

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 _____ Альберті Володимирі Петровичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Комп'ютерна мережа підприємства з підтримкою технології VPN _____

затверджена наказом по університету від “ 26 ” травня 2025 р. № 425 Ст

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

3. Вхідні дані до роботи _____

1. Розробка комп'ютерної мережі підприємства _____

2. Опис організаційної структури підприємства _____

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 мереж _____

4. Розробка загальної структури мережі підприємства _____

5. Аналіз та вибір апаратних засобів реалізації _____

6. Висновки _____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій 13 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	26.05.25-27.05.25	
2	Аналіз роботи підприємства	28.05.25-04.06.25	
3	Розробка структури корпоративної мережі установи	05.06.25-08.06.25	
4	Вибір апаратних засобів реалізації мережі	09.06.25-11.06.25	
5	Оформлення матеріалів кваліфікаційної роботи	12.06.25-14.08.25	
6	Подання кваліфікаційної роботи на рецензування	15.06.25	

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: 59 с., 28 рис., 5 табл., 1 дод., 8 джерел.

КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА, КОРПОРАТИВНА МЕРЕЖА, ВІРТУАЛЬНА ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, ТОПОЛОГІЯ, МЕРЕЖНА ТЕХНОЛОГІЯ, КОМУТАТОР, КОМУНІКАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в розробці проекту комп'ютерної мережі для сучасного підприємства. У процесі проектування враховано архітектурні особливості об'єкта.

У роботі розглянуто структурну топологію мережі, визначено основні типи фізичних з'єднань, зокрема використання витії пари та оптичного волокна для передачі даних. Описано конфігурацію мережевих каналів, обрано активне обладнання.

ABSTRACT

Bachelor's thesis: 59 pages, 28 figures, 5 tables, 1 appendices, 8 sources.

COMPUTER NETWORK, CORPORATE NETWORK, VIRTUAL LOCAL NETWORK, TOPOLOGY, NETWORK TECHNOLOGY, SWITCH, COMMUNICATION EQUIPMENT.

The purpose of the qualification work is to develop a computer network project for a modern enterprise. The architectural features of the object are taken into account in the design process.

The work considers the structural topology of the network, identifies the main types of physical connections, in particular the use of twisted pair and optical fiber for data transmission. The configuration of network channels is described, active equipment is selected.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	7
ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	9
1.1 Комп'ютерна мережа	9
1.1.1 Класифікація комп'ютерних мереж за сферою застосування	9
1.1.2 Топології локальних обчислювальних мереж	10
1.2 Еталонна модель ISO/OSI	12
1.3 Архітектура TCP/IP	15
1.3.1 Мережевий рівень	16
1.3.2 Транспортний рівень	17
1.4 Ethernet	18
1.5 Основні поняття кабельної системи	20
2 ПАСИВНЕ ТА АКТИВНЕ ОБЛАДНАННЯ МЕРЕЖ	25
2.1 Елементи організації кабельної мережі	25
2.2 Елементи кабельної розводки	27
2.3 Кабельні роз'єми	27
2.4 Активні елементи комп'ютерної мережі	28
3 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ	30
3.1 Склад активного обладнання	30
3.2 Структура вертикальної та горизонтальної кабельної системи	35
3.3 Схема розташування робочих станцій і периферійного обладнання	41
4 НАСТРОЙКА СТВОРЕНОЇ ККМ	43
ВИСНОВКИ	50
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	51
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи	52

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ВЛМ – віртуальна локальна мережа

ЛОМ – локальна обчислювальна мережа

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

HTTP – протокол передачі гіпертекстової інформації, Hypertext Transfer Protocol)

IP – міжмережний протокол адресації (англ., Internet Protocol)

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

MAN – мережа міського масштабу (англ., Metropolitan–Area Network)

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

STP – екранована кручена пара, (англ., Shielded Twisted Pair)

UTP – неекранована кручена пара (англ., Unshielded Twisted Pair)

WAN – глобальна мережа (Wide Area Network)

ATM – асинхронний спосіб передачі даних (Asynchronous Transfer Mode)

ВСТУП

У сучасному світі інформація набула статусу одного з найцінніших ресурсів, що зумовлює формування інформаційного суспільства. Основним інструментом для отримання, обробки та передавання інформації виступають комп'ютерні технології. З огляду на стрімкий розвиток ІТ-сфери, особливо важливою є ефективна інтеграція сучасних технологічних рішень у всі сфери діяльності суспільства.

Особливо динамічно розвиваються комп'ютерні мережі, які сьогодні забезпечують високошвидкісний та економічно вигідний обмін даними. Завдяки доступності апаратного забезпечення та оптимальним витратам на експлуатацію, впровадження мережевих рішень стає доцільним як для модернізації існуючих інфраструктур, так і для створення нових мережевих систем.

Однією з ключових вимог до сучасної мережі є її зручність у користуванні та простота адміністрування. В умовах постійного зростання обсягів інформації та темпів роботи, користувачі очікують надійного, швидкого й безперервного доступу до необхідних даних.

Ефективна діяльність будь-якої організації сьогодні неможлива без розвиненої обчислювальної інфраструктури, яка включає комп'ютери, локальні мережі, спеціалізоване програмне забезпечення, внутрішню телефонію, офісну техніку тощо. Усі ці елементи не лише забезпечують безперебійну роботу підрозділів компанії, а й сприяють зростанню її продуктивності, фінансових показників та загального розвитку, у тому числі створенню нових робочих місць.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Комп'ютерна мережа

Комп'ютерна мережа – це система взаємопов'язаних пристроїв, об'єднаних спільним середовищем передачі даних, яка забезпечує організований обмін інформацією між ними. З технічної точки зору, мережа формується шляхом з'єднання щонайменше двох або більше обчислювальних пристроїв, що дозволяє реалізувати передачу даних, повідомлень, зображень та іншого цифрового контенту між окремими вузлами (наприклад, робочими станціями) мережі [1].

1.1.1 Класифікація комп'ютерних мереж за сферою застосування

Однією з найбільш поширених категорій є локальні обчислювальні мережі (LAN – Local Area Network), які охоплюють обмежену географічну зону, наприклад, окрему будівлю, офіс або поверх.

Типові швидкості передачі даних у сучасних мережах цього типу досягають 1 Гбіт/с і вище, що забезпечує ефективний обмін інформацією між кінцевими пристроями [1].

До найменших за радіусом дії належать персональні мережі (PAN – Personal Area Network), які призначені для об'єднання пристроїв однієї особи, таких як комп'ютер, смартфон, планшет або інші портативні пристрої. Зазвичай PAN реалізується з використанням бездротових технологій короткого радіусу дії, наприклад Bluetooth або IrDA.

Міські обчислювальні мережі (MAN – Metropolitan Area Network) представляють собою об'єднання кількох локальних мереж, розташованих у межах одного міста або регіону. Вони забезпечують вищу швидкість передавання даних порівняно з LAN і можуть використовувати оптичні лінії

або високошвидкісні магістралі. Хоча MAN охоплює значно більшу територію, швидкісні характеристики зазвичай ще належать до категорії локальних мереж.

Глобальні мережі (WAN – Wide Area Network) охоплюють великі географічні простори та можуть з'єднувати пристрої й підмережі, розміщені в різних країнах і континентах. WAN характеризується широким спектром швидкостей передачі – від десятків Кбіт/с до декількох Гбіт/с, залежно від типу каналу зв'язку та використовуваних технологій.

1.1.2 Топології локальних обчислювальних мереж

Топологія локальної мережі визначає логічну або фізичну структуру взаємозв'язку мережевих пристроїв, що входять до її складу. Вона описує спосіб підключення вузлів, організацію маршрутизації даних та загальні принципи функціонування мережі. До базових типів топологій належать: шинна, кільцева, зіркоподібна та деревоподібна.

Логічна топологія описує послідовність і правила обміну даними між пристроями, тоді як фізична – відображає реальне розміщення кабельних з'єднань і обладнання. У практичних мережах фізична реалізація може відрізнятися від логічної схеми (рисунок 1.1).

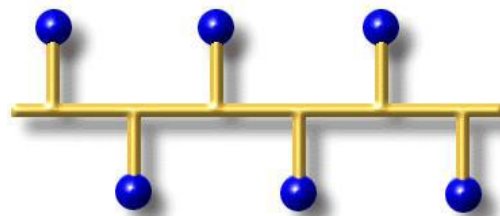


Рисунок 1.1 – Топологія «шина»

Шинна топологія передбачає послідовне підключення всіх вузлів до спільного пасивного середовища передачі – загальної магістралі. Інформація, що надсилається, передається по лінії до всіх вузлів, але приймається лише

адресованим пристроєм. Така організація дозволяє просто масштабувати мережу, а вихід з ладу окремої станції, як правило, не порушує працездатність усієї системи. Серед недоліків – обмежена довжина мережі, складність виявлення несправностей і чутливість до обриву основного кабелю.

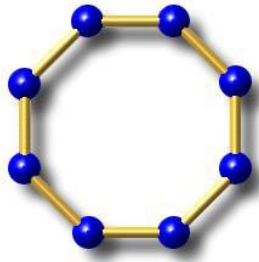


Рисунок 1.2 – Топологія «кільце»

Кільцева топологія реалізується шляхом послідовного з'єднання мережевих вузлів, при якому кожен пристрій взаємодіє з двома сусідніми – попереднім і наступним – утворюючи замкнутий контур (рисунок 1.2). Передача даних здійснюється в одному напрямку по кільцю до адресата. Основним недоліком такої топології є низька стійкість до відмов: збій будь-якого вузла або ділянки кабелю призводить до порушення роботи всієї мережі.

Зіркоподібна топологія передбачає підключення всіх мережевих пристроїв до центрального активного елемента, яким може бути комутатор, концентратор або маршрутизатор. Такий підхід забезпечує високу локалізацію несправностей – вихід з ладу окремої лінії або пристрою не впливає на функціонування всієї мережі. Водночас слабким місцем залишається сам центральний вузол: його відмова призводить до зупинки всієї системи передачі даних (рисунок 1.3).

Деревоподібна топологія є природним розвитком зіркоподібної структури, що поєднує декілька зірок у вигляді ієрархічно організованої системи. Найчастіше використовується в широкосмугових мережах, зокрема

в середовищах, де застосовуються волоконно-оптичні канали передачі. За своїми функціональними характеристиками ця топологія близька до зіркової: вона забезпечує централізоване управління трафіком, можливість масштабування та спрощену локалізацію несправностей, однак має складнішу структуру та вищі вимоги до планування і адміністрування (рисунок 1.4).

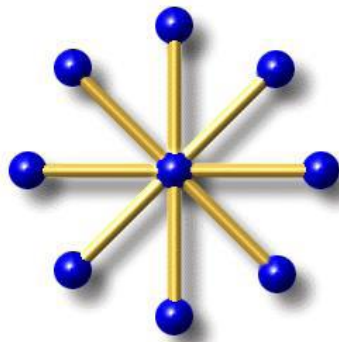


Рисунок 1.3 – Топологія «зівка»

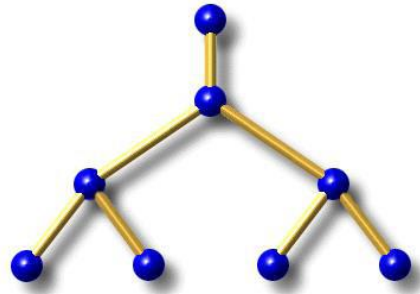


Рисунок 1.4 – Топологія «дерево»

1.2 Еталонна модель ISO/OSI

Еталонна модель OSI (Open Systems Interconnection) була розроблена Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) з метою структурованого підходу до проектування мережевих протоколів і забезпечення сумісності між різними мережевими системами [2]. Ця модель поділяє функціональність мережі на сім взаємодіючих рівнів: фізичний, каналний, мережевий, транспортний, сеансовий, презентаційний та прикладний.

Модель OSI реалізується як на стороні передавального пристрою, так і на стороні приймача. Основний принцип полягає в тому, що кожен рівень отримує послуги від нижчого шару, обробляє отриману інформацію та передає її на вищий рівень. Модель передбачає горизонтальну взаємодію відповідних рівнів обох систем.

Рівні моделі поділяються на дві категорії – нижні (фізичний, каналний, мережевий і транспортний) та верхні (сеансовий, презентаційний і прикладний). Верхні рівні мають справу виключно з програмними функціями, зокрема з взаємодією користувача з мережею через прикладні програми. Прикладний рівень, що знаходиться на вершині моделі, є найближчим до кінцевого користувача і забезпечує інтерфейс для прикладних процесів. Сеансовий і презентаційний рівні підтримують синхронізацію, встановлення та форматування даних для комунікації.

Нижні рівні, у свою чергу, відповідають за передачу даних через фізичне середовище. Фізичний і каналний рівні зазвичай реалізуються як в апаратному, так і в програмному забезпеченні (рисунок 1.5).

Фізичний рівень моделі OSI є найближчим до середовища передачі (наприклад, оптичного волокна або мідного кабелю) і відповідає за перетворення цифрової інформації у фізичні сигнали. Він визначає такі параметри, як рівні напруги, часові інтервали передачі бітів, типи роз'ємів, характеристики сигналу, частотні діапазони тощо. Також на цьому рівні встановлюється режим роботи лінії – напівдуплексний або повнодуплексний – залежно від здатності передавати й приймати дані одночасно.

Таким чином, фізичний рівень має справу як з електричними або оптичними характеристиками, так і з фізичним представленням даних у вигляді бітових послідовностей [2].

Канальний рівень відповідає за організацію потоку даних у вигляді кадрів. Його завданням є формування кадру з потоку бітів, отриманого від фізичного рівня, шляхом додавання заголовків і трейлерів, які містять службову інформацію, необхідну для контролю доставки. Він реалізує

фізичну (MAC) адресацію, а також здійснює контроль доступу до спільного середовища, управління потоком і виявлення/виправлення помилок при передачі.

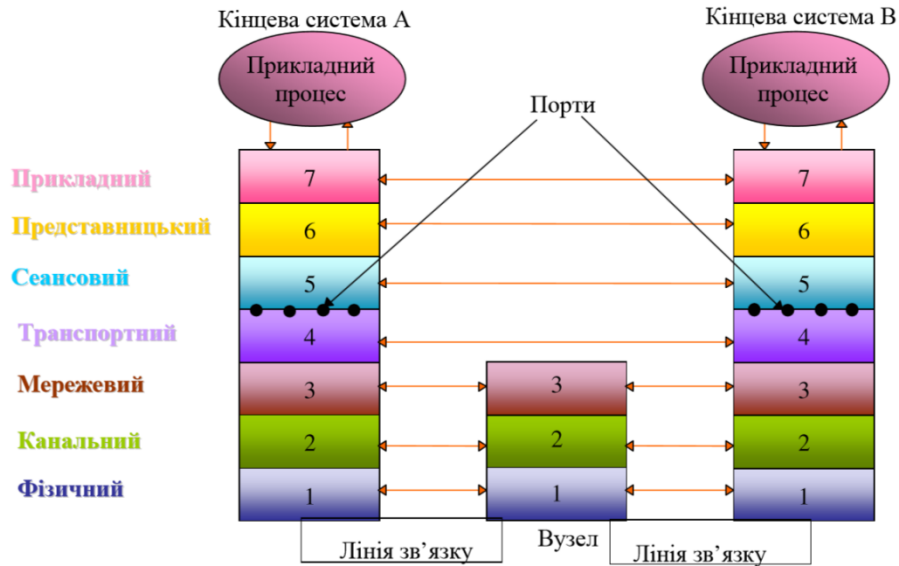


Рисунок 1.5 – Модель ISO/OSI

Мережевий рівень забезпечує доставку пакетів даних до довільної точки мережі, незалежно від фізичного розміщення вузлів. Це досягається шляхом використання логічної (мережевої) адресації, а також функцій маршрутизації.

Завдяки ієрархічній структурі адрес даного рівня можливо реалізовувати поділ мережі на підмережі та визначати маршрут проходження пакетів через проміжні вузли (маршрутизатори). Усі ці функції дозволяють об'єднувати окремі каналні сегменти в єдину мережу, забезпечуючи адресовану передачу незалежно від фізичних або топологічних характеристик підмереж.

Транспортний рівень відповідає за забезпечення надійної наскрізної передачі даних між прикладними процесами, які працюють на різних вузлах мережі. Його функції включають встановлення з'єднання, контроль цілісності та порядку доставки даних, повторну передачу в разі втрат, а також сегментацію й повторне збирання великих обсягів інформації. Цей

рівень може реалізовувати як з'єднаний (надійний), так і нез'єднаний (ненадійний) типи сервісу залежно від вимог прикладного рівня. Одиницею передачі тут виступає дейтаграма або сегмент.

Сеансовий рівень відповідає за встановлення, підтримку та завершення сеансу зв'язку між прикладними процесами. Він забезпечує аутентифікацію, дозвіл на доступ до ресурсів, відновлення сеансу після збоїв і керування діалогом (наприклад, чергування «запит–відповідь»).

Презентаційний рівень виконує функції перетворення форматів даних, що передаються між гетерогенними системами. Він забезпечує узгоджене представлення даних, незалежно від архітектури або програмного забезпечення кінцевих пристроїв. Серед його функцій – кодування, перекодування, шифрування, дешифрування та стиснення інформації. Таким чином, він гарантує, що дані, надіслані з одного прикладного рівня, будуть коректно інтерпретовані на іншому.

Прикладний рівень є найвищим у моделі OSI і безпосередньо взаємодіє з прикладним програмним забезпеченням користувача. Він визначає доступність віддалених ресурсів, здійснює ідентифікацію кінцевих систем і керує синхронізацією комунікації. Прикладний рівень ініціює комунікацію, перевіряє готовність партнера до обміну, визначає, чи доступні потрібні ресурси, і забезпечує відповідність між прикладними запитам користувача та службами нижчих рівнів.

1.3 Архітектура TCP/IP

Архітектура TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) являє собою набір мережевих протоколів, призначених для передачі даних у великих масштабованих мережах, зокрема в Інтернеті [3]. Вона охоплює широкий спектр протоколів, що функціонують на різних рівнях мережевої взаємодії, забезпечуючи повноцінну підтримку обміну даними від фізичного середовища до прикладного рівня.

На відміну від еталонної моделі OSI, яка складається з семи рівнів, модель TCP/IP має лише чотири логічно структуровані рівні. Вони інтегрують функціональність кількох рівнів OSI, забезпечуючи більш практичний підхід до побудови мережевих систем. Структура моделі TCP/IP представлена на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Порівняння рівнів TCP/IP і ISO/OSI

У моделі TCP/IP канальний і фізичний рівні об'єднані в єдиний рівень, який називається рівнем мережевого інтерфейсу. Він включає всі аспекти фізичного підключення вузлів до мережі, зокрема аналогові модемні з'єднання через телефонні лінії, бездротові з'єднання (наприклад, Wi-Fi), а також найбільш поширене підключення через локальну мережу за технологією Ethernet [3].

Особливу увагу в архітектурі TCP/IP приділено мережевому та транспортному рівням, які забезпечують логічну адресацію, маршрутизацію та надійність передавання даних у складених розподілених мережах.

1.3.1 Мережевий рівень

Мережевий рівень є базовим рівнем у структурі TCP/IP і часто згадується як IP-рівень або рівень Інтернету. Його основне призначення – забезпечення базової функціональності передавання даних, адресації

мережевих пристроїв, управління трафіком і маршрутизації між підмережами. Ключовим протоколом цього рівня є IP-протокол, який оперує логічними (мережевими) адресами, забезпечує їх призначення для кожного активного вузла мережі, а також підтримує маршрутизацію між сегментами мережі.

IP-протокол є протоколом дейтаграмного типу, що не передбачає встановлення з'єднання і не гарантує доставку даних між хостами. Ідентифікація кожного вузла здійснюється за IP-адресою, яка повинна бути унікальною для кожного пристрою в мережі. На сьогодні основними версіями IP-протоколу є IPv4 та IPv6.

1.3.2 Транспортний рівень

У рамках архітектури TCP/IP транспортний рівень відповідає за доставку даних безпосередньо до конкретного процесу, який виконується на віддаленому вузлі. Цей рівень забезпечує можливість встановлення надійного з'єднання, що не залежить від рівня надійності нижчих рівнів моделі.

Процеси, що взаємодіють через транспортний рівень, ідентифікуються за допомогою номерів портів, які виступають як точки з'єднання між транспортним і прикладним рівнями.

Важливою функцією транспортного рівня є створення віртуальних каналів зв'язку, через які відбувається обмін даними між прикладними протоколами. На цьому рівні використовуються два основні протоколи – UDP і TCP.

Протокол UDP (User Datagram Protocol) орієнтований на мінімальні затримки та простоту, використовується в додатках, де не критична повна надійність. Він не забезпечує контроль послідовності чи доставки, проте містить контрольну суму й ідентифікацію портів, зберігаючи низьке навантаження на систему.

Протокол TCP (Transmission Control Protocol), навпаки, реалізує надійний, встановлений зв'язок поверх IP, забезпечуючи логічне з'єднання між двома процесами. TCP підтримує повнодуплексний обмін, контроль потоку, перевірку правильності доставки та порядок передавання даних, а також автоматичне відновлення у випадку втрат і контроль завершення сеансу.

1.4 Ethernet

У сфері комп'ютерних мереж існує безліч технологій передачі даних, заснованих на різних принципах. Проте саме технологія Ethernet стала найбільш поширеним і успішним стандартом для локальних мереж [4].

В рамках моделі OSI Ethernet охоплює фізичний та каналний рівні. Фізичний рівень визначає спосіб передачі окремих бітів, а каналний – правила організації послідовності бітів у кадри. Початково Ethernet було розроблено для роботи з грубим коаксіальним кабелем, що забезпечував передачу даних зі швидкістю до 10 Мбіт/с. Згодом технологія була адаптована для роботи з іншими типами середовищ передачі та для підтримки вищих швидкостей.

Ethernet було створено у 1970-х роках корпорацією Xerox у Каліфорнії за участю Intel. Метою розробників було інтегрувати Ethernet у вигляді схеми в інтегральні мікросхеми, що дозволило б знизити виробничі витрати на мережеві карти.

Також до проекту приєдналася компанія Digital Equipment Corporation (DEC), яка на той час займала друге місце у світі за обсягами виробництва комп'ютерів. Перша версія Ethernet відома як DIX Ethernet.

З моменту появи у 1976 році Ethernet зазнав численних змін та удосконалень, що призвело до появи кількох варіантів цієї технології. Однією з ключових характеристик Ethernet є метод колізійного доступу CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). Технологія

підтримує різні топології та типи кабелів, визначені відповідними специфікаціями, проте дотримання топологічних вимог є обов'язковим. Початково Ethernet працював на швидкості 10 Мбіт/с (таблиця 1.1).

Наступним поширеним стандартом став Fast Ethernet із швидкістю 100 Мбіт/с, який і досі широко застосовується, зокрема у домашніх мережах і невеликих офісах. Відмінність між Gigabit Ethernet і Fast Ethernet полягає насамперед у швидкості передачі даних – Gigabit Ethernet забезпечує до 1 Гбіт/с. Для досягнення таких показників необхідно використовувати якісніші кабелі, проте інші компоненти мережі залишаються без змін. Цей стандарт широко впроваджується у нові мережі і орієнтований на застосування оптичних та витих пар.

Таблиця 1.1 – Порівняння версій Ethernet

Версія Ethernet	Стандарт	Швидкість передачі	Середовище передачі	Основна топологія	Особливості
Ethernet 10 Мбіт/с	802.3	10 Мбіт/с	Грубий коаксіальний кабель, витая пара, оптоволокло	Шина, зірка	Початкова версія, метод доступу CSMA/CD
Fast Ethernet (100 Мбіт/с)	802.3u	100 Мбіт/с	Вита пара (Cat5), оптоволокло	Зірка	Широко використовується в малих і домашніх мережах
Gigabit Ethernet	802.3z	1 Гбіт/с	Вита пара (Cat5e/Cat6), оптоволокло	Зірка	Потребує кращого кабелю, використовується в сучасних мережах
Ethernet 10 Гбіт/с	802.3ae	10 Гбіт/с	Оптоволокло, вита пара (обмежено)	Зірка	Підтримка LAN, MAN, WAN; не підтримує хаби

Найшвидшою версією Ethernet є Ethernet 10 Гбіт/с, який підтримує передачу даних зі швидкістю до 10 Гбіт/с. Цей стандарт застосовується не лише в локальних мережах (LAN), а й у міських (MAN) і глобальних (WAN)

мережах. При використанні одномодового оптичного кабелю відстань передачі може сягати десятків кілометрів. Однією з відмінностей цієї версії є відмова від використання хабів – лише комутатори і сучасне обладнання підтримують цей стандарт. Ethernet 10 Гбіт/с використовує ті ж формати кадрів та адресації, що й Fast Ethernet і Gigabit Ethernet, але відрізняється способом кодування бітів. Середовищем передачі є як мідні, так і оптичні кабелі.

1.5 Основні поняття кабельної системи

Лінія – це траєкторія передачі сигналу між двома інтерфейсами універсального кабелю, що не включає з'єднувальні кабелі обладнання та робочих місць.

Канал – це шлях передачі між двома точками, що з'єднує довільні пристрої, і включає лінію, а також з'єднувальні кабелі обладнання і робочих місць.

Робоча зона – це частина будівлі (наприклад, офіс), де телекомунікаційна розетка (ТО) є інтерфейсом між кінцевим обладнанням користувача і кабельною системою.

Телекомунікаційна кімната – спеціальне приміщення для розміщення мережевого обладнання, яке повинно відповідати таким вимогам:

- достатній простір для розміщення устаткування;
- наявність стабільного електроживлення змінного струму;
- належне заземлення;
- ефективна вентиляція або кондиціонування з підтримкою температури близько 21 °С і вологості 30–50%;
- якісне освітлення;
- підлога, стійка до статичної електрики;
- пожежну безпеку (протипожежні двері та автоматичну систему пожежогасіння);

- захист від атмосферних впливів та інших аварійних ситуацій (нагрівання тощо).

У структурованих кабельних системах середовище передачі визначає якість та швидкість передавання даних. Металевий кабель дозволяє забезпечити швидкість до 10 Гбіт/с на відстані до 100 метрів і, як правило, застосовується на коротких ділянках [5].

Найпоширенішим типом металевого кабелю у локальних мережах є вита пара – похідна від телефонного кабелю. Вона складається з восьми провідників, які утворюють чотири скручені пари. Назва походить від технології скручування: скручування провідників у парах із регулярною зміною положення зменшує електромагнітні перешкоди та взаємний вплив між парами.

На практиці найчастіше використовуються такі категорії виті пари:

Категорія 5 (Cat 5/5e) – смуга частот до 100 МГц, підтримка передачі даних на швидкості 100 Мбіт/с або до 1 Гбіт/с за умови використання всіх восьми провідників.

Категорія 6 (Cat 6) – смуга частот до 250 МГц. Хоча номінально має кращі параметри, переваги над Cat 5e не завжди відчутні на практиці.

Категорія 7 (Cat 7) – кожна пара екранована окремо, смуга частот до 600–700 МГц. Завдяки екрануванню забезпечує покращену стійкість до перешкод і вищу пропускну здатність.

Категорії кабелів відрізняються за конструктивними характеристиками, що впливають на пропускну здатність (таблиця 1.2). Щоб досягти швидкостей, передбачених стандартом, необхідно використовувати відповідні активні мережеві пристрої та компоненти.

Вита пара буває двох основних типів залежно від наявності екранування:

- UTP (Unshielded Twisted Pair, неекранована вита пара) – скручені пари проводів, які поміщені безпосередньо в загальну пластикову оболонку без будь-якого екранування.

- STP (Shielded Twisted Pair, екранована вита пара) – додатково оснащена металевим екраном навколо кожної пари або навколо всього кабелю, що забезпечує підвищений захист від електромагнітних завад.

- FTP (Foiled Twisted Pair) – має фольгований екран навколо всієї групи пар, але не навколо кожної окремо (забезпечує базовий рівень захисту при менших витратах, ніж STP).

Таблиця 1.2 – Класи використання категорій кабелю

Клас	Категорія кабелю	Смуга частот	Максимальна швидкість	Екранування	Типове застосування
D	Cat 5	до 100 МГц	100 Мбіт/с	Немає	Старі локальні мережі
D	Cat 5e	до 100 МГц	до 1 Гбіт/с	Може бути UTP/FTP	Домашні та офісні мережі
E	Cat 6	до 250 МГц	до 1 Гбіт/с (до 10 Гбіт/с на коротких ділянках)	UTP/FTP	Сучасні офісні мережі
F	Cat 7	до 600–700 МГц	до 10 Гбіт/с	S/FTP	Центри обробки даних, гігабітні мережі

Екрановані типи вити пари (STP, FTP) є дорожчими у порівнянні з UTP і застосовуються переважно в умовах підвищених електромагнітних завад – наприклад, у промислових приміщеннях, поблизу джерел високовольтного обладнання або в магістральних ділянках мереж (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Неекранована та екранована виті пари

Окрім скручених пар, у мережевих інфраструктурах використовуються також інші типи кабелів, зокрема коаксіальні та оптичні.

Коаксіальний кабель застосовується переважно для передавання високочастотних сигналів. Його конструкція включає дві концентрично розташовані провідникові жилки – центральний провідник і зовнішній екран (трубка або оплетка), розділені високоякісним діелектриком.

Зовнішній екран зазвичай виконується у вигляді згорнутої мідної стрічки або мідної сітки, поверх якої нанесено захисне ізоляційне покриття. Завдяки електромагнітним характеристикам та якісному діелектрику коаксіальні кабелі здатні передавати сигнали в широкій смузі частот – до кількох гігагерц [5].

Оптичний кабель використовується в умовах, коли потрібна висока швидкість передавання даних і велика довжина лінії. Оптичне волокно є ідеальним вибором для середовищ із сильними електромагнітними завадами, таких як промислові об'єкти, завдяки своїй електромагнітній нечутливості. Також воно забезпечує мінімальне затухання сигналу та високу пропускну здатність, що робить його оптимальним для побудови магістральних та розподільчих ліній зв'язку (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Оптичний кабель

Дані в оптичних кабелях передаються у вигляді світлових імпульсів, які поширюються оптичними волокнами. Основним елементом оптичного кабелю є саме волокно, яке розміщено у шарі вторинного захисту. Цей захисний шар запобігає виникненню мікро- та макрозгинів, що можуть негативно вплинути на якість переданого сигналу.

Залежно від конструкції оптичного волокна розрізняють два основних типи: багатомодове волокно (MMF – Multimode Fiber) та одномодове волокно (SMF – Singlemode Fiber).

Багатомодове волокно характеризується гіршими оптичними властивостями порівняно з одномодовим. Зокрема, неоднорідність показника заломлення в різних ділянках серцевини спричиняє розщеплення світлового сигналу на кілька мод, які досягають приймача з різним часовим зсувом. Це явище призводить до спотворення сигналу (модова дисперсія). Джерелом світла для багатомодових волокон, як правило, є світлодіод (LED).

Незважаючи на обмеження щодо дальності передачі, багатомодові волокна залишаються оптимальним вибором для реалізації оптичних сегментів у локальних мережах, де довжина ліній, як правило, не перевищує кількох сотень метрів.

Одномодове волокно (SMF – Singlemode Fiber) має серцевину з дуже малим діаметром та однорідним показником заломлення, що забезпечує проходження лише одного світлового променя (моди) вздовж усього волокна. Завдяки цьому повністю усувається модова дисперсія, що суттєво покращує якість сигналу.

Такі волокна вирізняються високими оптичними характеристиками, дозволяють досягати надвисокої пропускну здатності та забезпечують передачу сигналу на великі відстані – до десятків кілометрів без потреби у підсиленні. Як джерело світла в одномодових волокнах застосовуються високоякісні лазери, зокрема лазери з розподіленим зворотним зв'язком (DFB-лазери).

Одномодове волокно використовується переважно в магістральних, операторських та корпоративних мережах, де критичними є швидкість передачі та дальність покриття.

2 ПАСИВНЕ ТА АКТИВНЕ ОБЛАДНАННЯ МЕРЕЖ

2.1 Елементи організації кабельної мережі

До елементів організації кабельної інфраструктури належать компоненти, що забезпечують структуроване розміщення й управління кабелями мережі. Основними складовими цієї групи є комутаційні шафи та відповідні аксесуари.

Комутаційна шафа з аксесуарами являє собою фізичну реалізацію мережевого вузла (рисунок 2.1). В залежності від призначення й умов експлуатації використовуються різні конструкції шаф, зокрема:

- відкриті рами (настінні або підлогові);
- комутаційні щити (настінного чи стійкового виконання);
- спеціалізовані щити для конкретних завдань;
- мобільні (пересувні) шафи.

Основним параметром вибору шафи є її монтажна ємність, яка визначається кількістю монтажних одиниць (юнітів), що відповідають висоті одного блоку – 1 юніт = 44,5 мм (1,75"). Стандартна монтажна ширина становить 19 дюймів, хоча зустрічаються також моделі 21" і 23".

Комутаційні шафи найчастіше розміщуються у телекомунікаційних приміщеннях. Для таких умов доцільно застосовувати відкриті каркасні конструкції, які забезпечують:

- зручний доступ до обладнання;
- ефективну вентиляцію та природне охолодження активних пристроїв.

У випадках, коли встановлення відкритої конструкції неможливе, використовуються закриті комутаційні шафи. Рекомендується вибирати моделі з резервом по кількості юнітів, що дозволить без ускладнень проводити розширення мережі в майбутньому.

Важливо: усі шафи даних мають бути заземлені відповідно до чинних стандартів, навіть у випадку використання неекранованого кабелю. Якщо застосовується екранований кабель, заземлення виконується виключно в розподільному щиті, бажано в одній точці разом із системою основного заземлення.

На стороні користувача заземлення реалізується через обладнання, підключене до мережевої розетки.



Рисунок 2.1 – Шафа даних

Для забезпечення зручності монтажу, організації кабельної інфраструктури та підключення обладнання в комутаційній шафі (розподільному щиті) використовуються спеціалізовані аксесуари, зокрема:

- кабельний органайзер – призначений для впорядкованого укладання кабелів усередині шафи, зменшення навантаження на з'єднання та забезпечення доступу до портів;

- полиця для комутатора (або обладнання) – служить для розміщення активних пристроїв (наприклад, комутаторів, маршрутизаторів, медіаконвертерів), які не мають стандартного кріплення у форматі 19";

- розподільна панель (електроживлення) – забезпечує електроживлення обладнання, встановленого в розподільному щиті. Зазвичай має декілька розеток (230 В), іноді – з додатковим захистом від перенапруги.

2.2 Елементи кабельної розводки

До цієї групи елементів належать пристрої, що забезпечують напрямок, фіксацію та захист кабелів і кабельних джгутів у кабельній системі. Вибір відповідних елементів кабельної розводки має враховувати дотримання мінімального радіусу вигину кабелю, що є критичним як для оптичних, так і для металевих кабелів, задля збереження їх працездатності та довговічності.

Основні елементи кабельної розводки:

- захисні смужки – використовуються для фіксації кабелів і запобігання їх пошкодженню у місцях вигину чи перетину;
- підвіконня – служать для організації кабельних трас вздовж стін, під вікнами або під підвіконнями;
- дотові решітки для підлоги – застосовуються для прокладання кабелів у приміщеннях, забезпечуючи підтримку та вентиляцію кабельних трас;
- труби заземлення – призначені для захисту кабелів від електричних наводок та забезпечення заземлення;
- підвісні труби – використовуються для прокладання кабелів у приміщеннях зі складною архітектурою або великою висотою стель;
- скрутники спіралей – застосовуються для акуратного збирання і фіксації кабельних пучків у вигляді спіралі.

2.3 Кабельні роз'єми

Кабельні роз'єми призначені для завершення кабелів у робочих приміщеннях та в розподільних шафах. Найчастіше для цих цілей застосовуються патч-панелі та розетки даних.

Патч-панелі використовуються для організованого завершення та з'єднання кабелів у розподільному щиті, що полегшує управління мережею, її масштабування та обслуговування.

Розетки даних встановлюються безпосередньо в робочих приміщеннях для підключення кінцевого обладнання користувачів. Вони забезпечують зручність доступу до мережі та можуть бути підібрані з урахуванням естетичних вимог інтер'єру.

2.4 Активні елементи комп'ютерної мережі

Активні елементи локальної мережі – це пристрої, які забезпечують з'єднання та взаємодію всіх компонентів мережі в межах будівлі або кампусу, таких як комп'ютери, сервери, принтери, IP-телефони та IP-камери. Вони мають суттєвий вплив на ключові параметри мережі.

Ретранслятор (повторювач) є найпростішим активним пристроєм. Він служить для посилення та регенерації електричного сигналу, що дозволяє збільшити відстань передачі. Ретранслятор використовується для з'єднання однотипних сегментів мережі.

Конвертер посилює сигнал і одночасно перетворює його з одного типу носія на інший, наприклад, з оптичного кабелю на мідний.

Хаб (концентратор) виконує функцію розгалуження сигналу, розподіляючи його між кількома пристроями, що підключені до нього. Хаби є основним елементом топології «зірка», проте вони одночасно передають дані всім пристроям, що може спричинити колізії та зниження продуктивності.

Міст призначений для з'єднання двох локальних мереж. Він аналізує фізичні адреси пакетів і пересилає їх лише до необхідної мережі. Міст розділяє велику мережу на менші сегменти, покращуючи її продуктивність, а також забезпечує захист від помилок і перевантажень. Крім того, мости можуть з'єднувати мережі різних стандартів.

Комутатор здійснює функції, схожі з функціями мосту, і часто його називають багатопортовим мостом. Він надсилає дані лише на той порт, до якого потрібно передати інформацію, що значно підвищує ефективність.

Пакети проходять фільтрацію між портами: комутатор аналізує вхідні дані за адресою або протоколом і приймає рішення, куди саме їх переслати. Це дозволяє зменшити кількість зайвого трафіку та уникнути колізій у мережі, підвищуючи загальну продуктивність і надійність.

Маршрутизатор відповідає за передачу даних між двома або кількома комп'ютерними мережами. Його ключова функція полягає у з'єднанні різнорідних мереж за допомогою єдиного протоколу передачі. Основним завданням маршрутизатора є маршрутизація даних усередині мережі.

3 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

3.1 Склад активного обладнання

Вибір мережевого обладнання здійснюється з урахуванням функціональних потреб та специфіки роботи співробітників підприємства.

DELL R340 (4x3.5) LFF – це компактний сервер початкового рівня, спеціально розроблений для потреб малого та середнього бізнесу. Він підтримує встановлення до чотирьох жорстких дисків формату 3.5" LFF, що робить його зручним рішенням для завдань зберігання великих обсягів інформації, резервного копіювання або розгортання баз даних.

Ця модель оснащена сучасними процесорами лінійки Intel Xeon E-Series, які забезпечують високу продуктивність під час виконання ключових бізнес-процесів. Завдяки компактному форм-фактору 1U сервер легко інтегрується в існуючу інфраструктуру, ефективно використовуючи простір у серверній стійці. Крім того, технологія iDRAC9 забезпечує зручне та безпечне віддалене адміністрування, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в роботі системи та мінімізувати час простою (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Сервер DELL R340

Cisco 3550 – це 48-портовий швидкий комутатор Ethernet для корпоративних мереж. WS-C3550-48-EMI – це стекований 48-портовий комутатор. Комутатор має 48 портів, а також два гігабітні оптоволоконні порти GBIC. Cisco Catalyst 3550 монтується в стійку та може поміститися в будь-який стандартний 19-дюймовий корпус (рисунок 3.2).

Cisco WS-C3550-48-EMI забезпечує розширені функції корпоративного рівня, такі як якість обслуговування (QoS). WS-C3550-48-EMI надає додаткові функції, такі як віртуальні локальні мережі, протокол кількох сховищевих дерев, відстеження IGMP та автоматичне узгодження всіх портів.



Рисунок 3.2 –Комутатор Cisco WS-C3550-48-EMI

Інтелектуальні комутатори серії Cisco Catalyst WS-C3550 представляють собою багаторівневі рішення корпоративного рівня, які поєднують у собі високий рівень доступності, безпеки та підтримки якості обслуговування (QoS). Їхнє впровадження сприяє підвищенню продуктивності та стабільності роботи мережі.

Моделі цієї серії оснащені комутаційними матрицями різної пропускної здатності: наприклад, для Catalyst 3550-12G і 3550-12T цей показник становить 24 Гбіт/с, тоді як для Catalyst 3550-48 — 13,6 Гбіт/с. У свою чергу, моделі 3550-24-DC та 3550-24-FX мають комутаційну матрицю з пропускною здатністю 8,8 Гбіт/с (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 –Комутатор Cisco Catalyst WS-C3550-24

Максимальна швидкість пересилання для моделей 3550-12G і 3550-12T досягає 12 Гбіт/с на другому та третьому рівнях моделі OSI. У випадку з Catalyst 3550-48 цей показник становить 6,8 Гбіт/с, а для інших

представників серії, таких як 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC та 3550-24-FX, вона сягає 4 Гбіт/с. Швидкість пересилання для 64-байтових пакетів становить до 17,0 мільйонів пакетів за секунду для моделей 3550-12G і 3550-12T. Інші модифікації, зокрема Catalyst 3550-48, демонструють швидкість до 10,1 мільйонів пакетів за секунду. Це дозволяє забезпечити надійну передачу даних і стабільну роботу мережі навіть за умов високого навантаження.

З'єднання з віддаленими підрозділами та доступ до глобальної мережі Інтернет буде реалізовано за допомогою маршрутизатора CISCO 1921 SEC/K9, технічні характеристики якого наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики маршрутизатора Cisco 1921 SEC / K9

Найменування	Характеристики
Тип обладнання	Маршрутизатор
Кількість портів Ethernet	2
Стандарти	IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet
Топологія	зірка
Мережеві кабелі	UTP категорії 5, 5e (до 100 метрів) EIA/TIA-568 100 Ом STP (до 100 метрів)
Швидкість	10/100/1000 Мбіт/с
Протоколи маршрутизації	IGMPv3, PIM-SSM, EIGRP, BGP, GRE, PIM-SM, статична IPv4 маршрутизація, статична IPv6 маршрутизація, OSPF, DVMRP, IS-IS.
Відмінні властивості	підтримка: VPN, IPv6, VLAN, Syslog, MPLS захист файрволом, QoS, CBWFQ, WRED

На рисунку 3.4 показано маршрутизатор Cisco 1921 SEC/K9.



Рисунок 3.4 – Маршрутизатор Cisco 1921 SEC/K9

3.2 Поточний стан

На сучасному етапі виникла необхідність у створенні високопродуктивної, територіально розподіленої корпоративної локальної обчислювальної мережі. Її основою виступатиме єдина ЛОМ із можливістю підключення до віддаленого підрозділу через інтернет-канал передачі даних.

У структурі такої корпоративної мережі передбачається реалізація окремих незалежних сегментів локальної мережі за технологією Gigabit Ethernet, що дозволяє забезпечити повноцінний доступ до ресурсів і організувати їх взаємодію. Основним завданням з'єднувального сегмента є побудова ефективної комунікаційної інфраструктури між віддаленими підрозділами з високою швидкістю передавання даних, а також забезпечення централізованого доступу до баз даних підприємства.

Для організації зв'язку з віддаленим офісом доцільно використати технологію VPN, що працює на основі Інтернету. Для цього необхідне застосування обладнання з підтримкою динамічної маршрутизації, що забезпечить побудову оптимальних маршрутів передавання даних, мінімізуючи затримки та підвищуючи надійність каналу зв'язку.

Основна локальна мережа охоплює головний офіс, регіональну філію та офіс продажів, які розташовані на значній відстані від центрального офісу й поза зоною доступності для прокладання фізичної кабельної інфраструктури. Характеристики будівель, їх площі та взаємне розташування зведено в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристика приміщень об'єкта

Найменування будівлі	Габаритні розміри будівлі (довжина * ширина = площа)	Кількість робочих місць	Відстань від приміщення офісу, км
Головний офіс	18 м x 8 м x 2 поверх = 288 м ²	11 + 2 сервера	—
Регіональний філіал	12 м x 7 м x 1 поверх = 84 м ²	5	1500
Регіональний офіс продаж	13 м x 7 м x 1 поверх = 91 м ²	5	200

Регіональна філія та офіс продажів забезпечують підключення до головного офісу через мережу Інтернет, використовуючи послуги інтернет-провайдера.

Для відділу продажів надається доступ за технологією Ethernet зі швидкістю до 100 Мбіт/с, при цьому магістральний канал реалізовано на основі оптоволоконної лінії зв'язку.

Для розміщення комутаційного та активного обладнання локальної мережі й елементів структурованої кабельної системи (СКС) у приміщенні офісу буде організовано технічне приміщення, відокремлене перегородкою. У ньому передбачається встановлення 19-дюймової настінної монтажної шафи та монтажної стійки для зручності розміщення обладнання.

Перед початком проектування ЛОМ необхідно визначити її основні вимоги та завдання, які має забезпечувати мережева інфраструктура. Проектування виконується для локальної мережі організації, у якій передбачено 21 робоче місце, розташоване у трьох будівлях. Мережева структура має включати центральний сервер, обладнання для доступу до глобальної мережі, а також засоби комунікації між окремими підрозділами всередині ЛОМ.

Для реалізації проєкту необхідно встановити мережеві параметри та визначити принципи з'єднання елементів через активне та пасивне обладнання. Як базову обрано топологію «зірка», у якій використовується 4-парна мідна вита пара категорії 5e.

Під час прокладання кабельної системи слід дотримуватись технічної вимоги: довжина кабельного сегмента не повинна перевищувати 90 метрів між комунікаційним обладнанням і користувацькими пристроями.

Для побудови ЛОМ передбачено використання стандарту Gigabit Ethernet 1000Base-T, який функціонує на основі топології «зірка» з кабельною системою типу UTP категорії 5e. Такий підхід дозволяє організувати обмін даними як у дуплексному, так і в напівдуплексному режимах.

3.2 Структура вертикальної та горизонтальної кабельної системи

Доменний сервер і сервер баз даних розміщено в окремому сегменті мережі, з доступом до нього з усіх інших сегментів ЛОМ. Водночас передбачене обмеження взаємодії між підсистемами локальної мережі задля підвищення рівня безпеки.

Підключення до глобальної мережі Інтернет здійснюється через маршрутизатор, який одночасно виконує функції міжмережевого екрана (брандмауера), з'єднаний із серверним комутатором і забезпечує захист локальної мережі від зовнішніх загроз.

Наявність двох окремих серверів зумовлена потребою в підвищеній продуктивності для обробки даних, а також у забезпеченні інформаційної безпеки. Сервер домену виконує функції файлового сервера, контролера домену та засобу централізованого управління доступом до ресурсів мережі.

Для сегментації мережі та організації міжсегментних з'єднань застосовано керовані комутатори, з'єднані між собою через оптоволоконні лінії. Такі комутатори функціонують на каналному (другому) рівні моделі

OSI та забезпечують розмежування доступу до підмережі за MAC-адресами. Вони реалізовані на базі мостових технологій та вважаються багатопортовими мостами. Для маршрутизації між мережами на основі мережевого (третього) рівня використовуються маршрутизатори.

Проектування локальної мережі виконується на двох рівнях: логічному та фізичному. Логічна модель передбачає визначення зв'язків між пристроями, порядок їх підключення, роль кожного пристрою та послідовність обміну даними. Фізичний рівень описує розташування обладнання, кабельні з'єднання та організацію технічних вузлів.

Використання сучасної мережевої інфраструктури дозволяє суттєво підвищити ефективність роботи структурних підрозділів організації. Як основа побудови локальної обчислювальної мережі використовується топологія «зірка», яка на сьогодні є найпоширенішим варіантом організації кабельних систем.

Регіональні підрозділи, зокрема офіс продажів і філія, з'єднані з центральним офісом через VPN-тунелі, які реалізовані засобами маршрутизаторів. У головному офісі функціонує маршрутизатор, що забезпечує зв'язок з віддаленими вузлами та підтримує динамічну маршрутизацію на основі протоколу OSPF. Така ж технологія маршрутизації використовується і в корпоративних комутаторах.

Всі активні пристрої та мережеві вузли відповідають стандартам Ethernet і дозволяють організовувати обмін даними на швидкості до 1 Гбіт/с.

Логічну схему побудови розподіленої корпоративної мережі наведено на рисунку 3.5.

Кожна з будівель буде віднесена до окремої віртуальної локальної мережі (VLAN). Для автоматизованих робочих місць передбачено виділення IP-адрес для робочих станцій, SIP-телефонів і мережевих принтерів у наступних діапазонах: для головного офісу – 192.168.0.5–192.168.0.29; для регіонального представництва – 192.168.1.5–192.168.1.16; для регіонального офісу продажів – 192.168.2.5–192.168.2.17.

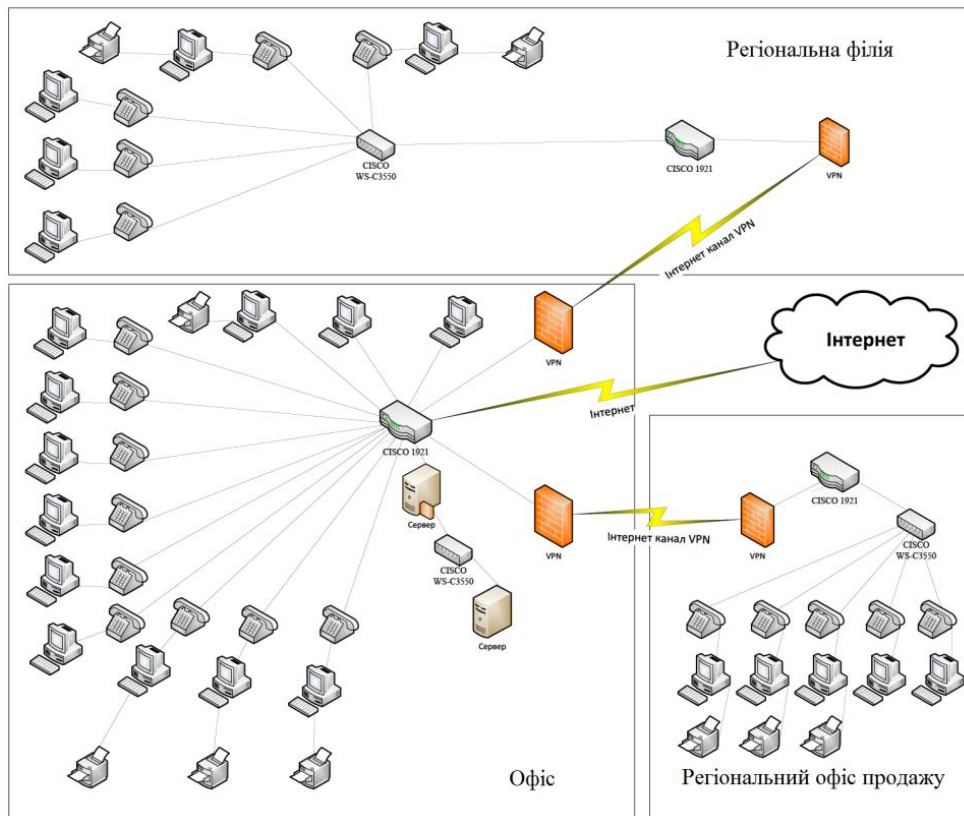


Рисунок 3.5 – Логічна структура розподіленої корпоративної мережі

Іменування всіх мережевих вузлів формуватиметься на основі коду будівлі та порядкового номера, відповідно до реєстру адміністратора ЛОМ. Такий підхід дозволить легко ідентифікувати пристрій під час віддаленого адміністрування без необхідності уточнення його фізичного розташування.

У кожній підмережі перші п'ять IP-адрес резервуються для комутаторів та іншого активного мережевого обладнання. Оскільки загальна кількість клієнтських пристроїв не перевищує 254, така адресна схема дає змогу ефективно формувати власні підмережі та централізовано керувати доступом до них.

На головному комутаторі кожного підрозділу буде налаштовано динамічну маршрутизацію з формуванням таблиць маршрутів та виділенням окремих підмереж, що забезпечить логічну ізоляцію між сегментами ЛОМ.

Проксі-сервер дозволить усім робочим станціям у локальній мережі при виході до Інтернету використовувати одну зовнішню IP-адресу, закріплену за організацією. Крім того, він виконуватиме функцію Web-

сервера для розміщення внутрішніх веб-ресурсів. Зовнішню IP-адресу буде призначено маршрутизатору, через який організується підключення до глобальної мережі.

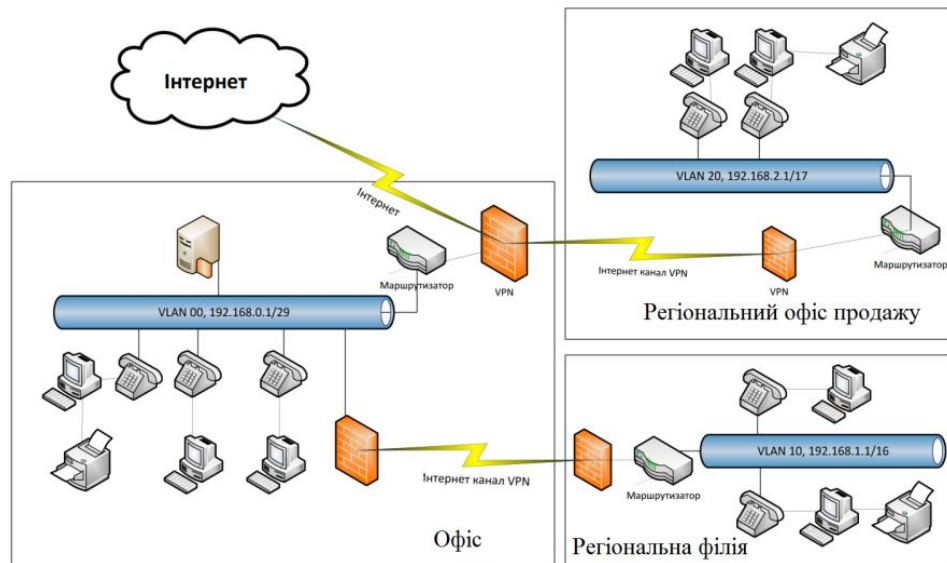


Рисунок 3.6 – Схема віртуальної мережі з застосуванням VPN

Для організації віртуальних підмереж у віддалених підрозділах обрано користувацьку VPN-схему, за якої всі компоненти VPN-інфраструктури розміщуються в межах корпоративної мережі. Спрощене представлення структури VPN-мережі корпоративної розподіленої системи наведено на рисунку 2.6.

Для реалізації VPN-мережі доцільно застосовувати протоколи канального рівня (рівень 2 за моделлю OSI), що забезпечує прозору реалізацію захисту даних для прикладних сервісів і не потребує жодних дій з боку користувачів.

Використання протоколу P2P дозволяє формувати криптографічно захищені тунелі саме на канальному рівні, що особливо ефективно в умовах прямого підключення віддаленого клієнта до загальнодоступної мережі.

На фізичному рівні мережа проектується з урахуванням топографії об'єкта: виконується розміщення активного та пасивного обладнання відповідно до плану будівель, їх конструктивних особливостей та географічного розташування (рисунки 3.7-3.10).

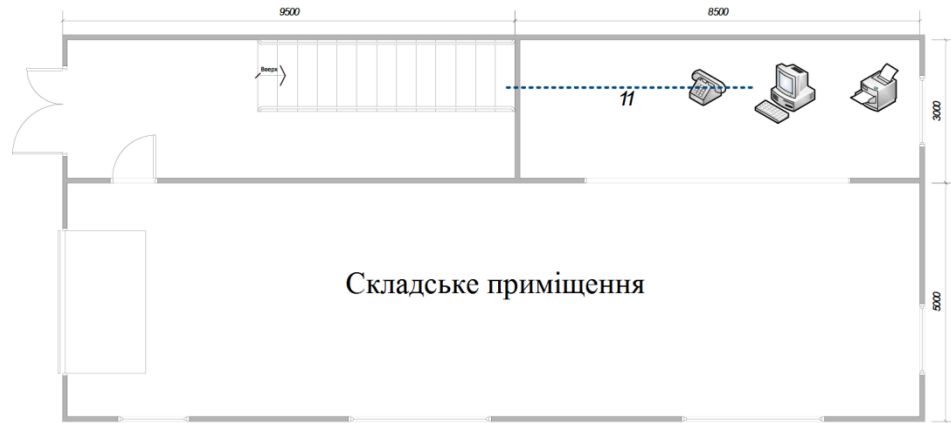


Рисунок 3.7 – План приміщень офісу, 1 поверх

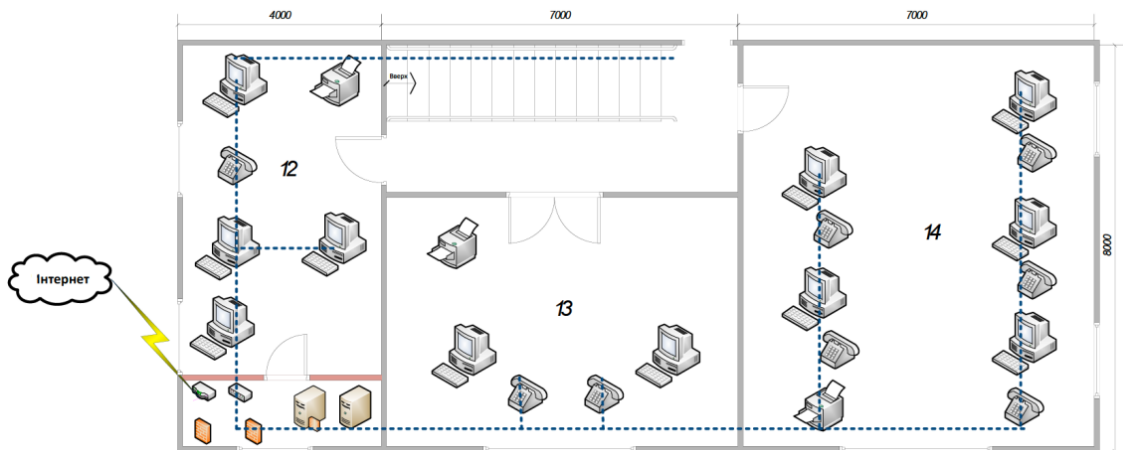


Рисунок 3.8 – План приміщень офісу, 2 поверх



Рисунок 3.9 – План приміщень регіональної філії



Рисунок 3.10 – План приміщень регіонального офісу продаж

При проектуванні мережі на фізичному рівні враховується детальне планування будівлі та її приміщень із врахуванням розташування дверних прорізів, вікон, магістралей електропостачання та інших інженерних комунікацій. Планування здійснюється на основі фактичних розмірів об'єкта, що дозволяє надалі провести точний розрахунок загальної довжини кабельної системи.

Метод підсумовування полягає у визначенні довжини кожного окремого горизонтального кабельного сегмента з подальшим сумування отриманих величин. До загальної суми додається технологічний запас, що становить до 30%, для врахування монтажних витрат, таких як оброблення кабелів у розетках та кросових панелях. Перевагою даного методу є його висока точність.

Загальна довжина кабелю розраховується за формулою:

$$L_{\text{заг}} = \sum_1^n l \times K_s, \quad (3.1)$$

де n – кількість комп'ютерів;

l – довжина сегмента кабелю;

K_s – коефіцієнт технологічного запасу, який враховує особливості прокладки кабелю; як правило, ще додається 10–30%.

Для прокладання кабелю витой пари загальна потреба становить 400 метрів. З метою врахування непередбачених витрат та монтажних робіт передбачено технологічний запас у розмірі 30%. Отже, загальна кількість кабелю розраховується як: $400 \times 1,3 = 520$ метрів.

Таким чином, загальна потреба в кабелі становить 520 метрів, з яких 120 метрів відведено під технологічний запас.

Оскільки стандартна довжина кабелю в бухті складає 305 метрів, для задоволення вимог буде потрібно дві бухти, тобто 610 метрів кабелю.

3.3 Схема розташування робочих станцій і периферійного обладнання

Висота приміщень в офісі становить: першого поверху – 4,2 м, другого поверху – 3,2 м, товщина перекриття – 0,22 м. У філіях висота кімнат дорівнює 2,7 м.

У таблиці 3.3 наведено кількість робочих станцій з урахуванням чисельності працівників та їх посадових обов'язків.

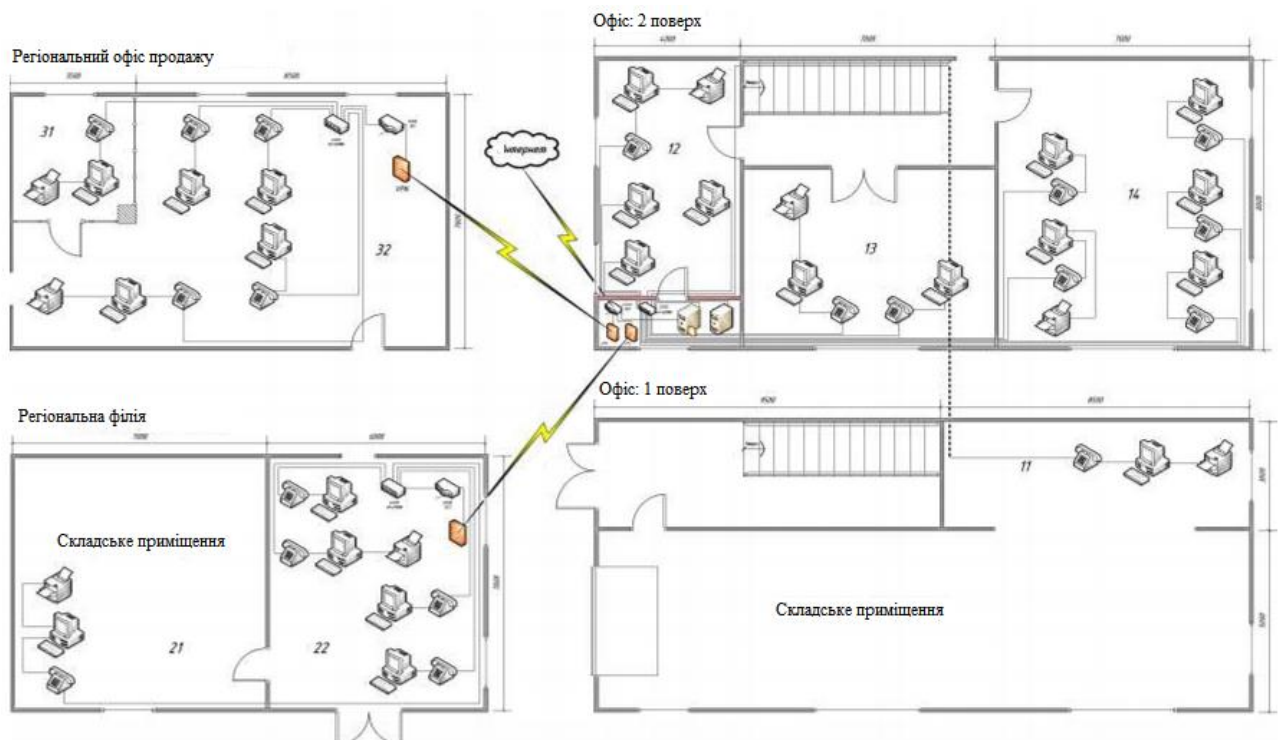


Рисунок 3.10 – План-схема комп'ютерної мережі компанії

Таблиця 3.3 – Список і кількість приміщень

№ кабінету	Посада	Кількість робочих станцій
11	Склад (офіс)	1
12	Бухгалтерія;	2 2
13	Менеджери по рекламі	1 1
14	Генеральний директор; Директор з розвитку	5
21	Менеджери з продажу	1
22	Склад (регіональна філія)	1 3
31	Директор регіонального філіалу, менеджери з продажу	1
32	Директор регіонального офісу продажів	4

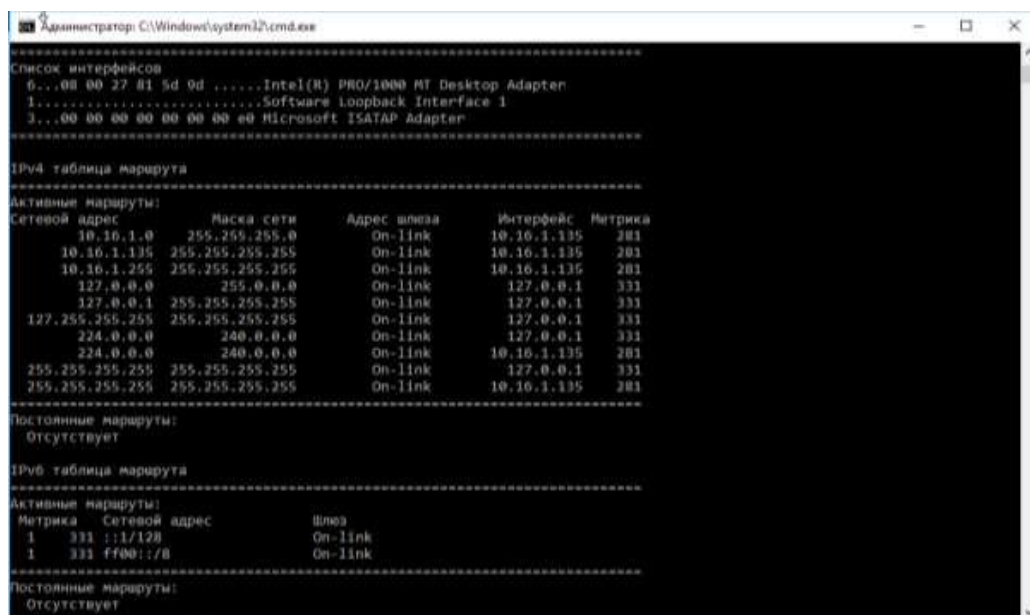
4 НАСТРОЙКА СТВОРЕНОЇ ККМ

Особливу увагу приділяють програмному захисту даних у локальній обчислювальній мережі та сервері під управлінням операційної системи Microsoft Windows Server 2016.

Після встановлення ОС необхідно налаштувати мережеву взаємодію сервера у локальній мережі. Для цього серверу призначають внутрішню IP-адресу для роботи в локальній мережі, а також налаштовують підключення до Інтернету. Якщо підключення здійснюється через Ethernet, серверу призначається друга зовнішня IP-адреса, яку надає провайдер. Для підключення до зовнішньої мережі має бути встановлена друга мережева карта на сервері.

Виконується налаштування таблиць маршрутизації. Хоча вони генеруються автоматично, при необхідності їх можна редагувати вручну.

Для перевірки налаштувань здійснюється перегляд таблиці маршрутизації на сервері, де відображаються правила перенаправлення та адресації в мережевих підключеннях (рисунком 4.1).



```

Администратор: C:\Windows\system32\cmd.exe
-----
Список интерфейсов
6...00 00 27 81 5d 9d .....Intel(R) PRO/1000 MT Desktop Adapter
1.....Software Loopback Interface 1
3...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter
-----

IPv4 таблица маршрута
-----
Активные маршруты:
Сетевой адрес      Маска сети      Адрес шлюза      Интерфейс      Метрика
-----
10.16.1.0          255.255.255.0  On-link         10.16.1.135    201
10.16.1.135       255.255.255.255  On-link         10.16.1.135    201
10.16.1.255       255.255.255.255  On-link         10.16.1.135    201
127.0.0.0         255.0.0.0      On-link         127.0.0.1      331
127.0.0.1         255.255.255.255  On-link         127.0.0.1      331
127.255.255.255  255.255.255.255  On-link         127.0.0.1      331
224.0.0.0         240.0.0.0      On-link         127.0.0.1      331
224.0.0.0         240.0.0.0      On-link         10.16.1.135    201
255.255.255.255  255.255.255.255  On-link         127.0.0.1      331
255.255.255.255  255.255.255.255  On-link         10.16.1.135    201
-----
Постоянные маршруты:
Отсутствует

IPv6 таблица маршрута
-----
Активные маршруты:
Метрика  Сетевой адрес      Шлюз
-----
1        333  ::1/128            On-link
1        333  ffd00::/8          On-link
-----
Постоянные маршруты:
Отсутствует
  
```

Рисунок 4.1 – Таблица маршрутизації сервера при стандартному підключенні

Щоб надати клієнтським комп'ютерам доступ до мережі Інтернет, на сервері необхідно встановити служби віддаленого доступу та налаштувати таблиці маршрутизації, які будуть спрямовувати запити у зовнішню мережу.

Для організації роботи сервера в Інтернеті та використання його як проксі-сервера слід встановити відповідні серверні ролі і налаштувати необхідні компоненти.

Служба RRAS (Routing and Remote Access Service) забезпечує функціонування мережевих компонентів, що дозволяють надавати віддалений доступ до ресурсів сервера та окремих сегментів локальної обчислювальної мережі.

Маршрутизація використовується для забезпечення багатопротокольного зв'язку між локальними мережами, між локальними та глобальними мережами, для підтримки віртуальних приватних мереж (VPN) та трансляції мережевих адрес (NAT).

RRAS також виконує важливу роль у захисті корпоративної локальної мережі від несанкціонованого доступу, забезпечуючи контрольований доступ користувачів до закритих ресурсів як у локальній мережі, так і з віддалених точок.

Для налаштування Windows Server 2016 спершу потрібно сконфігурувати «Локальний сервер»: задати його ім'я, за яким він буде ідентифікуватися в локальній мережі та мережевому оточенні користувачів. При необхідності сервер додають до домену.

Ці параметри змінюються через «Диспетчер серверів» у розділі «Локальний сервер» (рисунок 4.2).

У «Диспетчері серверів» також здійснюється установка і налаштування серверних ролей, керування їхніми компонентами та моніторинг стану роботи сервера. Тут відображаються всі зміни, пов'язані з конфігурацією, продуктивністю та подіями, що стосуються роботи сервера. Кожна роль включає певний набір компонентів, які встановлюються разом із нею. Після інсталяції служб і компонентів на сервері можна перейти до створення

таблиць маршрутизації, що забезпечують доступ клієнтів до Інтернету через сервер, скориставшись меню «Засоби» – «Маршрутизація та віддалений доступ» у диспетчері серверів.

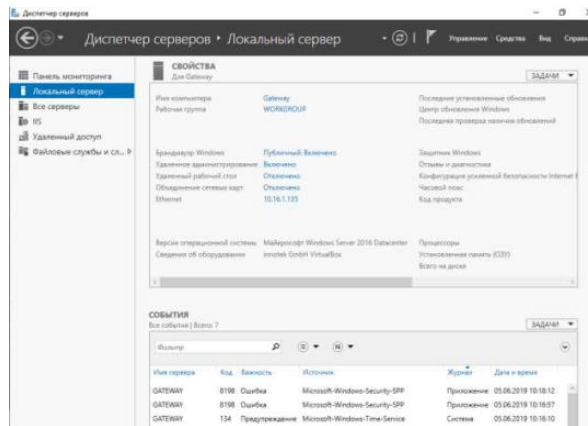


Рисунок 4.2 – Налаштування локального сервера

Після активації служби «Маршрутизація та віддалений доступ» потрібно налаштувати таблиці маршрутизації, визначивши хост, на який будуть перенаправлятися запити до мережі Інтернет. Інтерфейс служби наведений на рисунку 4.3.

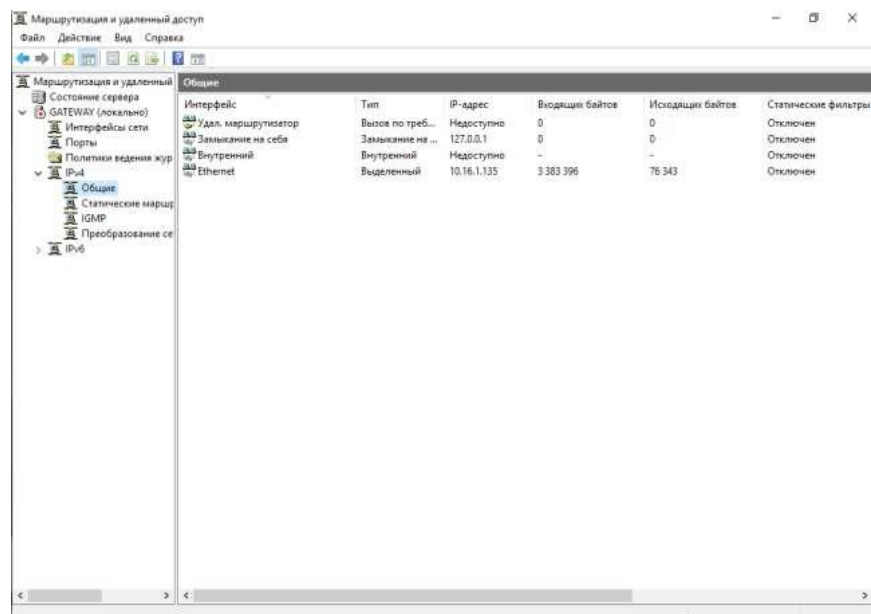


Рисунок 43 – Служба адміністрування «Маршрутизація та віддалений доступ»

Після виконання команди «Налаштувати і включити маршрутизацію та віддалений доступ» активується майстер налаштувань, в якому покроково здійснюється конфігурація маршрутизації. Для організації переадресації вибирається опція «Перетворення мережевих адрес (NAT)».

Компонент NAT дозволяє забезпечити спільний доступ до Інтернету через один інтерфейс з єдиною загальною IP-адресою.

Користувачі приватної мережі мають приватні IP-адреси, які не маршрутизуються безпосередньо в глобальній мережі. NAT виконує зіставлення приватних і публічних адрес. Маршрутизація відбувається за допомогою таблиць маршрутизації, які працюють на сервері, що виконує роль маршрутизатора.

Для кожного мережевого інтерфейсу передбачена можливість формування окремих таблиць маршрутизації, як показано на рисунку 4.4.

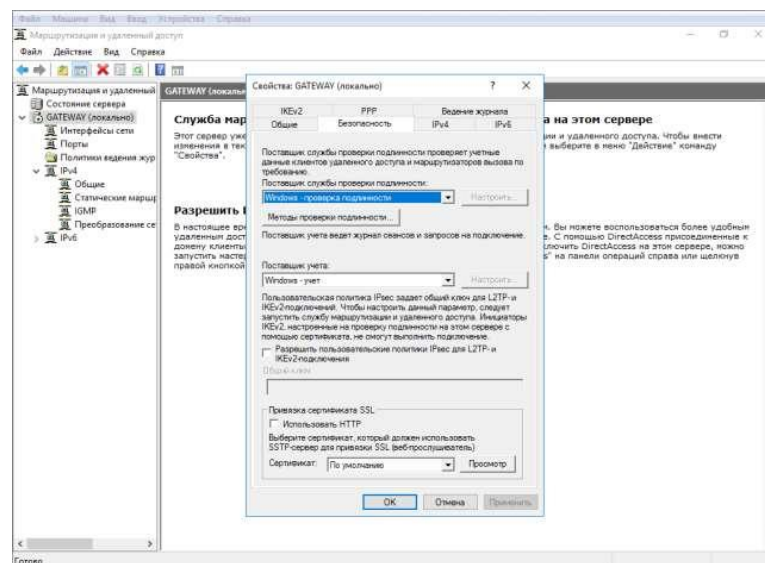


Рисунок 4.4 – Вибір конфігурації маршрутизації

Для забезпечення правил безпеки застосовується брандмауер Windows Server 2016 – програмний компонент, інтегрований в операційну систему. Він дозволяє керувати дозволами на виконання програм, контролювати доступ до хоста через мережеві протоколи транспортного та мережевого рівнів, а також відкривати або закривати порти та мережеві служби

комп'ютера. Разом з антивірусним програмним забезпеченням та політиками безпеки, брандмауер допомагає захистити комп'ютер від небажаних програм, несанкціонованих з'єднань і потенційних загроз як з інтернету, так і в межах внутрішньої мережі (рисунок 4.5).

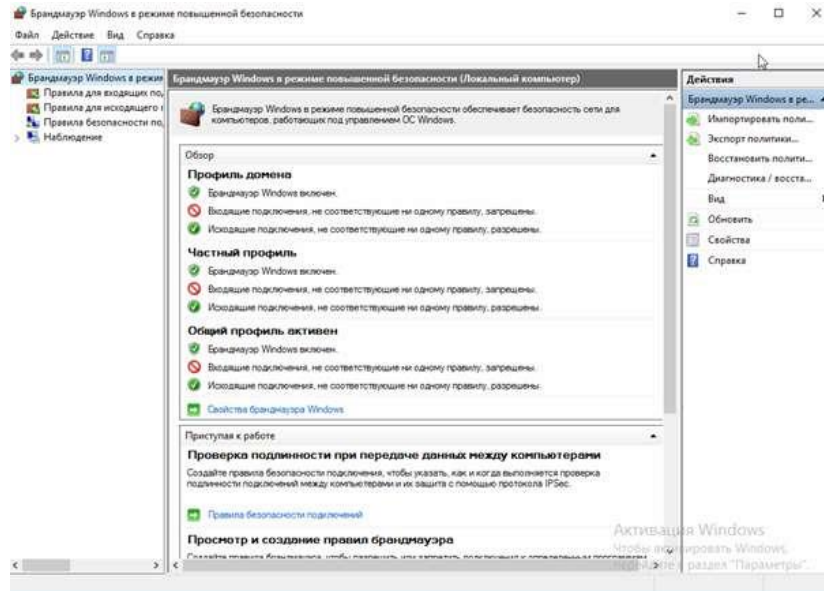


Рисунок 4.5 – Брандмауер Windows Server 2016

Для забезпечення роботи брандмауера використовується набір регламентів (рисунок 4.6), які поширюються на вхідний та вихідний трафік.

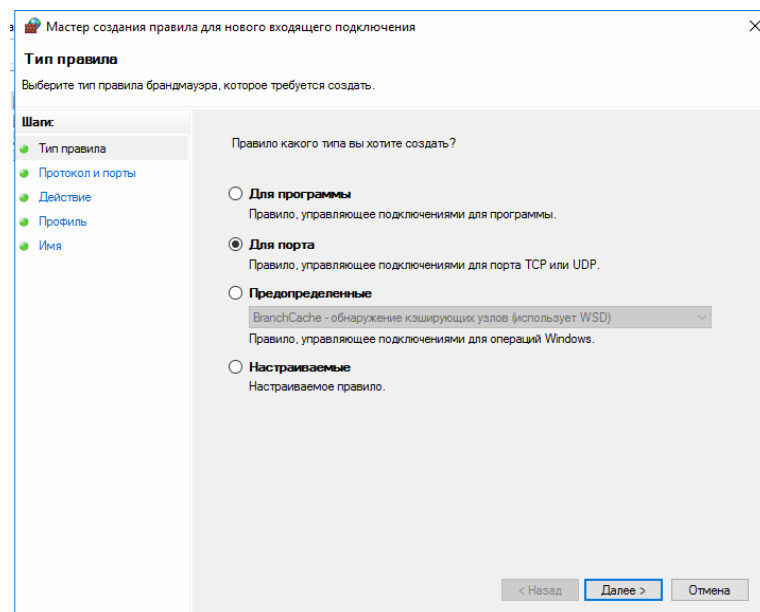


Рисунок 4.6 – Створення правила для порту

Цей інструмент, поряд із таблицями маршрутизації, дає змогу відокремлювати неідентифікований трафік у локальній обчислювальній мережі та контролювати дозволені адреси з метою посилення заходів безпеки. Це означає, що навіть у випадку дозволеного з'єднання, якщо воно не відповідає встановленим правилам безпеки, пакети будуть блокуватися, а відповідні служби – вимикатися.

Після створення правил вони застосовуються до груп користувачів, окремих користувачів або до всіх користувачів відповідно до діючої політики безпеки (рисунки 4.7).

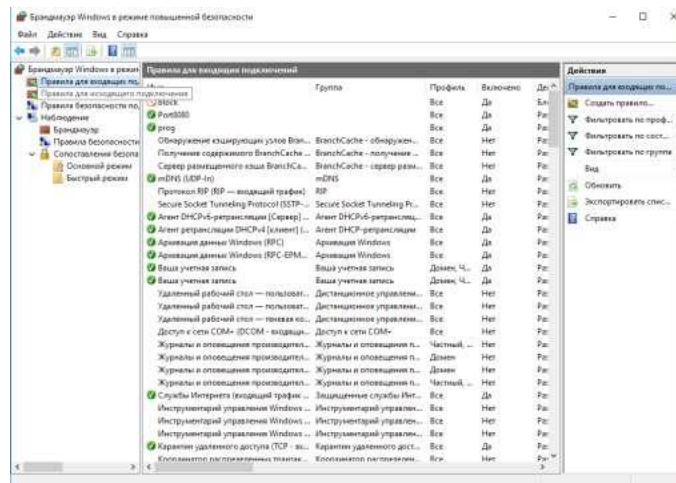


Рисунок 4.7 – Правила брандмауера Windows Server 2016

Використання вбудованого брандмауера Windows Server 2016 забезпечує ефективний захист від зовнішніх загроз, спроб несанкціонованого доступу, а також від шкідливого програмного забезпечення та небажаного коду із зовнішнього середовища.

Операційна система Windows Server 2016 включає різноманітні компоненти для моніторингу продуктивності, контролю роботи служб і складових системи, а також для створення лічильників продуктивності, перевірки цілісності даних і відстеження мережевої активності. Ця система дає змогу виконувати комплексні заходи з контролю за роботою серверного й мережевого обладнання підприємства, що допомагає оцінити якість зв'язку і

ефективність пристроїв. Управління загальними ресурсами та доступом до спільних мережевих ресурсів здійснюється через диспетчер пристроїв на вкладці «Загальні ресурси». Цей розділ дозволяє здійснювати моніторинг стану мережевих ресурсів у реальному часі (рисунок 4.8).

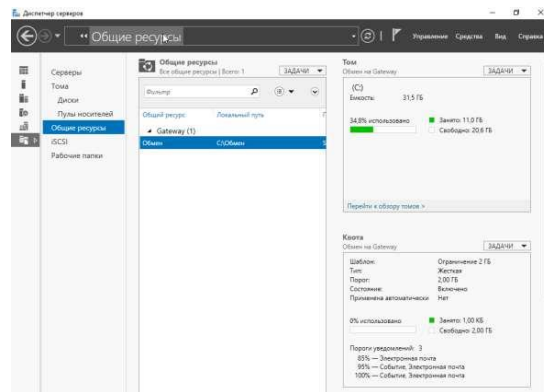


Рисунок 4.8 – Моніторинг мережевих ресурсів в диспетчері серверів

Під час експлуатації ЛОМ виникає потреба у зборі статистичних даних щодо стану мережі та пропускну здатності окремих її сегментів. Такий моніторинг і аналіз журналів роботи пристроїв і обладнання можна здійснювати за допомогою спеціалізованої програми – «Системний монітор».

У процесі моніторингу ЛОМ важливо відстежувати пропускну здатність каналів зв'язку в різні проміжки часу (залежно від графіка роботи відповідних служб), затримки при обробці запитів, частоту виникнення подій та інші параметри, що впливають на роботу мережі.

ВИСНОВКИ

Проектування та впровадження інформаційних систем є одним із ключових аспектів у сфері інформаційних технологій і може виступати вагомим чинником конкурентної переваги на ринку.

У процесі виконання випускної кваліфікаційної роботи було досягнуто основну мету – розроблено проект модернізації корпоративної комп'ютерної мережі комерційного підприємства з філіальною структурою. Робота включала кілька етапів: аналіз сучасних технологій побудови мереж, безпосереднє проектування комп'ютерної мережі, підбір апаратного забезпечення, а також рекомендації з первинного налаштування серверу головного офісу.

Результатом проектування є ефективно спроектована корпоративна комп'ютерна мережа, яка відповідає сучасним стандартам, забезпечує надійний і високошвидкісний обмін інформацією між підрозділами підприємства, задовольняє вимоги щодо функціональності, безпеки та масштабованості, а також дає змогу організувати централізовану роботу всіх користувачів мережі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Холмогоров, В.А. Комп'ютерна мережа власноруч. Самовчитель/А.В. Холмогоров, Н.М. Попов. : Вид-во Пітер, 2009. - 171 с.
2. Авдуєвський, А.В. СКС з висоти пташиного польоту/О.В. Авдуєвський // LAN Magazin. - 2000. - № 5. - С. 58-59.
3. Столінгс, В. Комп'ютерні мережі, протоколи та технології Інтернету / В. Столінгс. - : BHV, 2005. - 832 с.
4. Новіков, Ю.В. Основи локальних мереж: курс лекцій: навч. посібник: для студентів вузів, які навчаються за спеціальностями у обл. інформ. технологій. / Ю. В. Новіков. - Інтернет-Ун-т Інформ. Технологій, 2005. - 360 с.
5. Чекмарьов Ю.В. Локальні обчислювальні мережі. 2-ге вид, виправлене та доповнене. /Ю.В. Чекмарьов : ДМК Прес, 2009. - 200 с.: іл.
6. Рябко, Є.І. Калейдоскоп VPN – технологій/Е. І. Рябко - Т-Com спецвипуск з ІБ, 2009. С. 3-13.
7. Рошан, П. Основи побудови безпроводних локальних мереж стандарту 802.11: практичне керівництво / П. Рошан, Д. Ліері. : Cisco Press Переклад з англійської Видавничий дім "Вільямс", 2004. 389 с.
8. Шахнович, І. І. Сучасні технології безпроводного зв'язку/І.І. Шахнович.: Техносфера, 2004. 452 с.