від обраної топології, проте довжина мережевих з'єднань зазвичай не перевищує кількох кілометрів. ЛВС можуть бути організовані за допомогою різних технологій, але незалежно від цього ключовим показником їхньої ефективності залишається швидкість передачі інформації.

В ідеальному випадку користувач не повинен відчувати різниці між доступом до файлів, що зберігаються локально, і тими, які надходять через мережу.

Для досягнення такого рівня продуктивності необхідно забезпечити швидкість передавання даних не менше 1–10 Мбіт/с, а іноді – значно більше. На сучасному етапі розвитку комп'ютерних технологій спостерігається тенденція до інтеграції окремих локальних мереж у більш складні

корпоративні структури. Це дозволяє об'єднувати різноманітні інформаційні ресурси підприємства в єдину систему, яка підтримує взаємодію між усіма підрозділами організації, незалежно від їхнього географічного розміщення.

1.2 Класифікація ЛВС

Локальні обчислювальні мережі поділяються на різні типи відповідно до певних характеристик, що визначають їхню структуру, спосіб керування, масштаб дії та механізм взаємодії між пристроями.

Однією з таких характеристик є топологія, тобто фізична або логічна схема з'єднання між окремими вузлами мережі. Вона визначає, як саме розташовані комп'ютери відносно один одного і яким чином передаються дані.

Найпоширенішими варіантами є «шина», «зірка», «кільце» або комбінація цих схем. Наприклад, при «шинній» топології всі вузли підключені до одного каналу передачі, тоді як у топології «зірки» кожен вузол під'єднується до центрального елемента – хаба або комутатора. Деякі мережі також поєднують фізичну організацію типу «зірки» з логікою передачі даних у формі «кільця», як у випадку Token Ring.

Ще однією підставою для класифікації є протяжність мережі, що визначається відстанями між її вузлами. У цьому контексті розрізняють локальні, регіональні та глобальні мережі.

Локальні мережі охоплюють невелику територію, наприклад офіс чи будівлю, і є найпоширенішим типом для корпоративного використання. Регіональні мережі створюються для з'єднання кількох локальних мереж у межах одного міста чи району, використовуючи при цьому методи організації, притаманні глобальним системам.

У свою чергу, глобальні мережі дозволяють поєднувати вузли, що можуть знаходитися на значних географічних відстанях, наприклад у різних країнах чи навіть континентах.

Також локальні мережі класифікують за способом організації керування. Існує модель клієнт-сервер, де роль основного елемента виконує спеціальний комп'ютер або група комп'ютерів – серверів, які обслуговують інші вузли (клієнти) і надають їм доступ до ресурсів. Інша модель – однорангова, в якій усі пристрої рівноправні, можуть обмінюватися даними без централізованого контролю, та одночасно виконувати функції як клієнта, так і сервера.

Ще одним параметром класифікації є метод доступу до каналу передачі. Йдеться про спосіб, яким комп'ютери визначають, коли і як їм передавати дані. Випадкові методи, зокрема CSMA/CD, дозволяють вузлам самостійно визначати момент передачі, при цьому контролюючи наявність сигналу в каналі, щоб уникнути зіткнень. Детерміновані методи, як-от маркерні, передбачають суворий порядок доступу: лише вузол, що отримав спеціальний цифровий об'єкт – маркер, має право надсилати дані.

1.2.1 Конфігурація ЛОМ

Локальні обчислювальні мережі можуть відрізнитися за способом адміністративної організації. За цим критерієм їх поділяють на два основні типи: мережі з централізованим управлінням та мережі з децентралізованим керуванням.

У першому випадку вся координація дій та взаємодії між вузлами здійснюється через один або кілька спеціалізованих комп'ютерів, які виконують функції серверів. Решта комп'ютерів у такій мережі виступають як клієнти або робочі станції. Ці мережі зазвичай називають ієрархічними через наявність чіткої структури керування.

У децентралізованих мережах відсутній єдиний керуючий центр. Всі вузли вважаються рівноправними – вони можуть як запитувати ресурси, так і надавати їх іншим користувачам. Такі мережі називаються одноранговими або однорівневими.

Централізовані мережі передбачають наявність серверів, які є потужними комп'ютерами з високою швидкістю обробки даних та великим обсягом пам'яті. Вони забезпечують зберігання спільних даних, організують доступ до них і обслуговують клієнтські запити. Робочі станції або клієнти – це звичайні комп'ютери користувачів, які звертаються до серверів для отримання даних або виконання певних операцій.

Фізичне розміщення комп'ютерів у мережі та спосіб їх з'єднання утворюють її фізичну топологію. Вона описує геометричну форму мережі, тобто як саме прокладені лінії зв'язку між вузлами. Окрім фізичної, існує також логічна топологія, яка визначає схему передавання даних і маршрути їх руху між пристроями. Логічна та фізична топології можуть відрізнятися між собою – фізична описує зовнішню побудову, а логічна – принцип взаємодії всередині.

1.2.2 Серверне забезпечення ЛОМ

У локальних мережах із централізованою структурою управління центральну роль відіграє сервер. Він виконує основні мережеві функції, включаючи зберігання інформації, обробку запитів клієнтів та координацію доступу до ресурсів. Сервер приймає запити від клієнтів, наприклад на отримання певного файлу, виконання пошуку або надсилання даних на друк, і повертає результати обробки. У багатьох випадках обробка даних може виконуватися безпосередньо на сервері, що дозволяє зменшити навантаження на клієнтські машини.

Залежно від характеру обробки інформації, сервери поділяються на ті, що працюють за принципом «файл-сервер», та на сервери додатків. У першому випадку сервер відповідає лише за збереження та передачу файлів. У другому – він також виконує обчислення або обробку даних перед передачею результатів клієнтам. Такий підхід дозволяє оптимізувати використання мережевих ресурсів і підвищити ефективність.

Архітектура «клієнт-сервер» передбачає чітке розмежування обов'язків між клієнтом і сервером. Залежно від того, на якій стороні розміщене прикладне програмне забезпечення, розрізняють системи з так званим «товстим» або «тонким» клієнтом. У випадку «товстого» клієнта всі прикладні програми встановлені безпосередньо на клієнтській машині, яка лише звертається до серверу за даними. У «тонкого» клієнта майже всі програмні засоби розміщуються на сервері, а клієнт лише відображає результати обробки.

Сервери, які надають лише файловий доступ, називаються файл-серверами, а ті, що обробляють інформацію, – серверами додатків. Вибір між цими підходами залежить від потреб користувачів і можливостей мережі.

Серверні локальні мережі мають низку переваг. Вони дозволяють об'єднувати велику кількість користувачів без зниження ефективності, забезпечують централізоване керування і мають високий рівень захисту даних.

Проте слід враховувати, що їх створення потребує значних фінансових витрат, адже сервери повинні мати потужне апаратне забезпечення. Крім того, вся система залежить від надійності роботи сервера – у разі його збою вся мережа може зазнати труднощів. Певним недоліком можна вважати і меншу гнучкість порівняно з одноранговими мережами.

Серверні локальні мережі знайшли широке застосування в організаціях і підприємствах. Прикладами мережевих операційних систем, що використовуються для їх реалізації, є LAN Manager від Microsoft, Token Ring від IBM та NetWare від компанії Novell.

1.3 Топологія ЛОМ

Топологією локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) називають спосіб фізичного або логічного з'єднання комп'ютерів у межах мережі. Вона визначає, як саме комп'ютери підключаються один до одного за допомогою

кабелів і спеціального мережевого обладнання, а також як відбувається передача даних між ними. Розрізняють два типи топологій: фізичну та логічну. Фізична топологія описує реальне, геометричне розташування з'єднань і вузлів мережі, тоді як логічна характеризує маршрути і принципи передавання інформації, незалежно від фактичного кабельного прокладання.

Вибір топології ЛОМ визначається низкою чинників. Серед головних слід зазначити тип кабельної системи, яка планується до використання, особливості планування приміщення чи будівлі, де розміщена мережа, методи виявлення і локалізації несправностей у разі збоїв, а також загальну вартість розгортання і обслуговування мережевої інфраструктури.

Вибір топології ЛОМ залежить від багатьох факторів, основними з яких є:

- тип використовуваного кабелю;
- структура та розміри офісу;
- спосіб діагностики несправностей;
- вартість інсталяції.

Основними типами топологій є:

- із загальною «шиною»;
- «зірка»;
- «кільце»;
- змішана чи розподілена зірка.



Рисунок 1.1 – Топологія «Загальна шина»

Фізична топологія типу «загальна шина» підходить для невеликих локальних мереж, які обслуговують обмежену територію. Такий підхід є досить простим у реалізації, однак має суттєві обмеження в продуктивності

та надійності. Основним недоліком є те, що вихід з ладу будь-якого відрізка кабелю може призвести до збоїв у роботі всієї мережі. Через це в сучасних мережевих стандартах топологія «шина» вважається морально застарілою та практично не використовується.

У подібній структурі застосовується лінійний єдиний канал зв'язку – зазвичай це коаксіальний кабель. На його обох кінцях розміщуються спеціальні пристрої – термінатори, які поглинають сигнал, що досягає кінця кабелю, і тим самим запобігають його відбиттю назад. Кожен комп'ютер підключається до цієї шини через T-подібний роз'єм, який забезпечує паралельне з'єднання з основною магістраллю.

Передача інформації в цій топології відбувається одночасно в обидві сторони від джерела, а всі вузли мережі отримують однаковий сигнал. Однак лише той вузол, якому призначено конкретні дані, приймає їх, інші – ігнорують.

Завдяки такому принципу одночасного розповсюдження сигналів шина вважається логічною ширококомовною топологією. І фізична, і логічна структура в цьому випадку збігаються, що характерно для мереж Ethernet, побудованих на коаксіальних кабелях стандартів 10Base-5 (товстий кабель) та 10Base-2 (тонкий кабель).

Переваги мереж шинної топології:

- відмова одного з вузлів не впливає на роботу мережі загалом;
- мережу легко налаштовувати та конфігурувати;
- мережа стійка до несправностей окремих вузлів.

Недоліки мереж шинної топології:

- розрив кабелю може вплинути на роботу всієї мережі;
- обмежена довжина кабелю та кількість робочих станцій;
- важко визначити дефекти з'єднань.

У мережах, побудованих за топологією типу «зірка», кожен комп'ютер підключається окремим кабелем, зазвичай витою парою, до центрального пристрою – концентратора або хаба (hub).

Цей концентратор слугує вузлом, що забезпечує паралельне з'єднання всіх комп'ютерів у мережі, завдяки чому кожен ПК може взаємодіяти з іншими.

При передачі даних передавальна станція відсилає інформацію через хаб, який одночасно передає сигнал усім підключеним лініям зв'язку. Хоча всі робочі станції отримують дані, приймають їх лише ті, для кого вони призначені.

В фізичному плані передача відбувається за структурою «зірка», де кожен комп'ютер має власне підключення, але за логікою ця мережа функціонує як шина, оскільки сигнали розповсюджуються одночасно на всі вузли.

Таке поєднання фізичної топології «зірка» з логічною топологією «шина» характерне для локальних мереж архітектури Ethernet зі стандартом 10Base-T.

Головною перевагою цієї топології є її підвищена надійність. Навіть якщо відбудеться обрив кабелю, що з'єднує окрему робочу станцію з концентратором, інші комп'ютери мережі залишаться працездатними. Максимальна швидкість передачі даних у такій мережі залежить переважно від характеристик використовуваного кабелю та можливостей центрального активного обладнання.

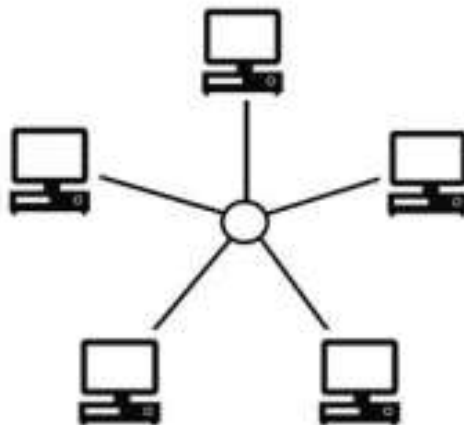


Рисунок 1.2 – Топологія «зірка»

Переваги мереж топології «зірка»:

- легко підключити новий ПК;
- є можливість централізованого управління;
- мережа стійка до несправностей окремих ПК та до розривів з'єднання окремих ПК.

Недоліки мереж топології «зірка»:

- відмова хаба впливає на роботу всієї мережі;
- велика витрата кабелю.

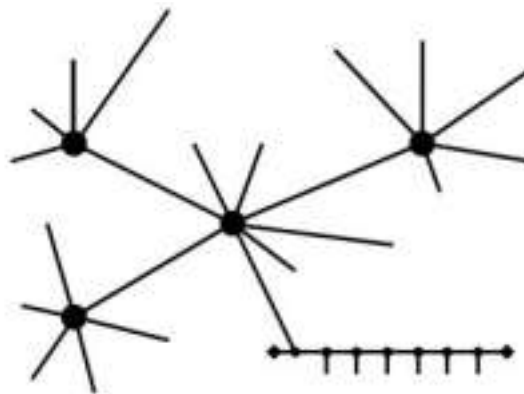


Рисунок 1.3 – Топологія «змішана зірка»

У випадках, коли локальна мережа охоплює велику територію або включає велику кількість комп'ютерів, одного активного центрального пристрою, наприклад концентратора чи хаба, часто буває недостатньо для ефективного зв'язку. У таких ситуаціях застосовують так звану фізичну топологію «змішана зірка». Вона передбачає побудову мережі з кількох підмереж, кожна з яких організована за принципом зірки, але всі вони з'єднані між собою, утворюючи більш складну, комбіновану структуру. Така конфігурація дозволяє збільшити масштаб мережі і покращити її надійність.

У мережах, побудованих за топологією «кільце», усі комп'ютери або вузли підключені послідовно один до одного, утворюючи замкнуту ланцюгову структуру. Це «кільце» не обов'язково має бути ідеально круглим, але важливо, що воно є замкнутим і неперервним, тобто кожен вузол має двох сусідів – попередній і наступний.

Передача даних відбувається по цьому кільцю у певному напрямку, що забезпечує послідовне проходження інформації через кожен вузол мережі.

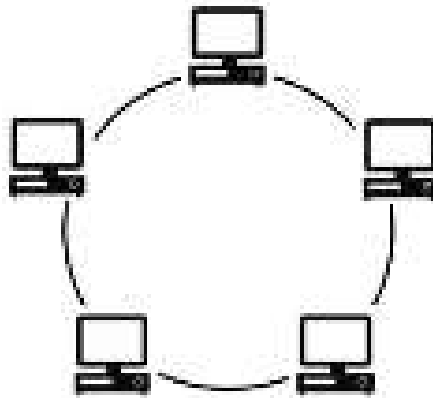


Рисунок 1.4 – Топологія «кільце»

У мережі з топологією «кільце» кожна робоча станція приймає, розпізнає і обробляє лише ті повідомлення, які адресовані саме їй. Для організації доступу до мережевого середовища використовується маркерний метод доступу, що надає станціям послідовне право передавати дані по колу. Логічно ця мережа має форму кільця, адже передача даних відбувається по замкнутому ланцюгу. Встановлення та налаштування таких мереж є досить простим процесом.

Однак основною проблемою кільцевої топології є її ненадійність: пошкодження лінії зв'язку в будь-якому місці або відмова одного з комп'ютерів може призвести до припинення роботи всієї мережі. Через це топологія «кільце» у чистому вигляді практично не застосовується, і замість неї використовують різні модифікації, що підвищують стабільність і надійність.

Топологія Token Ring базується на ідеї фізичного кільця, але при цьому фізично нагадує зірку, оскільки всі робочі станції підключені до центрального пристрою – концентратора Token Ring. Цей концентратор є «інтелектуальним» пристроєм, який забезпечує послідовне з'єднання кожної станції з двома сусідніми – попередньою і наступною – за допомогою

внутрішніх перемичок. Таким чином, хоча фізично мережа побудована як зірка, логічно вона функціонує як кільце. Дані передаються по кабелю у вигляді пакетів, які кожна станція приймає, перевіряє та ретранслює далі по мережі. Кожна робоча станція має спеціальний приймально-передавальний пристрій, що контролює проходження інформації по кільцю.

Особливістю такої мережі є наявність двох кілець – основного та резервного. Якщо основне кільце з якихось причин переривається, мережа автоматично переключиться на резервне, що побудоване на основі чотирижильного кабелю. Завдяки цьому відмова однієї станції або обрив її лінії не призводить до загальної відмови мережі: концентратор ізолює несправну станцію та замкне кільце, забезпечуючи безперервність роботи.

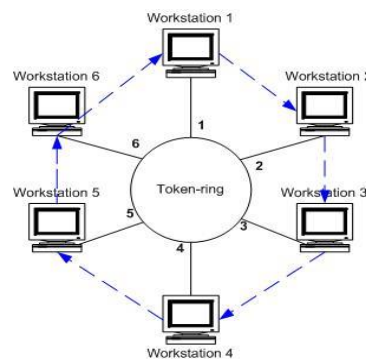


Рисунок 1.5 – Топологія «Фізичне кільце із підключенням типу зірка»

У мережах з архітектурою Token Ring передача маркера здійснюється від одного вузла до іншого по логічному кільцю, яке організовується центральним концентратором.

Цей процес відбувається в певному напрямку, що показано на рисунку стрілками синього кольору, які вказують рух маркера та пакетів даних. Тільки станція, яка має маркер, має право передати свої дані іншим учасникам мережі.

Передача інформації може розпочатися лише після того, як робоча станція отримує вільний маркер. Всередині маркера міститься інформація про адресу відправника та адресу отримувача. Після того, як станція

відправляє свої дані, вона передає маркер наступному вузлу, даючи йому можливість відправити власну інформацію. Ініціатором створення маркера в мережі є один із вузлів – зазвичай це файл-сервер. Цей вузол виконує функції активного монітора, контролюючи, щоб маркер не був втрачений або пошкоджений у процесі передачі.

Переваги мереж з топологією Token Ring:

- забезпечення рівного та впорядкованого доступу до мережі для всіх робочих станцій без пріоритетів.
- висока надійність, оскільки мережа зберігає працездатність навіть при виході з ладу окремих станцій або розриві з'єднань.

Недоліком мереж з топологією Token Ring є значна кількість використовуваного кабелю, що робить прокладку ліній зв'язку дорогою.

2 МЕРЕЖЕВЕ ОБЛАДНАННЯ ТА СТАНДАРТИ ETHERNET

2.1 Мережеве обладнання

Мережеве обладнання – це різноманітні пристрої, які забезпечують нормальну роботу комп'ютерної мережі. До них відносяться такі компоненти, як маршрутизатори, комутатори, концентратори, патч-панелі та інші подібні пристрої.

В загальному, мережеве обладнання поділяється на дві основні категорії: активне та пасивне.

Активне мережеве обладнання – це пристрої, що володіють певною «інтелектуальною» функціональністю. Прикладами таких пристроїв є маршрутизатори та комутатори (світчі). Вони здатні обробляти і направляти мережевий трафік, виконувати різні алгоритми маршрутизації та керувати передачею даних.

Пасивне мережеве обладнання – це пристрої, які не мають «інтелектуальних» функцій і виконують лише базову роль у мережі. До них належать, наприклад, кабельні системи, які забезпечують фізичне з'єднання між вузлами мережі:

- кабель (коаксіальний та кручена пара (UTP/STP));
- вилка/розетка (RG58, RJ45, RJ11, GG45);
- повторювач (репітер);
- патч-панель;
- монтажні шафи та стійки;
- телекомунікаційні шафи.

Основними елементами мережі є робочі станції, сервери, середовища передачі (кабелі) та мережеве обладнання.

Робочі станції – це комп'ютери, на яких користувачі виконують прикладні завдання в мережі.

Сервери – це апаратно-програмні комплекси, які керують розподілом спільних мережевих ресурсів. Під сервером може розумітися будь-який комп'ютер, підключений до мережі, на якому розташовані ресурси, що використовуються іншими пристроями локальної мережі. Для серверів, як правило, застосовують потужніші комп'ютери.

Мережі можуть бути побудовані з використанням різних типів кабелів:

Вита пара (TP – Twisted Pair) – це кабель, який складається зі скручених у пару проводів. Він буває екранованим або неекранованим. Екранований варіант краще захищений від електромагнітних завад. Вита пара ідеально підходить для невеликих офісів або установ. Серед недоліків – значне загасання сигналу і висока чутливість до перешкод, через що максимальна відстань між активними пристроями мережі не повинна перевищувати 100 метрів.

Коаксіальний кабель складається з центрального провідника (цілого або скрученого), вкритого діелектричним шаром, навколо якого розташований екран у вигляді алюмінієвої фольги або металевого обплетення. Вся конструкція покрита ізолюючою оболонкою. Коаксіальний кабель може використовуватися в двох режимах передачі даних: без модуляції сигналу та з модуляцією. У першому випадку цифровий сигнал передається безпосередньо, забезпечуючи канал зі швидкістю до 10 Мбіт/с на відстань до 4000 метрів. У другому випадку сигнал конвертується в аналоговий за допомогою модему, що дозволяє використовувати багатоканальну передачу (передачу декількох каналів по одному кабелю), з можливістю передавати звук, відео та інші дані. Максимальна довжина кабелю у цьому режимі може сягати 50 км.

Оптоволоконний кабель – сучасна технологія, в якій інформація передається за допомогою світлового променя, що модуляється у вигляді сигналу. Така система є стійкою до електричних завад, що забезпечує швидку, надійну та безпомилкову передачу даних зі швидкістю до 2 Гбіт/с. Оптоволокно дозволяє створювати велику кількість каналів. Передача

відбувається у симплексному режимі, тому для двонапрямної комунікації необхідно використовувати два волокна (на практиці оптоволоконний кабель завжди містить парну кількість волокон). Основними недоліками цієї технології є висока вартість та складність монтажу.

Радіохвилі в мікрохвильовому діапазоні застосовуються як середовище передачі у бездротових локальних мережах або для зв'язку між мостами та шлюзами, що з'єднують різні локальні мережі.

Бездротові локальні мережі вважаються перспективним напрямом розвитку локальних мереж, оскільки вони забезпечують простоту розгортання та мобільність. Вони усувають проблеми, пов'язані з прокладанням кабелів, адже достатньо встановити інтерфейсні плати на робочі станції, і мережа готова до роботи.

Мережеві карти – контролери, що встановлюються в слоти розширення материнської плати комп'ютера. Вони відповідають за передачу та прийом сигналів у мережі.

Термінатори – резистори номіналом 50 Ом, які встановлюють на кінцях сегментів мережі для загасання сигналу і запобігання відбиттям.

Концентратори (Hub) – центральні пристрої в кабельних системах або мережах з фізичною топологією «зірка». При отриманні пакета на одному порту концентратор пересилає його на всі інші порти, утворюючи логічну структуру шини.

Активні концентратори підсилюють сигнал перед передачею.

Пасивні концентратори просто пропускають сигнал без підсилення.

Повторювачі (Repeater) – пристрої, які підсилюють і відновлюють форму вхідного аналогового сигналу, дозволяючи подовжити мережу. Повторювачі не аналізують мережеві адреси і не зменшують мережевий трафік.

Комутатори (Switch) – більш складні пристрої, які за допомогою програмного забезпечення аналізують адреси пакетів і передають їх лише потрібним одержувачам, зменшуючи трафік у мережі.

Комутатори мають буферну пам'ять для зберігання пакетів, якщо порт зайнятий. Мережі на основі комутаторів можуть підтримувати сотні пристроїв і охоплювати значні відстані.

Маршрутизатори (Router) – пристрої, що працюють на мережевому рівні. Вони дозволяють переадресовувати та маршрутизувати пакети між різними мережами, а також фільтрувати широкомовні повідомлення.

Мости (Bridge) – з'єднують два сегменти мережі, обмежені довжиною кабелю, передаючи між ними трафік. Мости також посилюють та конвертують сигнали для різних типів кабелів, розширюючи розмір мережі без порушення обмежень.

Шлюзи (Gateway) – програмно-апаратні комплекси, що з'єднують різні мережі або пристрої з різними протоколами чи системами адресації. Працюють на сеансовому, представницькому та прикладному рівнях моделі OSI.

Мультиплектори – пристрої, що підтримують сотні цифрових абонентських ліній, концентруючи трафік в одному високошвидкісному каналі для передачі в інтернет або корпоративну мережу.

Міжмережеві екрани (Firewall, брандмауери) – пристрої, що контролюють інформаційні потоки в локальну мережу і з неї, забезпечуючи захист через фільтрацію.

2.2 Різновиди Ethernet

10BASE-T – це один із найперших стандартів Ethernet, який був розроблений для організації локальних мереж зі швидкістю передачі даних 10 Мбіт/с.

Назва цього стандарту розшифровується так: «10» означає максимальну швидкість передачі 10 мегабіт на секунду, «BASE» позначає базову (не модуляційну) передачу сигналу, а «Т» – це тип кабелю, що використовується – вита пара (Twisted Pair).

Цей стандарт передбачає використання симетричного кабелю з витою парою, зазвичай UTP (Unshielded Twisted Pair), категорії не нижче 3. Для побудови мережі з 10BASE-T використовують топологію «зірка», тобто всі робочі станції підключаються до центрального мережевого пристрою – концентратора (Hub) або комутатора (Switch).

Максимальна довжина сегмента кабелю між комп'ютером і центральним пристроєм не повинна перевищувати 100 метрів. Якщо необхідно покрити більшу відстань, використовуються повторювачі для підсилення сигналу.

Передача даних здійснюється у напівдуплексному режимі, що означає, що одночасно може відбуватися або передача, або прийом інформації, але не обидва процеси одночасно.

Мережа працює за принципом доступу з виявленням колізій (CSMA/CD), тобто якщо два пристрої починають передавати дані одночасно, виникає колізія, і обидва пристрої припиняють передачу на випадковий час, після чого спробують передати дані знову.

Технологія 10BASE-T була революційною для свого часу, оскільки дозволяла будувати локальні мережі на основі більш дешевих та простих у монтажі кабелів витої пари, на відміну від попередніх стандартів, які вимагали коаксіального кабелю.

Fast Ethernet – це розвиток початкового стандарту Ethernet, який забезпечує швидкість передачі даних у 10 разів вищу за 10BASE-T, тобто до 100 мегабіт на секунду. Стандарт Fast Ethernet офіційно позначається як IEEE 802.3u і був розроблений у середині 1990-х років для задоволення зростаючих потреб у швидшій передачі даних у локальних мережах.

Fast Ethernet зберігає сумісність із класичним 10BASE-T, що дозволяє плавно переходити від мережі зі швидкістю 10 Мбіт/с до 100 Мбіт/с без необхідності повної заміни обладнання. Основною метою було забезпечити більш високу пропускну здатність для підтримки зростаючих обсягів інформації, особливо в корпоративних мережах.

Для передачі даних у Fast Ethernet можуть використовуватися кілька типів фізичних середовищ:

Вита пара категорії 5 або вище (стандарти 100BASE-TX і 100BASE-T4). Найпоширеніший – 100BASE-TX, що працює з двома парами дротів і має максимальну довжину сегмента до 100 метрів.

Коаксіальний кабель (100BASE-2 або 100BASE-CX), хоча він використовується значно рідше.

Оптоволоконний кабель (100BASE-FX), що дозволяє досягати більших відстаней між сегментами мережі (до 2 км і більше), а також забезпечує стійкість до електромагнітних перешкод.

Fast Ethernet підтримує як напівдуплексний, так і повнодуплексний режими передачі даних. У напівдуплексному режимі пристрої не можуть одночасно надсилати і приймати інформацію, що вимагає застосування протоколу управління доступом з виявленням колізій (CSMA/CD). У повнодуплексному режимі обидва напрямки зв'язку можуть працювати одночасно, що значно підвищує ефективність мережі і практично усуває проблему колізій.

Топологія Fast Ethernet зазвичай організована як «зірка», де кожен комп'ютер підключається індивідуальним кабелем до комутатора або концентратора. Комутатори переважно використовуються, оскільки вони дозволяють розділяти трафік, направляючи пакети тільки до потрібного порту, що підвищує продуктивність мережі і зменшує кількість колізій.

Крім підвищеної швидкості, Fast Ethernet має і інші переваги. Наприклад, він зберігає простоту і надійність класичного Ethernet, має широкий спектр сумісного обладнання та інфраструктури. Це зробило його стандартом де-факто для локальних мереж у багатьох компаніях на довгі роки. Однак Fast Ethernet все ще має свої обмеження – при зростанні обсягів даних у мережі (наприклад, при потоковому відео або великих обсягах обробки інформації) 100 Мбіт/с може виявитися замалою, що призвело до появи ще більш швидких стандартів, таких як Gigabit Ethernet (1000BASE-T).

Gigabit Ethernet – це технологія локальних мереж, яка забезпечує швидкість передачі даних до 1 гігабіта на секунду (1000 Мбіт/с), що у 10 разів перевищує швидкість Fast Ethernet. Офіційно цей стандарт позначається як IEEE 802.3ab для реалізації по витій парі та IEEE 802.3z для оптоволоконних мереж. Gigabit Ethernet став логічним кроком у розвитку Ethernet, який відповідає вимогам високошвидкісної передачі даних у сучасних мережах.

Gigabit Ethernet підтримує кілька типів фізичних середовищ для передачі даних. Найпоширеніший варіант – це 1000BASE-T, який використовує чотири пари мідних витих пар категорії 5e або вище. Максимальна довжина кабелю у цьому випадку – до 100 метрів. Це дозволяє легко модернізувати існуючі мережі на базі Fast Ethernet без значної заміни кабельної інфраструктури.

Крім того, існують варіанти 1000BASE-SX і 1000BASE-LX, які передають дані через оптоволоконні кабелі. 1000BASE-SX призначений для коротких відстаней (до 550 метрів) і використовує багатомодові волокна, тоді як 1000BASE-LX працює на довгі дистанції (до 10 км і більше) з одномодовим оптоволоконном.

На фізичному рівні Gigabit Ethernet підтримує як напівдуплексний, так і повнодуплексний режими передачі даних. Втім, у практичних мережах він найчастіше працює у повнодуплексному режимі, що дозволяє одночасно передавати і приймати дані, тим самим підвищуючи ефективність передачі та усуваючи колізії.

Внаслідок цього протокол CSMA/CD, який був необхідний для управління доступом у мережах з колізіями, стає непотрібним.

Топологія Gigabit Ethernet, як правило, зіркоподібна: кожен комп'ютер або інший пристрій підключається окремим кабелем до комутатора. Важливою перевагою є те, що сучасні комутатори Gigabit Ethernet підтримують одночасну обробку багатьох запитів, забезпечуючи високу пропускну здатність і мінімальні затримки у передачі пакетів.

Gigabit Ethernet також сумісний з попередніми версіями Ethernet завдяки технології автонеготації, яка дозволяє пристроям автоматично визначати найвищу доступну швидкість зв'язку, що підтримує обидва кінці з'єднання. Це робить впровадження Gigabit Ethernet зручним і поступовим.

З точки зору застосування, Gigabit Ethernet широко використовується в корпоративних мережах, дата-центрах, а також для підключення серверів і високошвидкісних робочих станцій. Він дозволяє ефективно підтримувати обробку великих обсягів даних, таких як потокове відео високої чіткості, великі бази даних, віртуалізація, резервне копіювання та інші ресурсоємні застосунки.

До недоліків Gigabit Ethernet можна віднести вищі вимоги до якості кабельної системи та вартість обладнання у порівнянні з Fast Ethernet.

10 Gigabit Ethernet (10 GbE) – це високошвидкісна технологія локальних та регіональних мереж, що забезпечує передачу даних зі швидкістю 10 гігабіт на секунду (10 000 Мбіт/с), тобто у 10 разів швидше за Gigabit Ethernet. Стандарт IEEE 802.3ae, прийнятий у 2002 році, поклав початок розвитку 10 GbE, який сьогодні є базовою технологією для дата-центрів, магістральних мереж, високопродуктивних обчислювальних кластерів і корпоративних мереж з великими обсягами трафіку. 10 Gigabit Ethernet підтримує кілька типів середовищ передачі:

10GBASE-SR – короткозорова (Short Reach) версія для багатомодового оптоволокна (MMF). Працює на довжинах до 300 метрів (залежно від типу волокна). Використовується для підключення обладнання в межах одного будинку чи дата-центру.

10GBASE-LR – довгозорова (Long Reach) версія для одномодового оптоволокна (SMF). Підтримує відстані до 10 км, підходить для з'єднань між будівлями або по території кампусу.

10GBASE-ER – ще більш довгозорова версія для одномодового оптоволокна, дозволяє передавати дані на відстані до 40 км, застосовується у магістральних мережах.

10GBASE-T – стандарт для передачі 10 Гбіт по витій парі категорії 6а і вище (часто використовується Cat6а або Cat7). Максимальна довжина кабелю до 100 метрів. Це дає можливість використовувати 10 GbE і у більш звичних кабельних інфраструктурах, порівняно з оптикою.

10 Gigabit Ethernet традиційно реалізується у топології «зірка», де кожен пристрій підключається окремим кабелем до центрального комутатора. Це дозволяє уникнути колізій, що присутні у мережах із загальними середовищами, та забезпечує високу пропускну здатність.

Як і в попередніх версіях Ethernet, 10 GbE підтримує повнодуплексний режим, при якому одночасна передача і прийом даних істотно підвищує продуктивність мережі. Протокол CSMA/CD не застосовується через відсутність колізій.

10 GbE сумісний з Ethernet-пакетами стандартного формату, що забезпечує збереження сумісності із існуючими мережевими протоколами та додатками. Використання автонеготації (автоматичне визначення параметрів з'єднання) у 10GBASE-T робить можливим гнучке впровадження технології у мережі зі змішаним обладнанням.

Крім того, 10 GbE широко застосовує технології, що знижують енергоспоживання та оптимізують продуктивність, наприклад, енергозбереження на фізичному рівні (Energy Efficient Ethernet, IEEE 802.3az).

10 Gigabit Ethernet є стандартом для сучасних дата-центрів, високошвидкісних обчислювальних кластерів і великих корпоративних мереж. Його основні переваги:

Велика пропускну здатність дозволяє ефективно працювати з великими обсягами даних – потокове відео високої якості, віртуалізація, хмарні обчислення, резервне копіювання.

Можливість масштабування: 10 GbE часто використовується як магістральне з'єднання між комутаторами або серверами, забезпечуючи швидкий доступ до мережевих ресурсів.

Гнучкість у виборі середовища передачі, що дає змогу підлаштувати мережу під різні умови та вимоги по відстані.

Вартість обладнання: 10 GbE-комутатори, мережеві карти та кабелі поки що дорожчі, ніж пристрої для Gigabit Ethernet, хоча ціна знижується з часом. Є складність монтажу та підтримки: особливо в разі оптоволоконних мереж потрібні спеціальні знання і точне обладнання для підключення та вищі вимоги до кабельної системи для реалізації 10GBASE-T, де рекомендовано використовувати кабелі категорії 6а або вище.

Таким чином, 10 Gigabit Ethernet є ключовою технологією для сучасних мереж, де потрібна надвисока швидкість і надійність передачі даних, і саме він активно замінює Gigabit Ethernet у вимогливих середовищах.

3 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ

3.1 Аналіз вихідних даних

Аналіз вихідних даних є фундаментальним етапом у процесі проектування локальної мережі. Саме на цьому етапі відбувається всебічне дослідження потреб підприємства, його організаційної структури, фізичних умов розміщення обладнання, а також особливостей інформаційного обміну між підрозділами.

Основна мета цього аналізу – сформулювати чіткі уявлення про завдання, які має вирішувати мережа, визначити обсяги навантаження, особливості взаємодії користувачів і критичні вимоги до надійності, швидкості та безпеки передавання даних.

На практиці це означає необхідність вивчення кількох важливих аспектів. Перш за все, потрібно розуміти масштаби діяльності підприємства: скільки співробітників буде підключено до мережі, як організовані їхні робочі місця, які пристрої вони використовують та які типи трафіку переважають у їхній повсякденній роботі. Наприклад, в офісному середовищі ключовими можуть бути обмін файлами, електронна пошта та IP-телефонія, тоді як у виробничому або логістичному середовищі важливішими стають телеметричні дані, системи автоматичного управління або камери відеонагляду.

Також важливо враховувати фізичну організацію простору. Поверховість будівлі, її матеріали, розміщення кабінетів та наявність перегородок можуть безпосередньо впливати на вибір мережевого обладнання та технологій передавання даних – зокрема, при проектуванні бездротового сегменту мережі. Крім того, при проектуванні важливо оцінити наявні ресурси: чи існує вже часткова інфраструктура, які технічні рішення застосовувалися раніше, чи можна їх модернізувати або потрібно повністю

замінити. Значну роль відіграє також очікуване навантаження на мережу – як у нормальному режимі роботи, так і при пікових навантаженнях. Для цього оцінюється не тільки кількість користувачів, але і характер роботи з даними. Система має витримувати одночасний доступ до баз даних, мережевих дисків, принтерів, а також підтримувати стійке з'єднання для критично важливих сервісів, таких як відеоконференції або системи безпеки.

Окрему увагу під час аналізу приділяють питанням безпеки та резервування.

Мережа повинна бути захищеною від зовнішніх загроз, мати чітко розмежовані зони доступу та передбачати засоби для збереження працездатності у разі часткових відмов – наприклад, завдяки дублюванню ключових компонентів або використанню резервних каналів зв'язку.

Важливим є й питання перспективності – можливості майбутнього масштабування мережі. Проект має враховувати не тільки поточні потреби, а й імовірне розширення бізнесу, збільшення кількості користувачів чи впровадження нових сервісів.

Це дозволяє уникнути ситуації, коли нещодавно впроваджена інфраструктура вже через рік виявляється застарілою або перевантаженою.

Таким чином, якісний аналіз вихідних даних створює передумови для побудови ефективної, гнучкої та надійної локальної мережі, здатної не лише відповідати поточним потребам підприємства, а й адаптуватися до його майбутнього зростання.

3.1 Експлікація об'єкту

Експлікація об'єкта передбачає детальний опис середовища, в якому буде реалізовано локальну мережу, включаючи функціональне призначення приміщень, особливості розміщення робочих місць, інженерну інфраструктуру та потенційні технічні обмеження. У контексті підприємства, яке планує модернізацію або створення нової обчислювальної мережі,

об'єктом проектування є адміністративно-виробниче приміщення з офісними кабінетами, технічними зонами, приміщеннями для серверного обладнання та допоміжною інфраструктурою.

Приміщення підприємства, як правило, розподілені за функціональними зонами – керівництво, бухгалтерія, відділи логістики, технічної підтримки, IT-відділ, виробничі зони тощо. Кожна із цих зон має власні вимоги до швидкості, доступності, безпеки та відмовостійкості мережевих з'єднань. Наприклад, в адміністративній частині важливим є надійний доступ до документообігу та корпоративної пошти, тоді як у виробничій – стійкість до зовнішніх впливів та безперебійний обмін з обладнанням у режимі реального часу.

Метою даної кваліфікаційної роботи є проектування локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) для міського медичного закладу з використанням технології CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).

Основне призначення мережі:

- забезпечення високошвидкісного інформаційного обміну між кабінетами, адміністративними та службовими приміщеннями, розміщеними у двох окремих будівлях медичної установи;
- реалізація надійного каналу зв'язку між усіма приміщеннями на різних поверхах кожної будівлі;
- створення централізованого доступу до мережевих ресурсів (серверів, принтерів, баз даних, програмного забезпечення тощо).

Просторова конфігурація:

- мережа охоплює дві основні будівлі, розташовані на відстані 100 м одна від одної.
- між основними будівлями знаходяться додаткові споруди: дві двоповерхові та одна одноповерхова.

Взаємне розміщення об'єктів інфраструктури установи наведено на рисунку 3.1.

Додаткові вимоги до проекту:

- забезпечення масштабованості мережі для подальшого розширення (наприклад, підключення нових кабінетів, лабораторій тощо).
- розробка структурної кабельної системи з урахуванням топології, типів кабелів і активного мережевого обладнання.
- проектування мережі з урахуванням допустимих норм довжин кабелів, відповідно до стандартів.

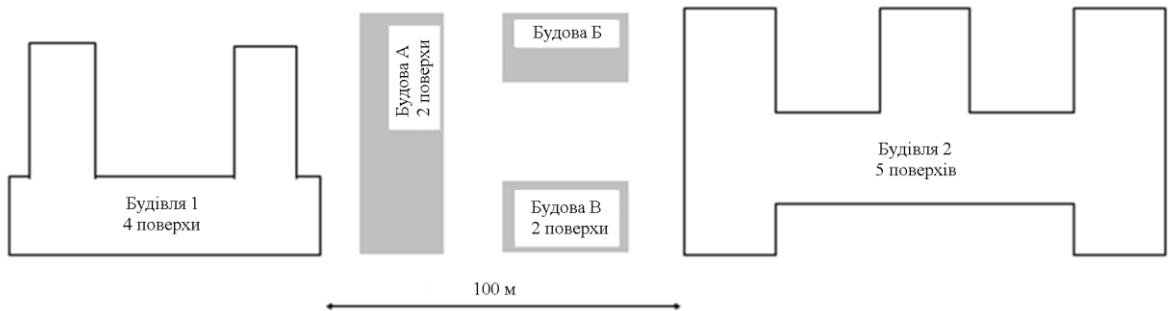


Рисунок 3.1 – Взаємне розташування будівель об'єкта проектування

Плани поверхів будівель, що беруть участь у проектуванні, наведено на рисунках 3.2 та 3.3.

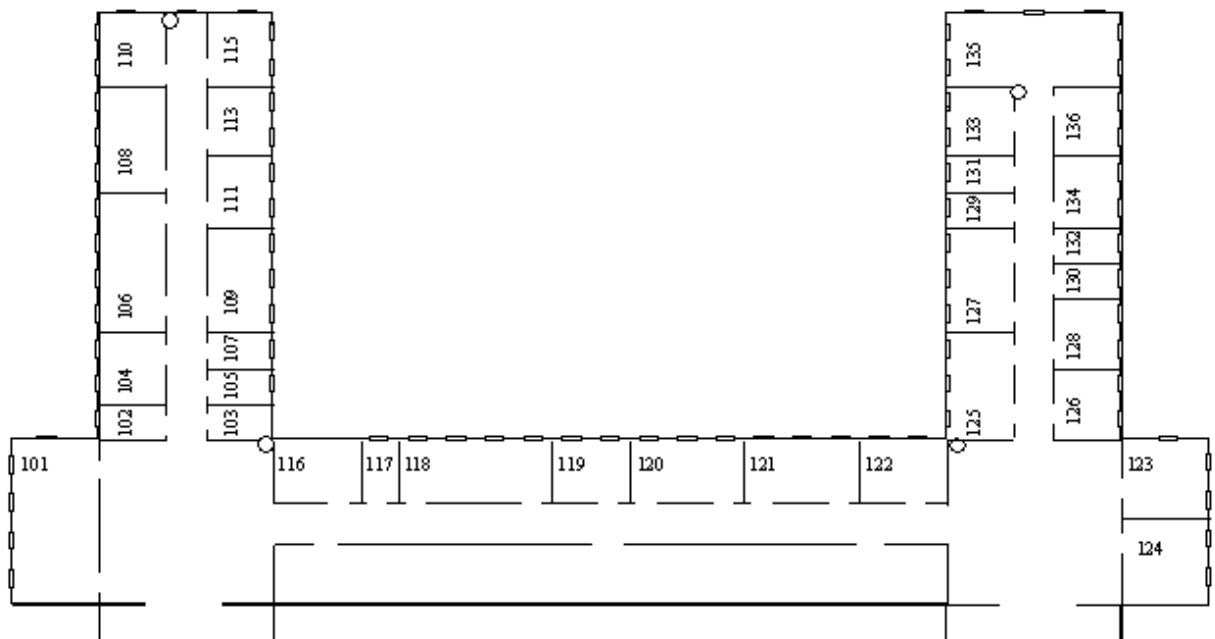


Рисунок 3.2 – План 1 поверху будівлі №1

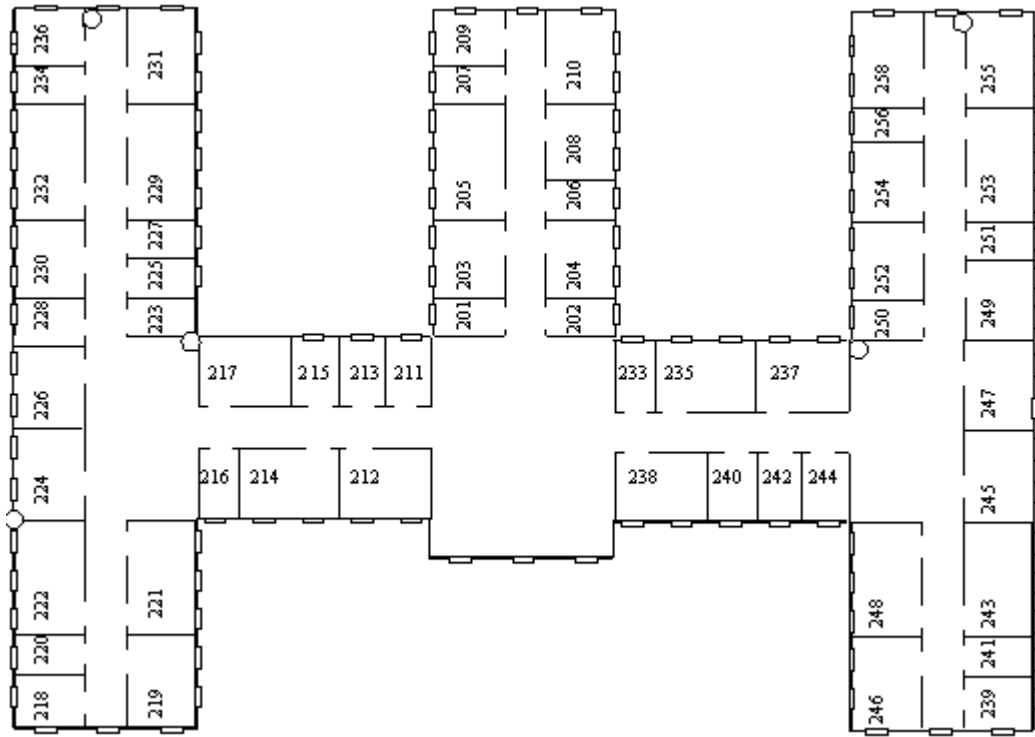


Рисунок 3.3 – План 2 поверху будівлі №2

Геометричні розміри приміщень стандартизовані:

- один «віконний крок» (ширина кімнати з одним вікном): $V_0 = 4$ м;
- глибина кімнати (від входу до вікна): $L_0 = 6$ м;
- ширина багатовіконної кімнати: $V_j = V_0 \times m$, де m – кількість вікон, j – номер кімнати;
- ширина коридору: $V_k = 2$ м;
- висота приміщень: $H = 3$ м.

Ці параметри використовуються для розрахунку довжин кабельних ліній, кількості розеток і точки монтажу обладнання.

Технології та вимоги до підключення:

- клієнтські робочі станції підключаються до локальної мережі за технологією IEEE 802.3 1000Base-T (Gigabit Ethernet);
- серверне обладнання та активні пристрої ядра мережі використовують IEEE 802.3ae (10GBASE-SR);
- з'єднання між будівлями реалізується за допомогою технології IEEE 802.3ae (10GBASE-SR мережа на основі оптичного волокна);

- рекомендується використання активного обладнання відомих виробників (комутатори, маршрутизатори, мережеві карти);
- проектом передбачається виділення спеціальних технічних приміщень для розміщення активного мережевого обладнання (серверна, кросова) та робочого місця адміністратора мережі з необхідними засобами контролю та моніторингу.

4 ОПИС ПРОПОНОВАНОГО ПРОЕКТНОГО РІШЕННЯ

4.1 Основні концепції

На основі наведених параметрів можна сформувавши цілісне бачення технічної архітектури майбутньої мережі, орієнтованої на безперебійне функціонування, централізоване управління та захищену передачу даних. Враховуючи високі вимоги до надійності, архітектура повинна мати чітко виражену ієрархічну структуру з використанням керованих комутаторів рівня L2/L3, резервованих маршрутів, а також резервного електроживлення. Підвищена стабільність буде досягнута шляхом впровадження засобів моніторингу та резервного дублювання критичних компонентів – таких як сервери, точки доступу, шлюзи.

Умови часткової розподіленості установи зумовлюють необхідність організації централізованої файлової системи та безпечного віддаленого доступу між будівлями. Безпека в межах локальної мережі будується не лише на ізоляції зовнішніх загроз, але й на логічному розмежуванні доступу всередині інфраструктури.

Сегментація на основі VLAN дозволяє фізично розділити трафік між відділами, мінімізуючи ризики поширення вірусів та зловмисного коду. Водночас політики доступу на основі ролей регламентують, які користувачі можуть звертатися до конкретних системних чи файлових ресурсів, що підвищує контроль над внутрішньою безпекою. Усі критичні сеанси доступу повинні реєструватися, а для доступу ззовні – впроваджується двофакторна автентифікація.

Підключення до Інтернету передбачає використання NAT, фільтрації за IP-адресами та URL-категоріями, а також обмеження пропускнуої здатності для неключових користувачів. Такий підхід дозволяє уникнути перевантаження зовнішнього каналу та гарантувати пріоритетність трафіку

службового призначення. Інженерно-технічний персонал та керівництво мають отримати повний доступ, тоді як інші категорії – лише частковий або взагалі обмежений.

Пропускна здатність у 1000 Мбіт/с для міжбудинкового з'єднання вважається мінімально допустимою з урахуванням можливої присутності мультимедійного трафіку. Втім, із розрахунком на перспективу, інфраструктура повинна мати закладений потенціал для масштабування до 10 Гбіт/с, що дозволить оперативно реагувати на розширення установи або зміну характеру інформаційного навантаження.

Що стосується обчислювальних ресурсів, робочі станції повинні мати достатню продуктивність для роботи з технічно складним програмним забезпеченням, з підтримкою апаратної віртуалізації. Серверне обладнання має забезпечувати безперервну роботу служб каталогів, файлів, принтерів і баз даних. Важливу роль відіграють засоби резервного копіювання та зберігання даних, реалізовані через NAS або RAID-масиви. Надійна система охолодження та джерела безперебійного живлення із функцією автоматичного завершення роботи у разі аварійного вимкнення електроенергії завершують концепцію стабільної корпоративної мережі.

4.2 Опис схеми організації зв'язку ЛОМ

Відповідно до технічного завдання, у проєктованій локальній обчислювальній мережі (ЛОМ) медичного закладу застосовуються такі технології передачі даних:

Горизонтальна підсистема (рівень поверхів):

- технологія 1000Base-T (Gigabit Ethernet);
- середовище передачі: екранована кручена пара категорії 5 (FTP Cat.5e);
- призначення: підключення користувацьких робочих станцій до мережевого обладнання в межах одного поверху будівлі.

FTP Cat.5e є оптимальним вибором з огляду на співвідношення ціни, зручності монтажу та підтримки швидкості до 1000 Мбіт/с.

Вертикальна підсистема (міжповерхові з'єднання):

- технологія: 10GBASE-SR (IEEE 802.3ae 10GE);
- середовище передачі: оптоволоконний кабель для внутрішнього прокладання;
- призначення: з'єднання мережевого обладнання між поверхами будівель.

ВОК забезпечує високу пропускну здатність, нечутливість до електромагнітних і радіочастотних завад, а також можливість передавання сигналу на великі відстані (до 300 м при використанні 50/62,5 мкм багатомодового волокна за стандартом 10GBASE-SR).

Магістральна підсистема:

- технологія: 10GBASE-SR (IEEE 802.3ae 10GE);
- середовище передачі: багатомодовий оптоволоконний кабель (50/62,5 мкм);
- призначення: з'єднання комутаторів двох основних будівель установи, що знаходяться на відстані до 100 м.

Стандарт 10GBASE-SR дозволяє забезпечити гігабітне з'єднання між будівлями з використанням доступного багатомодового волокна. Він є доцільним вибором у випадках, коли потрібна висока швидкість і гарантована стабільність зв'язку.

Підключення серверів:

- технологія: 10GBASE-SR (IEEE 802.3ae 10GE);
- середовище передачі: неекранована кручена пара категорії 5e/6;
- призначення: підключення серверного обладнання до мережі.

Стандарт 1000Base-T дозволяє реалізувати високошвидкісне з'єднання до 1 Гбіт/с без потреби в оптоволокну на відстанях до 100 м, що знижує вартість реалізації.

На рисунках 4.1 та 4.2 представлено плани розміщень інформаційних розеток на типових поверхах будівель. Загальна кількість інформаційних розеток з урахуванням всіх поверхів складає 768 штук.

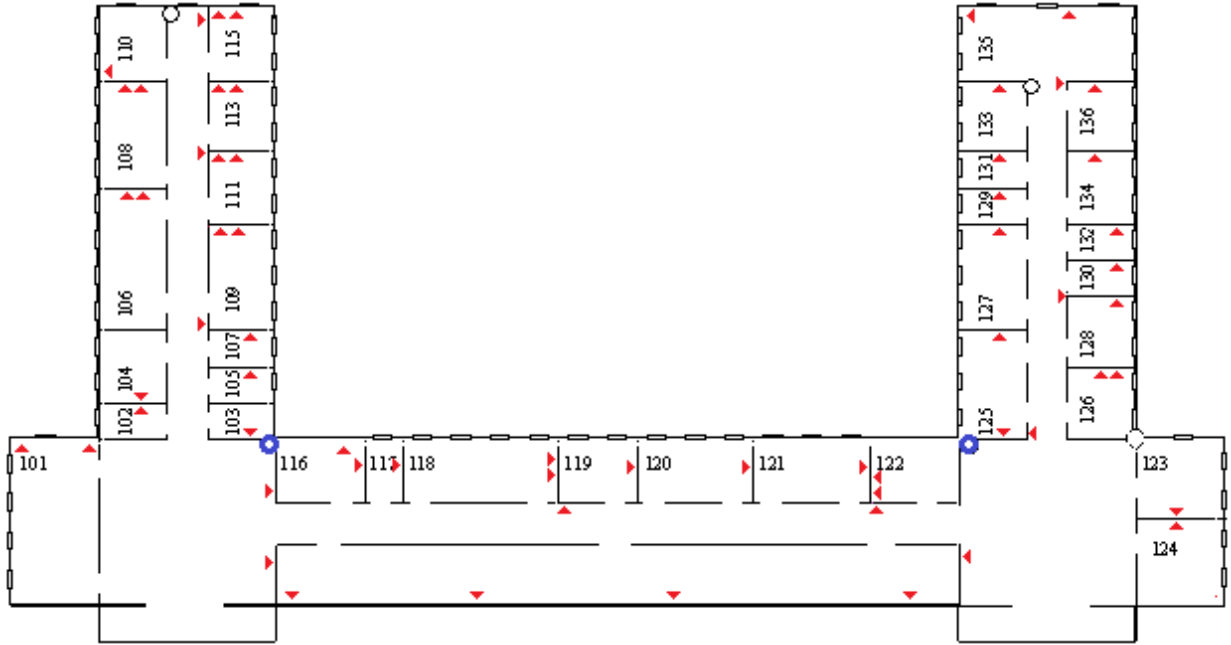


Рисунок 4.1 – План розміщення інформаційних розеток у будівлі №1

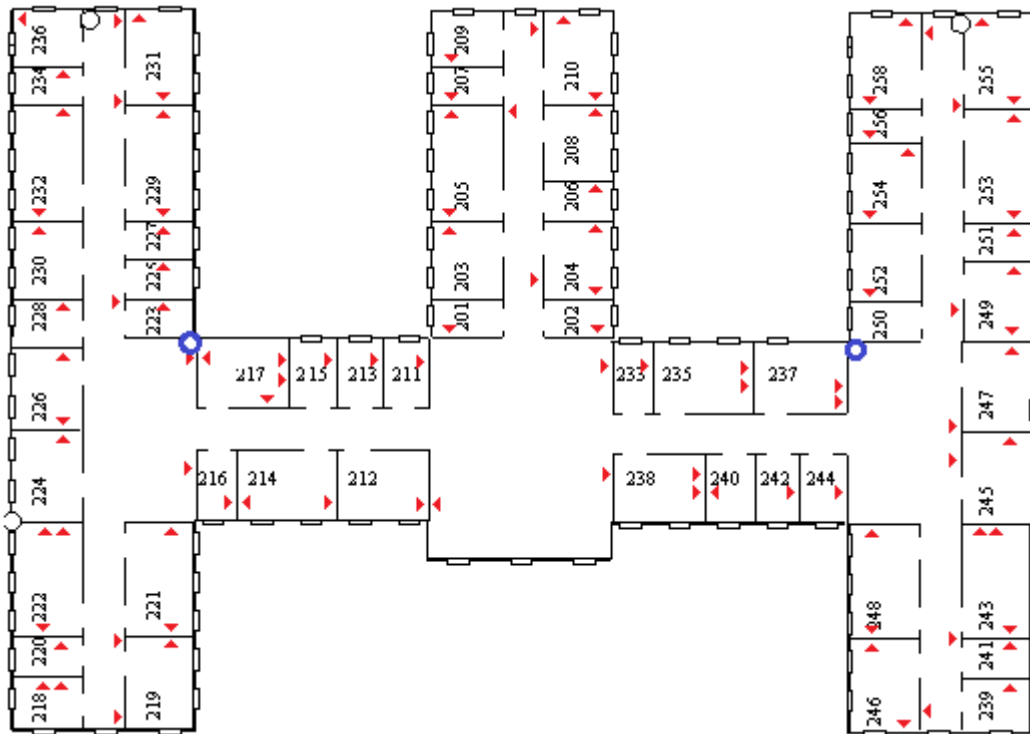


Рисунок 4.2 – План розміщення інформаційних розеток у будівлі №2

Вибір трирівневої моделі для побудови мережі установи обґрунтований з позицій як функціональності, так і стійкості до відмов. Така конфігурація дозволяє централізовано управляти всіма мережевими вузлами, що суттєво спрощує адміністрування, моніторинг та масштабування. У разі збою одного з комутаторів мережа в цілому продовжує функціонувати без перешкод, оскільки єдиним критичним елементом лишається центральний комутатор, який, у свою чергу, може бути продубльований у вигляді резервного пристрою.

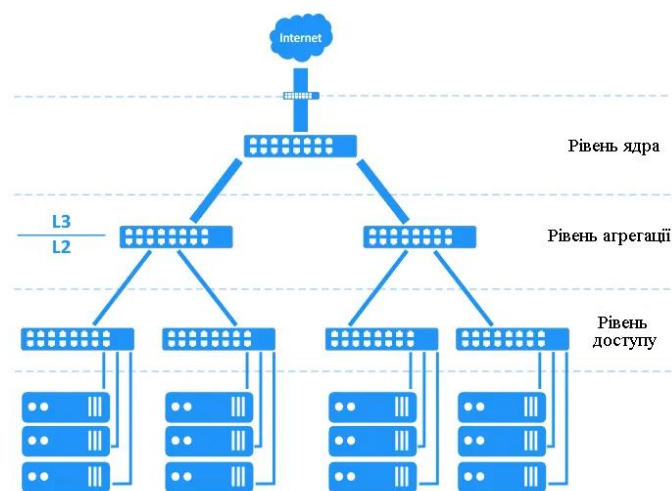


Рисунок 4.3 – Трирівнева ієрархічна модель мережі

Застосування протоколу TCP/IP версії 4 є цілком виправданим, оскільки він забезпечує повну сумісність з більшістю сучасного обладнання і програмного забезпечення. Крім того, він добре підходить для потреб, де обсяг внутрішнього адресного простору не потребує негайного переходу на IPv6.

Фізичне середовище на основі екранованої крученої пари (FTP) категорії 5e або 6 дозволяє досягти швидкості передачі даних до 1 Гбіт/с при відносно невеликій вартості прокладання та обслуговування кабельної інфраструктури. Такий вибір ідеально підходить для середовищ з присутністю електромагнітних завад. Оптоволокно є доцільним для міжповерхових та міжбудинкових з'єднань.

На рисунках 4.4 та 4.5 показано план проведення кабельних трас на першому поверсі будівлі №1 та другому поверсі будівлі №2. Максимальна довжина кабелю вита пара на рівні доступу не перевищує 90 метрів.

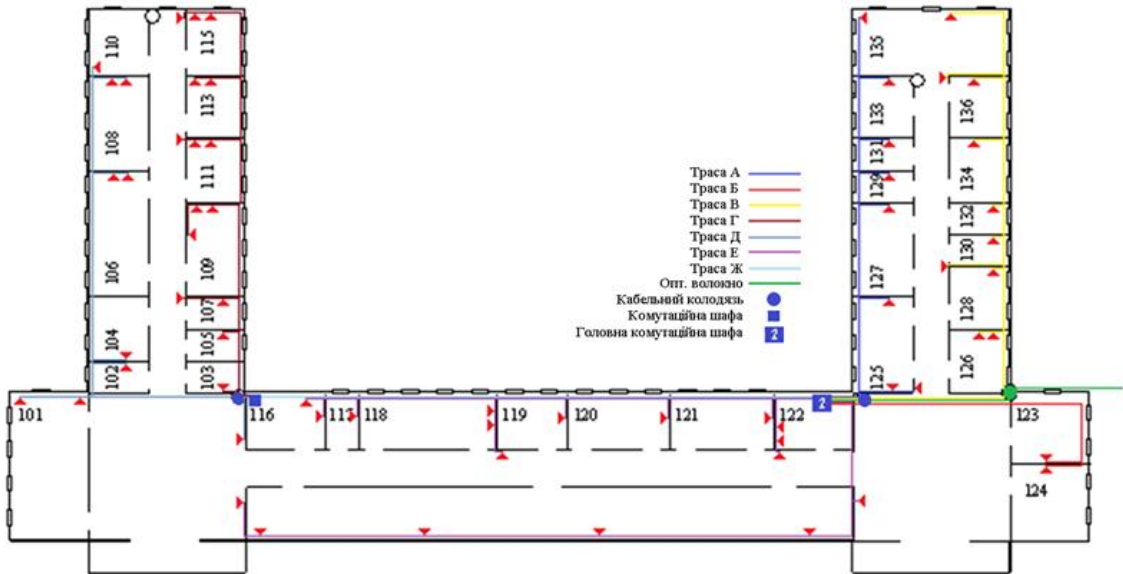


Рисунок 4.4 – План проведення кабельних трас на першому поверсі будівлі №1

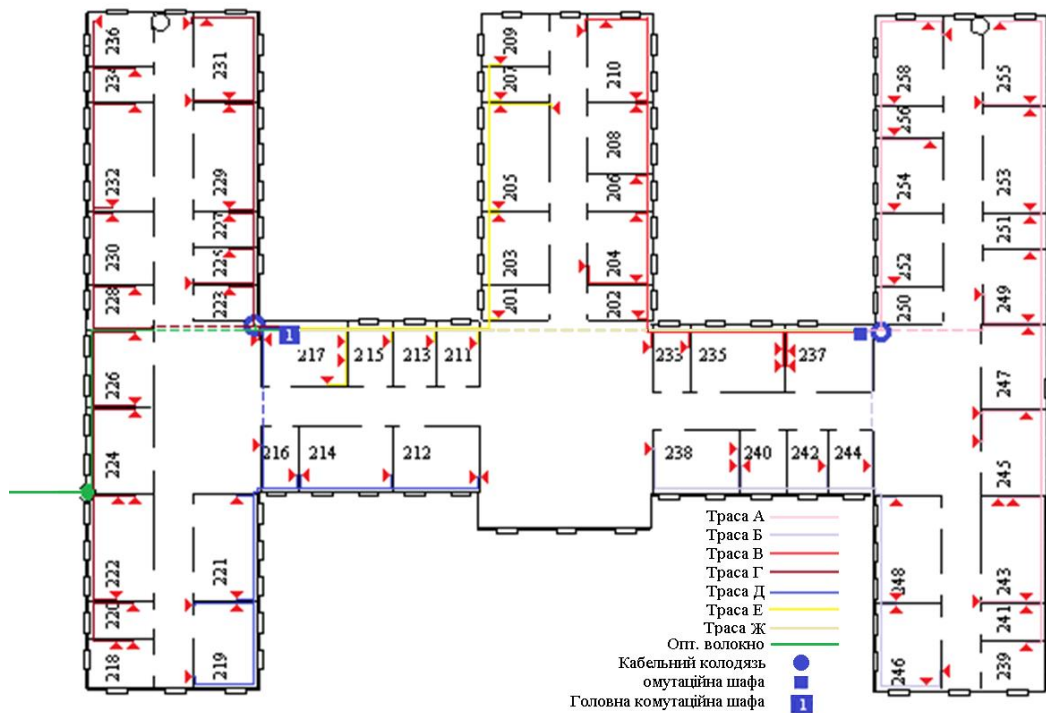


Рисунок 4.5 – План проведення кабельних трас на першому поверсі будівлі №2

4.3 Логічна схема мережі

Як було зазначено вище, для побудови мережі використовується трирівнева ієрархічна модель. Тобто, в мережі присутні рівень ядра, рівень агрегації та рівень доступу.

На рівні ядра прийнято рішення використовувати оптичні лінії зв'язку на швидкості 10 Гігабіт/с. Також, комутатори рівня агрегації, які виконують роль головних комутаторів поверху, поєднані між собою оптичними лініями і утворюють оптичну магістраль.

Для зв'язку комутаторів рівня агрегації з комутаторами рівня доступу використовується кабель вита пара FTP Cat 5e за технологією Gigabit Ethernet.

Від комутатора ядра до комутатора серверної проходить оптична лінія з підтримкою швидкості 10 Гігабіт/с.

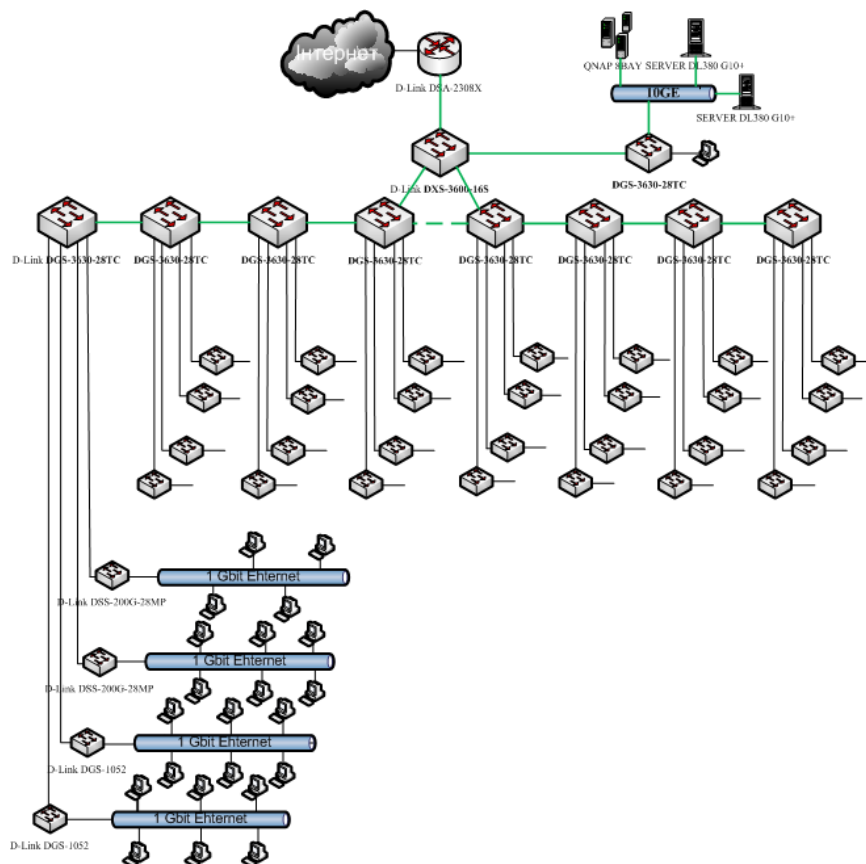


Рисунок 4.6 – Логічна схема мережі установа

4.4 Вибір обладнання

Комутатори D-Link як активне обладнання обрані через їхню безвідмовну роботу, широкий набір функцій і підтримку корпоративних стандартів безпеки та управління. Таке рішення підвищує не лише загальну стійкість мережі до збоїв, а й гарантує її готовність до подальшого розширення або інтеграції з іншими системами, включаючи VLAN, або сервіс QoS для пріоритезації трафіку.

4.4.1 Комутатор ядра

Комутатор DXS-3600-16S виробництва D-Link є високопродуктивним керованим L3-комутатором з підтримкою стекування, що призначений для використання у мережах корпоративного рівня та дата-центрах. Його конструкція та функціональність орієнтовані на забезпечення високошвидкісної агрегації трафіку, надійності, масштабованості й ефективного маршрутизаційного функціоналу.

Основні характеристики:

- 8 портів 10GBase-X SFP+ забезпечують високу пропускну здатність і дозволяють підключати як комутатори доступу, так і сервери чи інші вузли з підтримкою оптоволоконного підключення або DAC-кабелів;
- 1 слот розширення дозволяє збільшити кількість портів або тип інтерфейсів за допомогою модулів, наприклад, на 10G/40G;
- L3-функціональність включає підтримку статичної маршрутизації, OSPF, RIP, VRRP, політик безпеки й ACL – це дає змогу використовувати комутатор не лише як агрегаційний, а й як маршрутизатор ядра мережі;
- стекування (Stacking) дозволяє об'єднувати до 32 одиниць в єдину логічну структуру, спрощуючи управління й підвищуючи відмовостійкість;
- 3 вентилятори з можливістю гарячої заміни забезпечують ефективне охолодження та безперервну роботу у 24/7 середовищі;

- АС-джерело живлення, з можливістю встановлення резервного БЖ (опціонально), гарантує безперервне живлення.

DXS-3600-16S підходить для використання як у ядрі локальної мережі, так і на рівні агрегації у середніх та великих підприємствах, де потрібна висока швидкість обробки трафіку, резервування, гнучкість управління та підтримка VLAN, QoS і протоколів безпеки.



Рисунок 4.7 – Комутатор D-Link DXS-3600-16S

4.4.2 Комутаторі рівня агрегації

DGS-3630-28TC – це керований стекуємий комутатор рівня L3 від компанії D-Link, що поєднує розширену функціональність маршрутизації з високою продуктивністю та надійністю, орієнтованою на середні та великі корпоративні мережі.

Комутатор має 20 портів 10/100/1000Base-T, що забезпечують підключення стандартних кінцевих пристроїв – ПК, принтерів, IP-телефонів. Ще 4 комбо-порти 100/1000Base-T/SFP можуть використовуватись як мідні або оптичні – це додає гнучкості в побудові змішаних мереж.

Додатково присутні 4 порти 10GBase-X SFP+, призначені для високошвидкісної агрегації або зв'язку з ядром мережі, що дозволяє DGS-3630-28TC бути ефективним комутатором рівня доступу з можливістю підключення до більш швидкісного ядра через 10G-лінки. Комутатор підтримує функції третього рівня (Layer 3), включаючи статичну маршрутизацію, RIP, OSPF, Policy-Based Routing, а також механізми високої

доступності як VRRP, ECMP, Route Redistribution. Це дає змогу використовувати його як гнучкий маршрутизатор для сегментації мережі на підмережі з незалежним трафіком.

Стекування дозволяє об'єднувати до 9 пристроїв в єдиний логічний комутатор, що значно спрощує адміністрування, масштабування та відмовостійкість.



Рисунок 4.8 – Комутатор D-Link DGS-3630-28TC

4.4.3 Комутатори робочих груп

DSS-200G-28MP – це керований комутатор другого рівня (L2) із розширеною підтримкою PoE та спеціалізованими функціями, призначений насамперед для побудови інфраструктури IP-відеоспостереження, однак також може використовуватися в офісних мережах із високими вимогами до живлення пристроїв по мережевому кабелю.

Комутатор має 24 порти 10/100/1000Base-T з підтримкою стандартів PoE 802.3af/at, що дозволяє жити пристрої, як-от IP-камери, точки доступу або IP-телефони без потреби в окремих блоках живлення. PoE-бюджет становить 370 Вт, що цілком достатньо для повноцінної роботи навіть із великою кількістю споживачів. Крім того, є 4 комбо-порти 100/1000Base-T/SFP, які можуть бути використані для підключення до інших комутаторів або для побудови оптичних магістралей. Особливістю є збільшена відстань передавання живлення та даних до 250 метрів у режимі Extend, що є вкрай важливим при монтажі камер відеоспостереження на великих об'єктах, де класичні 100 метрів Ethernet – недостатньо.



Рисунок 4.9 – Комутатор D-Link DSS-200G-28MP

DGS-1052 – це некерований або напівкерований (в залежності від ревізії) гігабітний комутатор, призначений для застосування в середовищах малого та середнього бізнесу, де потрібна висока щільність портів і стабільна робота без складного адміністрування.

Комутатор оснащено 48 портами 10/100/1000Base-T для підключення великої кількості клієнтських пристроїв: комп'ютерів, принтерів, IP-телефонів, серверів тощо. Кожен порт підтримує автовизначення швидкості та режиму дуплексу, що спрощує інсталяцію і не потребує ручної конфігурації. Усі порти можуть працювати у повному дуплексі, що забезпечує до 2000 Мбіт/с пропускної здатності на порт.

Додатково комутатор має 4 комбо-порти 100/1000Base-T/SFP, які можна використовувати як електричні (RJ-45), так і оптичні (SFP) інтерфейси. Це дозволяє легко організовувати оптичні магістралі або зв'язок між віддаленими сегментами мережі, а також підключати комутатор до ядра мережі або маршрутизатора з високою пропускною здатністю.

Комутатор не має вбудованої підтримки L3-функцій або віртуальних мереж VLAN (якщо це не smart-версія), однак завдяки простоті експлуатації, високій надійності та великій кількості портів DGS-1052 добре підходить для:



Рисунок 4.10 – Комутатор D-Link DGS-1052

4.4.4 Маршрутизатор

Маршрутизатор DSA-2308X – це високопродуктивне рішення для малого та середнього бізнесу, яке поєднує функції маршрутизації, безпеки й управління трафіком у компактному пристрої з гнучкою конфігурацією портів. Його призначення – забезпечення стабільного, захищеного та масштабованого мережевого середовища, здатного обробляти великі обсяги даних і підтримувати безпечний віддалений доступ.

Основу пристрою становлять 6 портів 10/100/1000Base-T для підключення локальних пристроїв (робочих станцій, серверів, комутаторів) і 2 10GBase-X SFP+ порти, які надають можливість організувати швидкісні магістральні з'єднання з ядром мережі або іншими віддаленими сегментами інфраструктури через оптоволокно. Це дає змогу будувати мережі з високою пропускною здатністю й резервуванням.

DSA-2308X орієнтований на розмежування доступу, фільтрацію трафіку, створення ізольованих зон безпеки, що дозволяє дотримуватись принципу "мінімального доступу" і захищати критично важливі ресурси підприємства.

У якості ключової функції виступає розширена VPN-підтримка: пристрій може працювати одночасно з кількома типами VPN-тунелів, такими як IPSec, GRE, L2TP, PPTP, EoGRE, включно з L2TPv3, що корисно для організації зашифрованих каналів між офісами або для безпечного підключення віддалених працівників.



Рисунок 4.11 – Маршрутизатор D-Link DSA-2308X

4.4.5 Мережеве сховище

QNAP TS-832X-8G – це потужна мережева система зберігання даних (NAS) формату Tower, розрахована на використання в малому та середньому бізнесі, де потрібна централізована, масштабована і безпечна система для зберігання файлів, резервного копіювання, віртуалізації та хмарних сервісів.

Цей NAS має вісім відсіків (8-bay) для встановлення накопичувачів формату 3.5" або 2.5" (HDD/SSD), які не входять до комплекту, що дозволяє гнучко налаштувати обсяги зберігання відповідно до потреб. Підтримуються RAID-масиви з рівнями від 0 до 10, а також гібридні конфігурації, які поєднують високу швидкість та відмовостійкість.

Пристрій оснащений процесором AnnapurnaLabs Alpine AL-324 (ARM Cortex-A57, 64-біт, 4 ядра, 1.7 ГГц), який забезпечує хорошу продуктивність для файлових операцій, потокової передачі даних, контейнеризації та роботи з додатками QNAP. Обсяг оперативної пам'яті – 8 ГБ DDR4, розширюваний до 16 ГБ, що дозволяє використовувати його як хост для Docker-контейнерів, веб-серверів або легких віртуальних машин через Virtualization Station або Container Station.

Однією з ключових особливостей TS-832X є два вбудовані порти 10GbE SFP+, що дозволяє інтегрувати його в високошвидкісну мережу без необхідності покупки додаткових модулів.



Рисунок 4.11 – Система зберігання даних QNAP 8BAY NO HDD TS-832X

4.4.6 Серверна ферма

Hewlett Packard Enterprise ProLiant DL380 Gen10 Plus (G10+) – це високопродуктивний сервер корпоративного рівня форм-фактору 2U rackmount, розроблений для широкого спектра задач: від віртуалізації, хмарних обчислень і обробки великих даних до побудови центрів обробки даних (ЦОД) та критично важливих бізнес-додатків. Має 2 порти 10 Gb SFX+.

Сервер базується на процесорах Intel Xeon Scalable 3-го покоління (Ice Lake), що забезпечують суттєве зростання обчислювальної потужності та енергоефективності порівняно з попередніми поколіннями. Підтримка двох процесорів дозволяє гнучко масштабувати систему під конкретні навантаження.

DL380 G10+ має 32 слоти пам'яті DDR4 ECC RDIMM/LRDIMM із підтримкою до 4 ТБ оперативної пам'яті у двопроцесорній конфігурації з модулями з підтримкою Intel Optane Persistent Memory 200 серії (у відповідних варіантах), що дозволяє досягти високої продуктивності та стійкості до збоїв.

Система дисків підтримує Hot-Swap накопичувачі форм-фактору SFF (2.5") або LFF (3.5"), до 24 NVMe SSD або до 30 SAS/SATA накопичувачів, в залежності від шасі.

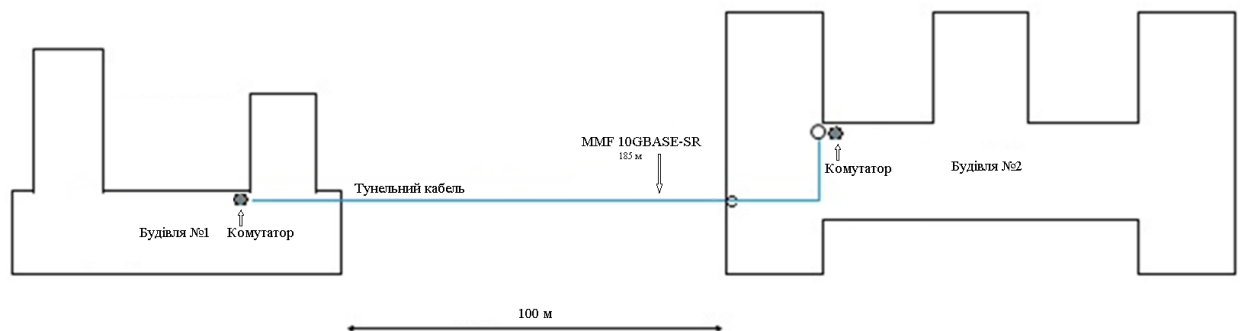
Для резервування та підвищення надійності застосовуються апаратні RAID-контролери HPE Smart Array нового покоління з підтримкою кешу та шифрування



Рисунок 4.12 – Сервер Hewlett Packard Enterprise SERVER DL380 G10+

4.5 Організація підземного прокладання кабелю

Волоконно-оптичний кабель прокладається по кабельних трасах будівель і через телекомунікаційну каналізацію (підземним способом) для з'єднання міжбудинкових сегментів мережі. Кабель використовується для побудови оптичного каналу зв'язку між двома комутаторами, встановленими у відповідних будівлях.



ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи було створення проекту сучасної локальної комп'ютерної мережі для медичної організації «Спектр», що відповідає актуальним вимогам до надійності, масштабованості та продуктивності. В рамках роботи було проведено аналіз архітектурних особливостей приміщень та функціонального призначення кожної зони, що дозволило максимально точно визначити потребу в мережевих вузлах, типах підключення та специфіці використання обладнання.

Розроблена мережева інфраструктура відповідає трирівневій ієрархічній архітектурі та враховує перспективи розширення організації, а також особливості взаємодії між підрозділами. Обрані технології, стандарти та використання якісного обладнання таких виробників, як D-Link та Hewlett Packard Enterprise, дозволяють досягти високої швидкості передачі даних, зменшити ризики збоїв і гарантувати стабільність мережевих сервісів.

В результаті розгортання даної мережі працівники медичної організації «Спектр» отримають зручні інструменти для обміну інформацією, централізованого зберігання та обробки даних, доступу до ресурсів, що в сукупності сприятиме оптимізації робочих процесів та підвищенню загальної ефективності діяльності медичної організації.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кулаков Ю.А., Омелянський С.В. Комп'ютерні мережі. Вибір, встановлення, використання та адміністрування / - К.: Юніор, 2009. - 544с.
2. IEEE Standard for Information technology - Telecommunications and information exchange between systems Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput IEEE Std 802.11. 2009.
3. Laura Ribeiro, Eduardo Souto Multi-Factor Dynamic Channel Assignment approach for Wi-Fi networks // IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC). 2018.
4. Osseiran, A., Boccardi, F., Braun, V., Kusume, K., Marsch, P., Maternia, M., Schotten, H. Scenarios for 5G mobile and wireless communications: the vision of the METIS project // IEEE Communications Magazine. 2014. P. 26–35.
5. Rastislav Bencel, Kristián Košťál, Ivan Kotuliak, Michal Ries Common SDN control channel for seamless handover in 802.11 // Wireless Days (WD). 2018.
6. Болілій В.О., Котяк В.В. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник [Текст] / - Кіровоград: ЦОП Авангард, 2008. - 146с.
7. Костров Б.В., Смирнова Є.В., Козік П.В. Технології сучасних мереж Ethernet. Методи комутації та управління потоками даних / - ВНУ, 2012. - 272 с.
8. Трулав Дж. Мережі. Технології, прокладання, обслуговування. 3-тє вид / - НТ Прес, 2009. - 560 с.