Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет комп’ютерної інженерії та управління
(повна назва)

Кафедра електронних обчислювальних машин
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Локальна комп’ютерна мережа ЗАТ «Вертикаль»

(тема)

Виконав:
здобувач 3 року навчання,
групи КІУКІу-22-2
Маргарита БОЙКО
(власне ім’я, прізвище)

Спеціальність
123 «Комп’ютерна інженерія»
(код і повна назва спеціальності)

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

Освітня програма
Комп’ютерна інженерія
(повна назва освітньої програми)

Керівник: ст. викл. Станіслав ПАРТИКА
(посада, власне ім’я, прізвище)

Допускається до захисту

Завідувач кафедри ЕОМ _____ Андрій КОВАЛЕНКО
(підпис) (власне ім’я, прізвище)

2025 р.

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 Бойко Маргариті Геннадіївні
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи Локальна комп’ютерна мережа ЗАТ «Вертикаль»

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 корпоративних 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	26.05.25-27.05.25	
	методів її вирішення		
2	Аналіз роботи підприємства	28.05.25-04.06.25	
3	Розробка структури корпоративної мережі	05.06.25-07.06.25	
	підприємства		
4	Вибір апаратних засобів реалізації мережі	08.06.25-09.06.25	
5	Оформлення матеріалів кваліфікаційної роботи	10.06.25-12.08.25	
6	Подання кваліфікаційної роботи на	15.06.25	
	рецензування		

Дата видачі завдання " 26 " травня 2025 р.

Здобувач _____
(підпис)

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

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 59 с., 34 рис., 1 дод., 9 джерел.

КОРПОРАТИВНА МЕРЕЖА, ВІРТУАЛЬНА ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, ТОПОЛОГІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, КОМУТАТОР, МАРШРУТИЗАТОР.

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

Мета кваліфікаційної роботи – спроектувати корпоративну мережу підприємства, яка має намір на масштабованість, легку інтергацію нових пристроїв, мереж, протоколів.

ABSTRACT

Bachelor’s thesis: 59 pages, 34 figures, 1 appendices, 9 sources.

CORPORATE NETWORK, VIRTUAL LOCAL NETWORK, TOPOLOGY, TECHNOLOGY, SWITCH, ROUTER.

The object of research is modern corporate networks, problems sold by them, needs of corporate users, the equipment applied at construction of active and passive making networks of data transmission.

The purpose of the diploma project – to design the corporate network of the enterprise assuming scaling and easy integration of new devices, networks, reports.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ 8
ВСТУП 9
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ 10
1.1 Комп'ютерна мережа 10
1.2 Топологія мереж 11
1.3 Еталонна модель ISO/OSI 13
1.3.1 Фізичний рівень 14
1.3.2 Канальний рівень 15
1.3.3 Мережевий рівень 16
1.3.4 Транспортний рівень 16
1.3.5 Реляційний рівень 17
1.3.6 Презентаційний рівень 17
1.3.7 Прикладний рівень 18
1.4 Архітектура TCP/IP 18
1.5 Ethernet 21
2 КАБЕЛЬНА СИСТЕМА 22
2.1 Загальні відомості 22
2.2 Середовище передачі 23
2.3 З'єднувальні елементи кабельної системи 27
2.4 Організаційні елементи та траси кабельної системи 30
3 АКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ 33
3.1 Повторювач 33
3.2 Трансивер, медіаконвертер 33
3.3 Хаб 34
3.4 Міст 34
3.5 Комутатор 34
3.6 Маршрутизатор 35

4 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ 36
5 ПРОЕКТ МЕРЕЖІ 40
5.1 Розташування точок підключення 40
5.2 Технологія проектування, класи кабелів і категорії компонентів 42
5.3 Схема мережі 43
6 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ 44
6.1 Обладнання рівня ядра 44
6.2 Комутатори рівня агрегації 45
6.3 Комутатори робочих груп 46
6.4 Сервери 47
6.5 Комунікаційні шафи 48
ВИСНОВКИ 50
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 51
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи 52

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

AP – точка доступу (англ. Access Point)

GAN – глобальна міжмережева інфраструктура (англ. Global Area Network)

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

HTTP – протокол передачі гіпертекстової інформації (англ., Hypertext Transfer Protocol)

IP – міжмережевий протокол (англ., Internet Protocol)

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

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

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

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

VP – віртуальний шлях (англ., Virtual Path)

VPI – ідентифікатор віртуального шляху (англ., Virtual Path Identifier)

WAN – глобальна мережа (англ., Wide Area Network)

ВСТУП

У наш час комп’ютерні мережі стали невід’ємним елементом повсякденного життя, охоплюючи всі сфери діяльності – від підприємств і навчальних закладів до побутових умов. Для користувачів мережі ключовими вимогами залишаються її стабільність, безпека та ефективність функціонування.

Правильно спроєктована комп’ютерна мережа, з урахуванням особливостей середовища її розгортання, використанням якісних матеріалів і професійного монтажу, дозволяє значно знизити ризик виникнення помилок та збоїв у роботі. Слід зазначити, що технічні рішення, придатні для одного середовища (наприклад, для офісних приміщень), можуть виявитися неприйнятними для іншого (наприклад, для житлових або промислових об’єктів).

Комплексний підхід до проектування комп’ютерної мережі дає можливість підприємству отримати вагому конкурентну перевагу, підвищити ефективність бізнес-процесів та оптимізувати витрати. Незважаючи на те, що вартість створення сучасної мережевої інфраструктури може сягати мільйонів гривень, такі інвестиції є економічно обґрунтованими. Фінальні витрати залежать від обраних технологій, гарантійних зобов’язань, кількості точок доступу та якості використовуваного обладнання.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ

1.1 Комп'ютерна мережа

Комп’ютерна мережа – це сукупність взаємопов’язаних пристроїв, які забезпечують обмін даними та інформацією відповідно до встановлених протоколів і стандартів.

Основними елементами мережі, як правило, є комп’ютери, проте до складу мережі можуть входити й інші цифрові пристрої, зокрема смартфони, принтери, мережеві накопичувачі тощо.

Залежно від відстані між пристроями та просторового охоплення мережі виділяють кілька основних типів комп’ютерних мереж.

Персональна мережа (PAN) – це мережа з мінімальним радіусом дії, яка охоплює кілька метрів і зазвичай використовується для з’єднання особистих пристроїв користувача [1].

Типовими прикладами є підключення за допомогою технологій Bluetooth або Wi-Fi. Широке поширення PAN зумовлене зростанням кількості безпровідних пристроїв у побуті та на робочому місці.

Локальна мережа (LAN) – мережа, обмежена невеликою територією, наприклад, однією будівлею або приміщенням. Найчастіше LAN використовуються в межах офісів, навчальних закладів чи підприємств. Для з’єднання пристроїв у такій мережі зазвичай застосовуються технології типу Ethernet.

Адміністрування LAN здійснюється локальними IT-відділами або організаціями, які її експлуатують.

Міська мережа (MAN) – об’єднує декілька локальних мереж у межах одного населеного пункту або територіально близько розташованих об’єктів. Як приклад можна навести мережу, що з’єднує різні корпуси університету або офіси однієї компанії в межах одного міста.

Глобальна мережа (WAN) – це розподілена мережа, що охоплює великі географічні території та складається з численних локальних мереж, з’єднаних між собою каналами зв’язку. Зв’язок у WAN може здійснюватися як за допомогою спеціалізованих каналів (оптоволокно, орендовані лінії), так і з використанням безпровідних технологій [1].

1.2 Топологія мереж

Топологія мережі визначає спосіб з’єднання та розміщення пристроїв у межах комп’ютерної мережі, а також принципи їх взаємодії та загальну організацію обміну даними.

Вона впливає як на ефективність функціонування мережі, так і на її масштабованість та відмовостійкість.

Розрізняють фізичну та логічну топології.

Фізична топологія описує фактичне розміщення пристроїв і способи їх з’єднання на рівні апаратного забезпечення. Натомість логічна топологія визначає, як дані передаються мережею, тобто маршрут сигналу від одного вузла до іншого.

Однією з найпростіших конфігурацій є шинна топологія (BUS), у якій усі пристрої підключені до єдиного спільного каналу передачі даних. Такий підхід дозволяє зменшити витрати на інфраструктуру та є зручним у реалізації, однак має низку обмежень [2]. Зокрема, в мережі з шинною топологією одночасно може передаватися лише один потік даних, що підвищує ймовірність виникнення колізій (рисунок1.1).

Для уникнення конфліктів при одночасній передачі даних декількома пристроями застосовуються спеціальні методи керування доступом до середовища, наприклад, протокол CSMA (Carrier Sense Multiple Access). Цей протокол передбачає, що кожен пристрій перевіряє доступність каналу перед передачею, однак ефективність такого механізму залежить від підтримки цієї функції всіма елементами мережі [2].

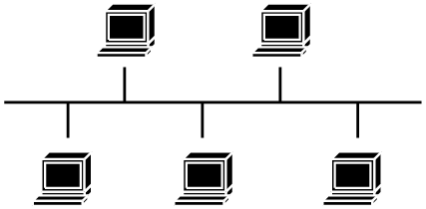

Рисунок 1.1 – Шинна топологія

У кільцевій топології кожен вузол мережі з’єднаний із двома сусідніми пристроями, формуючи замкнене коло [2]. На відміну від лінійної (шинної) топології, де мережа має відкриті кінці, кільцева структура не має початку чи кінця – сигнал циркулює мережею в одному напрямку (або в деяких реалізаціях – у двох).

Передача даних у такій топології відбувається послідовно: інформація передається від одного вузла до іншого, доки не досягне адресата. Це дозволяє уникнути зіткнень, однак час затримки зростає зі збільшенням кількості пристроїв. Прикладом мережі, що реалізує кільцеву топологію, є Token Ring, де для керування передачею даних використовується спеціальний маркер (token), який циркулює мережею та надає право передачі тільки одному вузлу одночасно (рисунок1.2).

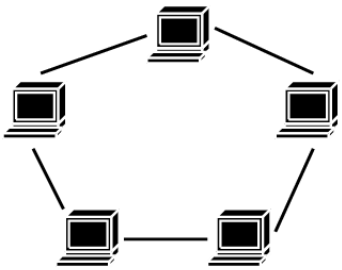

Рисунок 1.2 – Кільцева топологія

Зірчаста топологія (STAR) передбачає підключення всіх вузлів мережі до центрального пристрою – концентратора, комутатора або маршрутизатора (рисунок1.3). Весь трафік між пристроями проходить через цю центральну точку, яка виконує функцію розподілу даних [2].

З’єднання між вузлами зазвичай здійснюється за допомогою витої пари або інших типів кабелів. Така архітектура забезпечує простоту адміністрування та високу відмовостійкість.

Основною перевагою зіркової топології є те, що вихід з ладу окремого пристрою не впливає на роботу всієї мережі – непрацюючим залишається лише один сегмент. Водночас несправність центрального вузла призводить до зупинки функціонування всієї мережі, що є її головним недоліком.

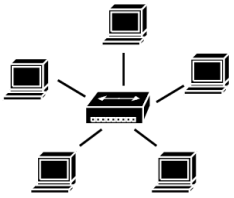

Рисунок 1.3 – Зоряна топологія

1.3 Еталонна модель ISO/OSI

Еталонна модель взаємодії відкритих систем ISO/OSI є однією з найважливіших концепцій, що описують функціонування мережевих технологій. Вона забезпечує уніфікований підхід до побудови мереж, стандартизуючи процес обміну даними між пристроями шляхом поділу мережевої взаємодії на сім взаємопов’язаних рівнів. Під час передавання інформації кожен рівень моделі доповнює дані службовою інформацією, необхідною для правильної доставки. На приймальному боці ці службові дані послідовно обробляються та видаляються відповідними рівнями, що забезпечує коректну інтерпретацію повідомлення (рисунок1.4).

Сім рівнів моделі OSI (від найнижчого до найвищого) такі [2]:

- фізичний рівень – відповідає за передавання бітів по фізичному середовищу;

- канальний рівень – забезпечує надійну передачу кадрів між вузлами, контроль помилок;

- мережевий рівень – відповідає за маршрутизацію пакетів у межах мережі;

- транспортний рівень – гарантує цілісність і правильну послідовність доставки повідомлень;

- сеансовий рівень – встановлює, підтримує та завершує сеанси зв'язку між прикладними процесами;

- презентаційний рівень – виконує перетворення форматів даних, шифрування та стиснення;

- прикладний рівень – забезпечує інтерфейс між прикладними програмами користувача та мережею.

Перші чотири рівні переважно орієнтовані на апаратну частину та транспортування даних, у той час як три верхні рівні пов'язані з програмним забезпеченням і взаємодією з користувачем [2].

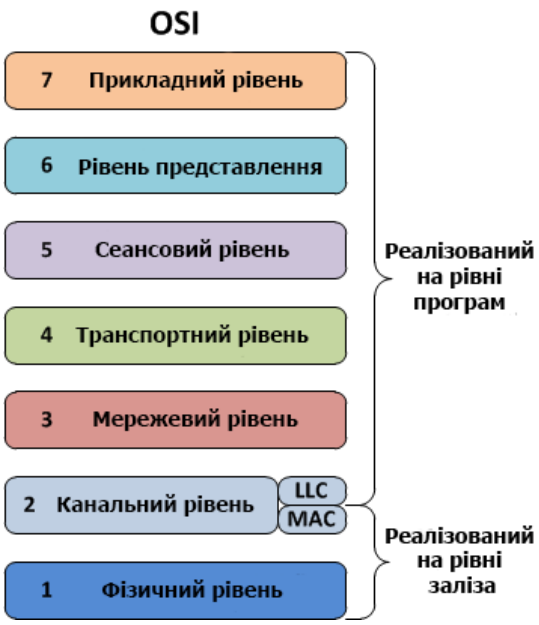

Рисунок 1.4 – Еталонна модель ISO/OSI

1.3.1 Фізичний рівень

Фізичний рівень моделі OSI відповідає за передавання даних у вигляді бітів через фізичне середовище. Він визначає електричні, механічні та

оптичні характеристики інтерфейсів і середовищ передавання, забезпечуючи основу для обміну інформацією між пристроями. На цьому рівні дані не мають логічної структури – вони подаються у вигляді електричних імпульсів, світлових сигналів або радіохвиль, залежно від типу середовища (мідний кабель, оптоволокно, безпровідний канал тощо). Фізичний рівень встановлює, наприклад, яка напруга або частота сигналу інтерпретується як логічна «1» або «0», а також який провідник у кабелі призначений для передавання відповідного сигналу.

До функцій фізичного рівня належить також визначення типів роз'ємів, довжини кабелів, швидкості передавання та топології з'єднань. Він не займається обробкою чи контролем помилок – його завдання полягає у надійній фізичній доставці сигналів між пристроями.

1.3.2 Канальний рівень

Канальний рівень моделі OSI відповідає за надійну передачу даних між безпосередньо з'єднаними пристроями в межах одного сегмента мережі. На цьому рівні дані передаються у вигляді кадрів (frame), які є структурованими блоками бітової інформації.

Канальний рівень здійснює контроль доступу до фізичного середовища, формує та розпізнає межі кадрів, а також виконує адресацію на рівні MAC-адрес.

Він перевіряє правильність переданих кадрів (контроль помилок), визначає їх призначення, і в залежності від адреси одержувача – передає дані на вищий рівень або відкидає їх.

Крім цього, рівень виконує встановлення, підтримку та завершення з'єднання на локальному рівні, забезпечуючи синхронізацію передавання даних між пристроями. У разі виявлення помилок у кадрах передбачена можливість їх повторного передавання (в залежності від реалізації протоколу).

1.3.3 Мережевий рівень

Мережевий рівень моделі OSI забезпечує передавання даних у вигляді пакетів між вузлами, які можуть бути розташовані в різних мережах і не мати прямого фізичного з’єднання. Основним завданням цього рівня є маршрутизація, тобто вибір оптимального шляху для доставки пакетів до адресата.

Мережевий рівень керує логічною адресацією (наприклад, IP-адресами), визначає маршрут проходження даних через проміжні вузли та виконує фрагментацію великих повідомлень у менші пакети. Також він відповідає за контроль потоку, запобігаючи перевантаженню мережі надмірною кількістю пакетів.

У разі виникнення проблем з передаванням (наприклад, втрати пакета) мережевий рівень може надавати інформацію про помилку, хоча його функціональність у цьому аспекті обмежена – повноцінне виправлення помилок виконується на вищих рівнях.

Завдяки цьому рівню дані можуть передаватися через кілька проміжних вузлів у складних багаторівневих мережах, забезпечуючи гнучкість і масштабованість міжмережевої взаємодії.

1.3.4 Транспортний рівень

Транспортний рівень моделі OSI відповідає за надійне передавання даних між кінцевими системами, здійснюючи їх розбиття на сегменти (у разі з’єднання) або дейтаграми (у разі безз’єднаної передачі).

Він виконує ключові функції з контролю процесу передавання, включаючи управління з’єднанням, контроль цілісності та черговості даних, а також забезпечення доставки без втрат і дублювань (залежно від протоколу). Цей рівень виступає посередником між мережевим та сеансовим рівнями, організовуючи обмін даними між ними. У разі потреби

транспортний рівень може використовувати кілька з’єднань на мережевому рівні для підтримки одного логічного з’єднання, що підвищує надійність і продуктивність передавання. Крім того, транспортний рівень відокремлює програмно-орієнтовану частину моделі (вищі рівні) від апаратно-залежних функцій нижчих рівнів. Таким чином, він забезпечує прозору для прикладного програмного забезпечення передачу даних, незалежно від особливостей фізичної та логічної організації мережі [2].

Основними протоколами, що працюють на цьому рівні, є TCP (Transmission Control Protocol) – для з’єднань із підтвердженням доставки, та UDP (User Datagram Protocol) – для більш швидкої, але ненадійної передачі.

1.3.5 Реляційний рівень

Сеансовий рівень моделі OSI відповідає за встановлення, підтримку та завершення комунікаційних сеансів між прикладними процесами на різних вузлах мережі. Він надає механізми для організації діалогу, керування черговістю обміну даними та синхронізації.

Для забезпечення надійності передачі та можливості відновлення сеансу при збої, цей рівень вводить спеціальні контрольні точки (теги) у потік даних. У випадку переривання або помилки передачі, відновлення здійснюється з останньої контрольної точки, що дозволяє уникнути повторної передачі вже успішно доставленої інформації.

1.3.6 Презентаційний рівень

Презентаційний рівень моделі OSI відповідає за уніфікацію формату даних, які передаються між різними системами, щоб забезпечити їх коректне розуміння на прикладному рівні. Через різноманітність форматів кодування та представлення інформації у різних мережах цей рівень виконує функції кодування та декодування даних [2].

При передачі даних з однієї системи в іншу презентаційний рівень здійснює перетворення формату в узгоджений стандарт, що гарантує сумісність і зрозумілість інформації. У зворотному напрямку – при відправленні даних від прикладного рівня – він виконує їхнє шифрування або інші необхідні трансформації перед передачею на сеансовий рівень.

Таким чином, презентаційний рівень виконує роль своєрідного «перекладача» і забезпечує безпеку та цілісність даних під час їхнього обміну.

1.3.7 Прикладний рівень

Прикладний рівень моделі OSI є найвищим рівнем і безпосередньо забезпечує взаємодію користувача з мережевими сервісами через програмне забезпечення. На цьому рівні працюють різноманітні додатки, які надають користувачам доступ до функцій мережі.

До прикладів таких програм належать веб-браузери, клієнти електронної пошти, FTP-клієнти, а також засоби віддаленого доступу до файлів, принтерів та інших ресурсів мережі. Прикладний рівень забезпечує послуги, які дозволяють передавати файли, надсилати й отримувати електронні повідомлення, працювати з віддаленими пристроями і виконувати інші задачі, необхідні для повсякденної роботи користувачів у мережевому середовищі.

1.4 Архітектура TCP/IP

Архітектура TCP/IP є однією з найбільш поширених і широко використовуваних мережевих моделей у сучасних інформаційних системах. Вона була спочатку розроблена для мережі, яка згодом стала основою Інтернету, та протягом часу еволюціонувала, адаптуючись до практичних потреб і сучасних технологічних вимог [3].

У цій архітектурі для організації передачі даних застосовуються три основні протоколи: TCP (Transmission Control Protocol) – протокол керування передачею, UDP (User Datagram Protocol) – протокол дейтаграм користувача, та IP (Internet Protocol) – протокол Інтернету.

TCP/IP-модель умовно поділяється на три основні рівні, а саме прикладний рівень, транспортний рівень і мережевий рівень.

Кожен з цих рівнів реалізується відповідними протоколами, які виконують специфічні функції для забезпечення надійного та ефективного обміну інформацією в мережі (рисунок1.5).

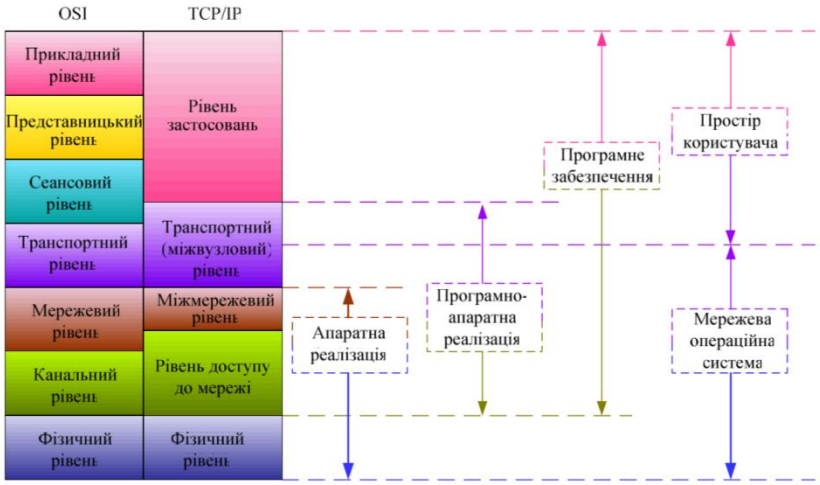

Рисунок 1.5 –Співвідношення OSI та TCP/IP

Протокол TCP (Transmission Control Protocol) приймає дані від прикладного рівня і розбиває їх на послідовні сегменти, кожному з яких присвоюється унікальний номер. Ці сегменти надсилаються отримувачу згідно з присвоєними номерами, що дозволяє відновити правильний порядок передачі [3]..

TCP забезпечує надійний зв’язок поверх IP-протоколу, створюючи віртуальний підключений канал між відправником і одержувачем. Він встановлює сеанс із транспортним рівнем на протилежному кінці з’єднання, що дає змогу контролювати передачу даних і підтверджувати отримання кожного сегмента.

Протокол працює з байтовим потоком, приймаючи і передаючи дані додаткам у вигляді послідовності байтів, що гарантує коректну і безпомилкову доставку інформації незалежно від особливостей мережевого середовища.

Подібно до протоколу TCP, протокол UDP (User Datagram Protocol) отримує від прикладного рівня дані, формує з них сегменти (дейтаграми) та відправляє їх адресату.

Проте UDP відрізняється тим, що не забезпечує надійність передачі – він не контролює доставку дейтаграм і не виконує повторне надсилання у разі втрати [3]..

UDP широко застосовується в тих випадках, коли важлива швидкість і мінімальна затримка передачі, а втрата окремих пакетів не є критичною, наприклад, у потоковому відео, онлайн-іграх або голосовому зв’язку.

На відміну від IP-протоколу, UDP забезпечує доставку даних безпосередньо на конкретні порти приймача, що дозволяє одночасно обслуговувати кілька додатків чи сервісів на одному вузлі.

Протокол IP (Internet Protocol) функціонує на мережевому рівні архітектури TCP/IP і відповідає за форматування пакетів та їх маршрутизацію в мережі. Він приймає сегменти даних від транспортних протоколів вищого рівня, які містять інформацію для доставки отримувачу, та формує на їх основі IP-дейтаграми.

Під час формування дейтаграми протокол додає власний заголовок, що містить, зокрема, IP-адреси відправника та одержувача, що дозволяє здійснювати адресацію і направлення пакета через мережу.

IP є ненадійним протоколом, оскільки не здійснює контроль доставки пакетів до кінцевого пункту призначення та не підтримує встановлення або підтримку з’єднань.

Передача здійснюється без встановлення сеансу, тобто протокол не гарантує, що дейтаграма буде отримана, не контролює її цілісність і порядок надходження.

1.5 Ethernet

Ethernet був розроблений компанією Xerox у 1976 році і з того часу став найпоширенішим стандартом для побудови локальних мереж. Протягом часу було створено багато його варіантів, які відрізняються швидкістю передачі даних і типом використовуваного кабелю [4]..

Основою технології Ethernet є метод доступу до середовища передачі – CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), що є методом довільного доступу. Головною перевагою цього підходу є його простота: передача даних починається лише тоді, коли середовище вільне.

Пристрій, який бажає передавати дані, спершу контролює, чи ніхто інший у мережі не передає в цей момент. Якщо середовище вільне, передача починається. Якщо ж інший пристрій вже використовує канал, новий передавач очікує звільнення лінії.

У разі одночасної передачі двох пристроїв виникає колізія. Станція, що виявила зіткнення, передає сигнал JAM, який повідомляє про помилку, і тимчасово припиняє передачу. Після випадково обраного проміжку часу пристрій повторно намагається передати дані, що дозволяє мінімізувати повторні колізії.

Через широку популярність Ethernet існує велика кількість мережевого обладнання, яке підтримує цей стандарт. Позначення стандартів Ethernet складається з кількох елементів [4]:

- перша цифра позначає швидкість передачі даних (в мегабітах або гігабітах на секунду).
- слово BASE вказує на базовий метод сигналізації.
- літера в кінці означає тип використовуваного кабелю (наприклад, T – виті пари, F – оптоволокно).

2 КАБЕЛЬНА СИСТЕМА

2.1 Загальні відомості

Кабельна система – це сукупність стандартів і правил, що регламентують побудову пасивного рівня комп’ютерної мережі. Вона включає в себе всі компоненти, які не виконують активної обробки сигналів, такі як кабелі, роз’єми, розетки та інші пасивні елементи.

Кабельна система поділяється на три основні секції, які взаємодіють між собою, а саме горизонтальна, магістральна та робоча секції.

Кожна з цих секцій характеризується власними вимогами щодо типів кабелів, роз’ємів, максимальної довжини ліній та топології.

Горизонтальна секція забезпечує підключення від телекомунікаційного або серверного вузла до робочих місць користувачів. Вона реалізована за принципом зіркоподібної топології з центральним вузлом у вигляді комутатора.

Максимальна довжина кабельної лінії в цій секції не повинна перевищувати 90 метрів. Для прокладання горизонтальних ліній зазвичай використовують мідні кабелі типу вита пара.

Магістральна секція призначена для з’єднання розподільних вузлів у межах будівлі або між будівлями, зазвичай розміщеними в окремих приміщеннях.

Топологія магістралі також є зіркоподібною, а центральним вузлом є головний розподільний щит. Для передачі даних у цій секції використовуються переважно оптичні кабелі, тоді як металеві кабелі застосовуються для телефонного зв’язку.

Робоча секція служить для підключення кінцевих пристроїв до розеток даних, які розташовані в робочих місцях. Вона зазвичай розширює горизонтальну або магістральну секцію лінійно. Довжина з’єднувального

кабелю у цій секції не повинна перевищувати 6 метрів. Для таких кабелів рекомендується застосовувати проводи з багатожильною структурою, що забезпечує підвищену довговічність та зручність у використанні.

2.2 Середовище передачі

Для передачі даних у комп'ютерних мережах найчастіше застосовуються такі середовища передачі: мідні кабелі, оптичні волокна та безпровідні технології, що використовують радіо- і мікрохвильові частоти.

Як провідник у металевих кабелях найчастіше використовується мідь. Існує два основні типи мідних кабелів: коаксіальні та спарені симетричні кабелі.

Сьогодні коаксіальні кабелі практично не застосовуються в мережах передачі даних, оскільки вони раніше використовувалися переважно в шинній топології, яка зараз вважається застарілою. Основною сферою їх застосування залишаються телевізійні мережі, де коаксіальні кабелі передають аудіо- та відеосигнали.

Конструктивно коаксіальний кабель складається з центрального провідника, діелектричного ізолятора, зовнішнього провідника та захисної оболонки.

Набагато ширше в локальних мережах застосовуються спарені симетричні кабелі, особливо в мережах з топологією «зірка». Вони придатні для передачі як аналогових, так і цифрових сигналів.

Головними перевагами такого кабелю є низька вартість, мінімальні електромагнітні перешкоди та гнучкість у використанні. Спарений кабель складається з восьми провідників, розділених на чотири пари, кожна з яких має власне колірне маркування. Пари провідників скручені з різною частотою (кількістю скруток на метр), що допомагає зменшити взаємні електромагнітні наведення. Найпоширенішим матеріалом оболонки кабелю є ПВХ (полівінілхлорид). Проте кабелі з ПВХ не є повністю водостійкими і

мають недолік у вигляді виділення токсичних газів під час горіння. Тому в приміщеннях із великою кількістю людей переважно застосовують кабелі з безгалогенними оболонками, які мають знижений рівень димності і менше виділяють шкідливих речовин. Інші популярні матеріали для ізоляції включають поліетилен, поліетилен високої щільності, фторполімери та поліуретан [5].

Найбільш поширеною конструкцією в локальних мережах є UTP (Unshielded Twisted Pair) – неекранована вита пара. Такий кабель складається з покритих оболонкою пар провідників, які підключаються до стандартного роз'єму RJ45 (рисунок 2.1).

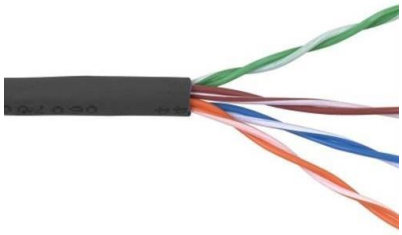

Рисунок 2.1 – UTP кабель

STP (екранована вита пара) була розроблена компанією IBM для підвищення захисту кабелю від зовнішніх електромагнітних перешкод. В конструкції STP використовується екранування за допомогою фольги або металевого обплетення, яке має бути заземлене на кінцях кабелю для ефективного відведення завад (рисунок 2.2).

Екранувати можуть як всю оболонку кабелю загалом, так і кожну пару провідників окремо. Конструкція, в якій екранування здійснюється фольгою, отримала позначення FTP (Foil Twisted Pair).

Застосування екранування значно покращує стійкість кабелю до зовнішніх перешкод, проте воно збільшує вартість кабелю та складність його монтажу.

Тому, через додаткові витрати, STP використовується рідше, ніж більш популярна і економічна конструкція UTP.

Рисунок 2.2 – STP кабель

Для зменшення впливу зовнішніх завад та зниження рівня перехресних перешкод (крос-току) всередині кабелю у конструкціях застосовують спеціальні розділові елементи. Вони збільшують відстань між окремими парами провідників, що покращує їх електромагнітну ізоляцію (рисунок 2.3).

Як розділовий елемент у кабелі може використовуватися, наприклад, хрестоподібна вставка (x-сплайн, e-сплайн, h-сплайн) або розділова стрічка. Крім того, підвищити ступінь ізоляції пар допомагає просторове розташування провідників – наприклад, у плоскому кабелі пари розміщені з відстанню між ними, а також можливе застосування екранування окремих пар.

Рисунок 2.3 – E-spline UTP Кат. 6a

Оптичні кабелі складаються з волокон, які зазвичай виготовляються зі скла, пластику або їх поєднання. Перший патент на передачу даних за допомогою оптичних волокон був отриманий компанією AT&T у 1934 році.

Передача даних у таких кабелях здійснюється не електричними сигналами, а світловими імпульсами, які проходять через оптичні волокна. Оптичний кабель містить щонайменше два волокна: одне призначене для передачі сигналу, інше – для його прийому [5].

Для захисту оптичних волокон використовується кілька шарів – первинний та вторинний захисні покриття, які додатково укріплені структурним шаром, що підвищує механічну міцність кабелю. Вся конструкція поміщена у зовнішню оболонку, що забезпечує додатковий захист від зовнішніх впливів.

Існують два основних типи оптичних волокон, які відрізняються конструкцією та способом поширення світлових променів (рисунок 2.4) [5].

Багатомодове волокно (MMF – Multi Mode Fiber) має товстішу серцевину – від 50 до 100 мікрон для скловолокна та близько 980 мікрон для пластикового волокна. Його оптичні характеристики є менш досконалими, оскільки світло, що проходить через таке волокно, розподіляється на кілька окремих мод (променів), які досягають кінця волокна в різний час. Це викликає спотворення сигналу, що впливає на якість передачі.

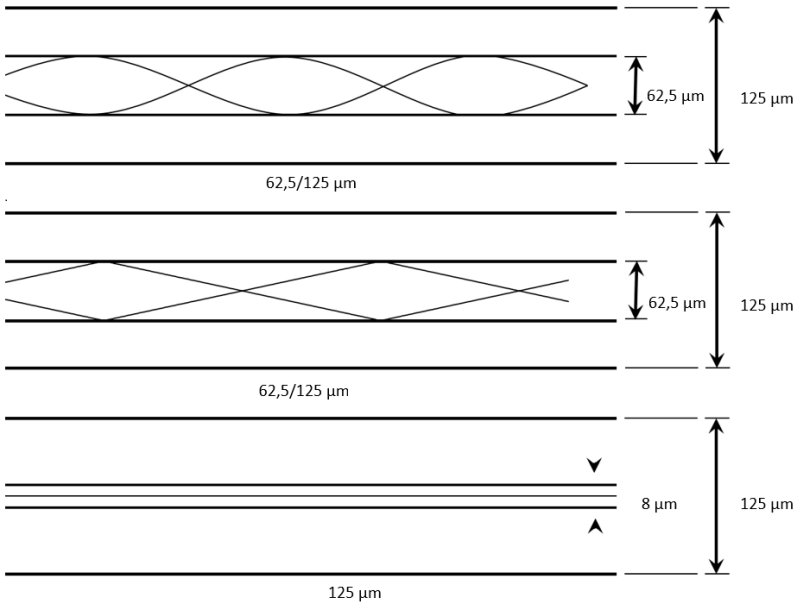

Рисунок 2.4 – Світло, що проходить через одномодовий і багатомодовий кабель

У якості джерела світла в багатомодових волокнах зазвичай використовують інфрачервоне випромінювання світлодіодів. Розрізняють три види багатомодових волокон за типом зміни показника заломлення:

волокна з плавною (градієнтною) зміною показника заломлення (GI), зі ступінчастою зміною (SI) та зі ступінчастою зміною на кілька градусів (MI). Основна відмінність між ними полягає в швидкості руху світлових фотонів.

Для побудови локальних та корпоративних мереж найчастіше обирають багатомодові волокна з градієнтною зміною показника заломлення, що забезпечують кращу якість передачі сигналу на невеликі відстані.

Одномодове волокно (SMF – Single Mode Fiber) переважно застосовується для передачі даних на великі відстані та у високошвидкісних системах зв’язку.

Воно має менший діаметр сердечника – близько 8–9 мікрон. Завдяки цьому через волокно проходить лише один світловий промінь без розщеплення або відбиттів.

Світловим джерелом для одномодового волокна є лазер, що забезпечує більш спрямований та стабільний світловий сигнал. У порівнянні з багатомодовими волокнами, одномодове має кращі оптичні характеристики, що дозволяє передавати дані на відстані до сотень кілометрів без значних втрат.

Зокрема, стандарт G.652 передбачає передачу даних по одномодовому волокну на відстань до 1000 км зі швидкістю 2,5 Гбіт/с, а також на 3 км при швидкості 40 Гбіт/с.

2.3 З'єднувальні елементи кабельної системи

З'єднувальні елементи виконують функцію завершення кабельної лінії в мережі. До них належать різноманітні з’єднувачі, роз’єми для передачі даних та патч-панелі.

Роз’єми поділяються на дві основні категорії: розетки (JACK) та вилки (PLUG). Найпоширенішим стандартним роз’ємом для мідних кабелів є RJ-45. Він має відповідати стандарту TIA-568-C, який встановлює жорсткі вимоги до характеристик продуктивності та якості з’єднання (рисунок 2.5).

Варто зауважити, що не всі восьмиконтактні модульні роз’єми, які виробники позначають як RJ-45, дійсно відповідають цим стандартам. Тому при виборі і встановленні роз’ємів слід особливо звертати увагу на їх відповідність нормам.

Рисунок 2.5 – Keystone конструкція

З’єднувачі типу JACK класифікуються залежно від конструкції кріплення на KEYSTONE та NON-KEYSTONE. З’єднувачі типу Keystone оснащені гнучкою засувкою та упором, що дозволяє легко встановлювати їх у стандартні монтажні отвори (рисунок 2.6).

На відміну від них, з’єднувачі з конструкцією Non-Keystone не мають стандартизованої засувки, тому спосіб їх кріплення визначається виробником індивідуально.

Рисунок 2.6 – Нетрапеційна конструкція

Розетки за конструкцією поділяються на інтегровані (стаціонарні) та модульні, які містять змінні елементи. За способом монтажу розетки бувають призначені для встановлення на поверхню (AP – монтаж на штукатурці), для монтажу у коробки стандарту DIN68 або коробки іншого розміру (UP), а також для монтажу у підлогові коробки.

Крім того, розетки класифікуються за ступенем захисту від зовнішніх впливів. Існують варіанти, адаптовані для використання в умовах підвищеного запилення або вологості.

Модульні розетки можуть виготовлятися у конструкціях як Keystone, так і Non-Keystone (рисунок 2.7).

.

Рисунок 2.7 – Розетка 13 UP для коробки DIN68

Патч-панелі – це пристрої, які містять декілька роз’ємів одного або подібного типу й використовуються для організації з’єднань та маршрутизації кабельних ліній у мережі.

У комп’ютерних мережах одна сторона горизонтальної лінії зазвичай завершується роз’ємом даних RJ45 на патч-панелі, а інша – відповідним роз’ємом RJ45 на кінцевій розетці.

За конструктивним виконанням патч-панелі поділяються на інтегровані (де елементи щільно з’єднані між собою) та модульні, які містять змінні панелі або розетки. Найпоширенішим стандартним розміром є 19 дюймів (рисунок 2.8).

Кожен роз’єм (джек) на горизонтальній патч-панелі відповідає одному роз’єму на кінцевій розетці, що спрощує ідентифікацію та обслуговування мережі. Роз’єми розташовані у металевій рамі, а їх кількість зазвичай кратна дванадцяти.

Найбільш популярними є патч-панелі з 24 портами, розміщені на одному юніті висоти (1U), що становить 44,45 мм. Модульні патч-панелі можуть бути виконані у форматах Keystone або Non-Keystone.

Рисунок 2.8 – Модульна патч-панель Keystone

2.4 Організаційні елементи та траси кабельної системи

Організаційні елементи кабельної системи призначені для забезпечення впорядкованості та безпеки розташування кабелів у мережі. До цієї категорії належать комутатори даних і спеціальні кабельні органайзери. Також маркування цих елементів сприяє кращій структуризації та простоті обслуговування системи. Шафи даних розміщуються у вузлах кабельної інфраструктури та виконують захисну функцію – вони оберігають встановлене обладнання від несанкціонованого доступу, пошкоджень, а також захищають розподільні щити від зовнішніх впливів і аварійних ситуацій. Всередині шафи можуть розташовуватися різні елементи кабельної системи, такі як сполучні пристрої, органайзери для кабельної розводки, активне обладнання, сервери та інші мережеві пристрої (рисунок 2.9).

Висота монтажного простору вказується у одиницях UNIT (U), як і у випадку з патч-панелями. Існує багато типів шаф даних, які класифікуються за різними ознаками:

- за розташуванням: стелажні, настінні, призначені для монтажу під фальшпідлогою тощо;
- за конструкцією: закриті (шафи) або відкриті (стійки);
- за способом виготовлення: зварні, клепані або гвинтові;
- за розмірами: 10", 19" (найпоширеніший розмір), 23".

Кабельні органайзери призначені для покращення впорядкування кабелів всередині шафи даних. Вони класифікуються за конструктивними ознаками: бувають вертикальні або горизонтальні, замкнуті (гребінчасті) та відкриті (у вигляді D-подібних кілець), а також комбіновані варіанти.

Крім того, органайзери можуть бути одно- або двосторонніми залежно від способу кріплення та розташування кабелів (рисунок 2.10).

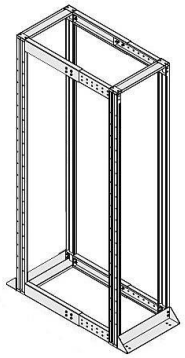

Рисунок 2.9 – Подвійна надміцна рама

Рисунок 2.10 – Закритий двосторонній кабельний органайзер

Систематичне маркування всіх компонентів мережі є важливою складовою якісної мережевої документації. Добре організована документація значно спрощує та пришвидшує пошук і усунення несправностей, а також процес додавання нових підключень. Відповідно до стандарту TIA/EIA-606-A, який пізніше був адаптований у європейський стандарт EN 50174, встановлюються правила маркування елементів мережі.

Основний принцип полягає в необхідності маркувати кожен елемент системи: розетки та їх порти, патч-панелі, кабелі хоча б на кінцях, шафи даних, активні пристрої та їхні порти. Маркування поділяється на ідентифікаційне, яке описує конкретні елементи системи, інформаційне, що містить важливі відомості про елемент, та попереджувальне, яке інформує про можливу небезпеку. Вимоги до маркування полягають у його чіткості,

однозначності, стійкості до стирання та впливу навколишнього середовища.

Практично застосовують два основні типи маркування – прямий ідентифікаційний код та зворотний ідентифікаційний код. Прямий код має вигляд, де позначається номер об’єкта, поверх, кімната, номер розетки та порт. Такий код дає можливість однозначно ідентифікувати порт, проте його довжина, що може сягати до дванадцяти символів, ускладнює нанесення та читання, особливо безпосередньо над портом RJ45, де розміщується обмежена кількість символів. Тому цей тип маркування більше підходить для невеликих мереж.

Зворотний ідентифікаційний код має компактнішу форму, що включає позначення шафи даних, патч-панелі та номера порту. Цей спосіб дозволяє маркувати значно більшу кількість шаф, зберігаючи при цьому розбірливість і зручність нанесення. Водночас для коректного використання цього коду необхідна супровідна документація, яка зв’язує позначення з фізичним розташуванням елементів.

Прокладання кабельної системи виконує важливу функцію захисту кабелів від механічних пошкоджень, забезпечення впорядкування їх розташування та полегшення технічного обслуговування. Для цього використовуються різні конструктивні рішення, що сприяють підвищенню чіткості та безпеки розміщення кабелів.

3 АКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ

Активні елементи – це компоненти, які безпосередньо впливають на функціонування мережі. Вони класифікуються залежно від рівня еталонної моделі ISO/OSI, на якому виконують свої функції. На фізичному рівні працюють повторювачі, конвертери та концентратори; на канальному рівні – мости та комутатори; а на мережевому рівні – маршрутизатори [6].

3.1 Повторювач

Повторювач є одним із найпростіших активних пристроїв у мережі, який виконує функцію посилення сигналу шляхом його повторення. Під час передачі електричних сигналів по кабелю зростає їх ослаблення та спотворення – цей процес називають затуханням. Чим довший кабель, тим більше сигнал слабшає. Використання повторювача дозволяє відновити сигнал: він приймає послаблений сигнал, посилює його та передає далі по іншому кабелю до призначеного вузла. Для коректної роботи повторювача обидва підключені сегменти мережі мають використовувати однакові типи кадрів, протоколи та методи доступу. Повторювач не виконує аналізу або виправлення помилок у сигналі. Зазвичай його застосовують у мережах із коаксіальним кабелем.

3.2 Трансивер, медіаконвертер

Трансивер або медіаконвертер виконує функції, подібні до повторювача, але крім відновлення сигналу він також конвертує його для передачі через інший тип кабелю. Наприклад, такий пристрій може перетворювати сигнал із симетричної витої пари на оптичний сигнал для передачі по оптоволоконному кабелю [6].

3.3 Хаб

Хаб – це центральний пристрій з’єднання в топології типу «зірка». Існують два основних типи хабів: пасивні та активні. Пасивні хаби просто передавали сигнал на всі підключені лінії без будь-якої обробки, тоді як активні хаби відновлювали сигнал і ретрансльовували його на всі порти. Головною функцією хаба було розгалуження мережі. Сьогодні хаби практично повністю витіснені комутаторами, які працюють ефективніше.

3.4 Міст

Міст призначений для розділення сегментів мережі, при цьому він додатково аналізує передані дані і виконує дві основні функції: фільтрацію пакетів та з'єднання мереж із різними стандартами. Фільтрація відбувається шляхом зчитування вхідного пакета і передачі його лише тому вузлу, для якого він призначений. Це зменшує навантаження на мережу, адже пакети не розповсюджуються по всій мережі, а доставляються лише за потрібною адресою. Другою важливою функцією є можливість об’єднувати різні фізичні середовища, наприклад, коаксіальний кабель з оптичним, оскільки міст працює на канальному рівні моделі ISO/OSI, де фізичні відмінності не мають впливу. Зазвичай мости використовуються в шинній топології мережі.

3.5 Комутатор

Комутатор є ключовим пристроєм у сучасних мережах, які використовують стандарт Ethernet із протоколом доступу CSMA/CD. Основною проблемою цього протоколу є його проста реалізація, що призводить до перевантаження мережі при зростанні кількості кінцевих вузлів. Комутатор вирішує цю проблему, встановлюючи віртуальні канали зв’язку між конкретними кінцевими вузлами, тим самим ізолюючи їх від

решти мережевого трафіку. Завдяки цьому обмін даними між станціями відбувається без зайвих сторонніх пакетів, що забезпечує максимальну пропускну здатність.

Розміщується комутатор у центрі топології типу «зірка». Для обробки трафіку він використовує таблицю маршрутизації, у якій зберігаються адреси джерел і призначень. Спочатку ця таблиця порожня, але комутатор послідовно заповнює її, аналізуючи отримані пакети і заносячи до неї адреси джерел разом із інформацією про їхнє розташування в мережі.

Після наповнення таблиці, коли комутатор приймає пакет, він порівнює адресу призначення з інформацією у таблиці. Якщо адреса є у таблиці і знаходиться у тому самому сегменті мережі, комутатор направляє пакет безпосередньо до отримувача. Якщо ж адреса відома, але знаходиться в іншій частині мережі, пакет надсилається на всі порти, окрім того, з якого він надійшов, що дозволяє ефективно організувати передачу даних.

3.6 Маршрутизатор

Маршрутизатор є найбільш «інтелектуальним» серед активних мережевих пристроїв. Як і мости чи комутатори, він фільтрує пакети, що передаються кінцевим вузлам, і може з’єднувати різні сегменти мережі. Проте його ключова відмінність полягає у здатності направляти пакети між різними мережами, використовуючи додаткову інформацію з пакетів для оптимізації маршруту передачі [7].

Існують два основних типи маршрутизаторів: статичні та динамічні. Статичні маршрутизатори мають таблиці маршрутизації, налаштовані вручну адміністратором мережі, і завжди використовують однакові маршрути, незалежно від змін у мережі. Динамічні маршрутизатори спочатку потребують початкового налаштування, після чого самостійно формують і оновлюють свої таблиці маршрутизації, адаптуючись до поточних умов мережі.

4 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ

Комп’ютерна мережа планується до розгортання на території, що включає дві основні будівлі, три зовнішні майданчики (господарський, транспортний та ґрунтовий).

Перша будівля була зведена у 1992 році, її площа становить приблизно 830 м². Упродовж періоду експлуатації в приміщенні було здійснено низку модернізацій, зокрема заміну системи опалення, водопроводу та встановлення металопластикових вікон. Будівля має три поверхи, висота стін у всіх приміщеннях становить 2,6 м. Основним будівельним матеріалом є цегла, з якої виконані як стіни, так і перекриття. Підйом між поверхами здійснюється сходами, розташованими поблизу центрального входу, ліфтова інфраструктура відсутня. У лівій частині будівлі передбачено технічні шахти (стояки), які проходять крізь усі надземні поверхи. Їх наявність забезпечує можливість вертикального прокладання кабельних трас у межах мережевої інфраструктури.

Нова будівля, добудована в 2000-х роках, має загальну площу 550 м². Вона є конструктивно сумісною з основним корпусом і може бути інтегрована в загальну мережу установи (рисунок 4.1).

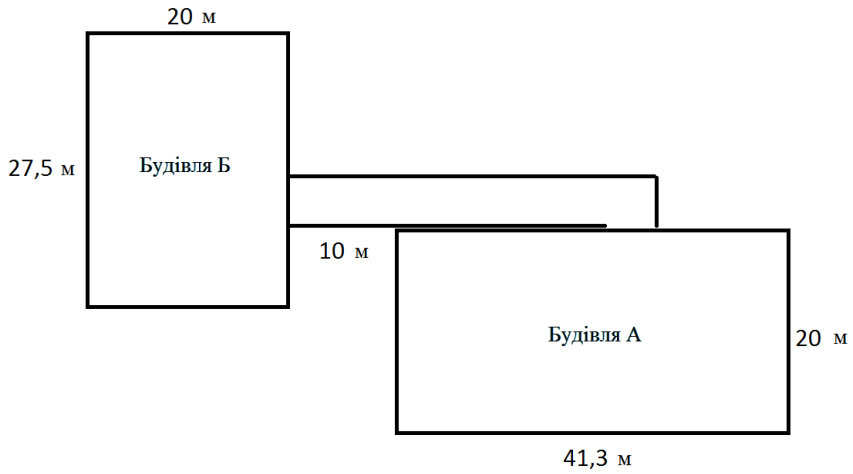

Рисунок 4.1 – Схема будівель установи

Як зазначено на наведених нижче схемах, будівля А складається з трьох поверхів (рисунки 4.2, 4.3 та 4.4).

Перший поверх включає 9 окремих приміщень. Шість із них призначені як кабінети для співробітників, кожна має площу 43,32 м² і однакові розміри.

Крім того, на цьому поверсі розташована велика їдальня для співробітників із прямим виходом на кухонне приміщення. Окремим приміщенням є котельня загальною площею 125,44 м².

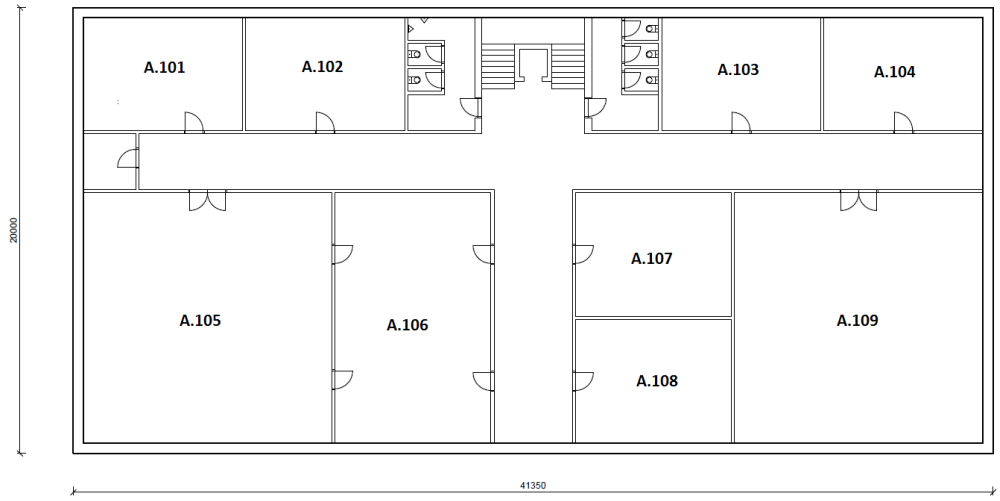

Рисунок 4.2 – План першого поверху будівлі А

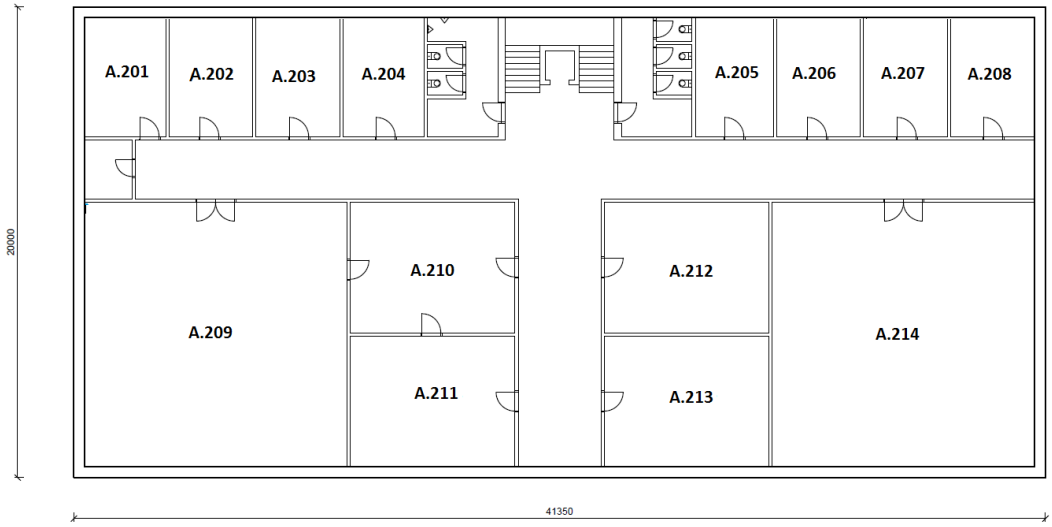

Рисунок 4.3 – План другого поверху будівлі А

Другий поверх будівлі налічує 14 окремих приміщень. Вісім із них, площею по 21,66 м² кожне, використовуються як кабінети для персоналу, зокрема кабінет економістів, складське приміщення та кімната для обслуговуючого персоналу. Також на цьому поверсі розташований велика актова зала площею 125,44 м², що має прямий доступ до кабінету заступника директора, а звідти – до кабінету директора.

З протилежного боку коридору знаходяться дві однакові кімнати по 43,32 м², які призначені для відділу маркетингу, а також великий кабінет площею 125,44 м².

Третій (останній) поверх включає десять кімнат, переважно допоміжного призначення. Вісім із них мають площу 43,32 м² і використовуються як кабінети, а дві кімнати площею по 125,44 м² призначені під архів та склад.

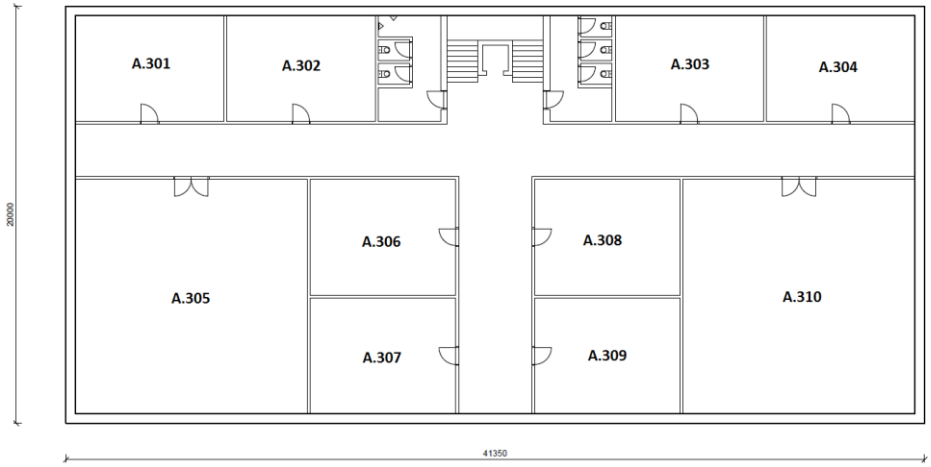

Рисунок 4.4 – План третього поверху будівлі А

На першому поверсі будівлі Б розташовано сім приміщень (рисунок 4.5). Найбільше з них, загальний гардероб, має площу 148,2 м². Приміщення котельні займає площу 106,4 м². Крім того, на поверсі знаходяться дві кімнати площею по 43,32 м² кожна, два кабінети по 21,66 м² та одна кімната площею 26 м², яка використовується як кімната відпочинку.

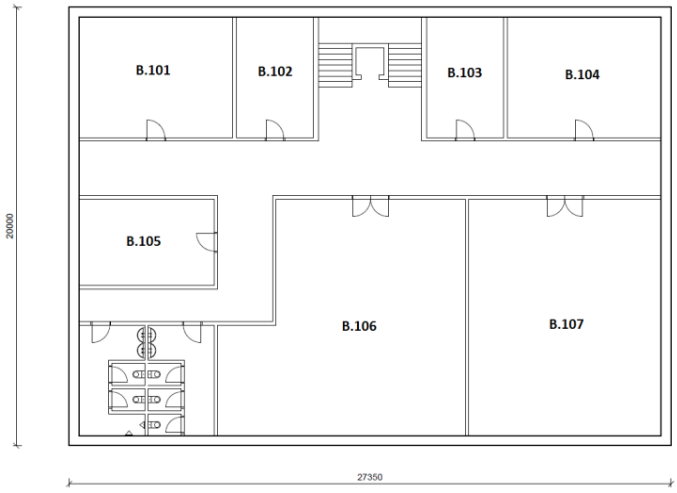

Рисунок 4.5 – План першого поверху будівлі Б

Другий, останній поверх будівлі Б включає сім приміщень, аналогічно до першого поверху. Дві кімнати площею по 43,32 м² призначені для персоналу установи, два кабінети мають площу по 21,66 м², а одна кімната площею 26 м² використовується як плановий відділ. Найбільша кімната на цьому поверсі, площею 148,2 м², функціонує як кімната для перемовин. Поруч розташоване приміщення площею 106,4 м², яке виконує роль другого архіву (рисунок 4.6).

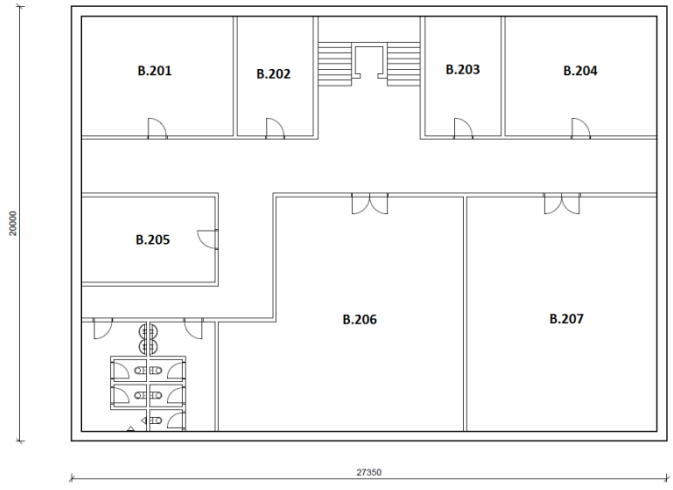

Рисунок 4.6 – План другого поверху будівлі Б

5 ПРОЕКТ МЕРЕЖІ

5.1 Розташування точок підключення

Для всіх приміщень, що використовуються як кабінети, передбачається встановлення по 6 точок підключення. З огляду на те, що в кабінетах зазвичай працюють по 2 особи, на кожного користувача передбачено по 3 точки підключення.

Кожна розетка підтримує підключення двох ПК, а за необхідності – також принтерів або ноутбуків. У перспективі слід враховувати можливість підключення IP-телефонів.

Переважна більшість розеток розрахована на обслуговування двох користувачів.

Для кабінетів із більшою кількістю користувачів пропонується монтаж 3 розеток даних, кожна з яких забезпечує до трьох точок підключення.

У приміщеннях, що використовуються як кабінети персоналу, рекомендується встановлювати дві розетки даних із можливістю організації двох точок підключення кожна.

Це пояснюється наявністю принаймні одного ПК у кожному кабінеті, а також можливими вимогами до підключення принтера або додаткового ноутбука для роботи.

У корпусі А планується оновлення технічного залу з організацією 48 точок підключення, які будуть виконані у вигляді двопортових розеток.

В архіві корпусу А передбачено 12 точок підключення.

Додатково пропонується створення кабінету в корпусі Б, у якому буде встановлено 10 розеток із двома точками підключення кожна, що забезпечить загалом 20 точок підключення.

Детальна схема розміщення точок підключення та їх технічна специфікація наведені на рисунках 5.1–5.5.

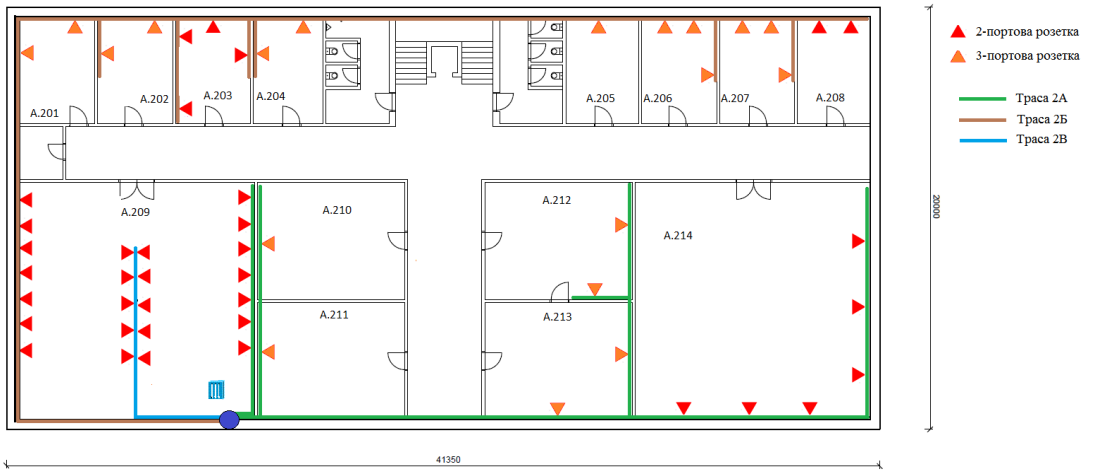

Рисунок 5.1 – Маршрути та точка підключення - корпус А 2-й поверх

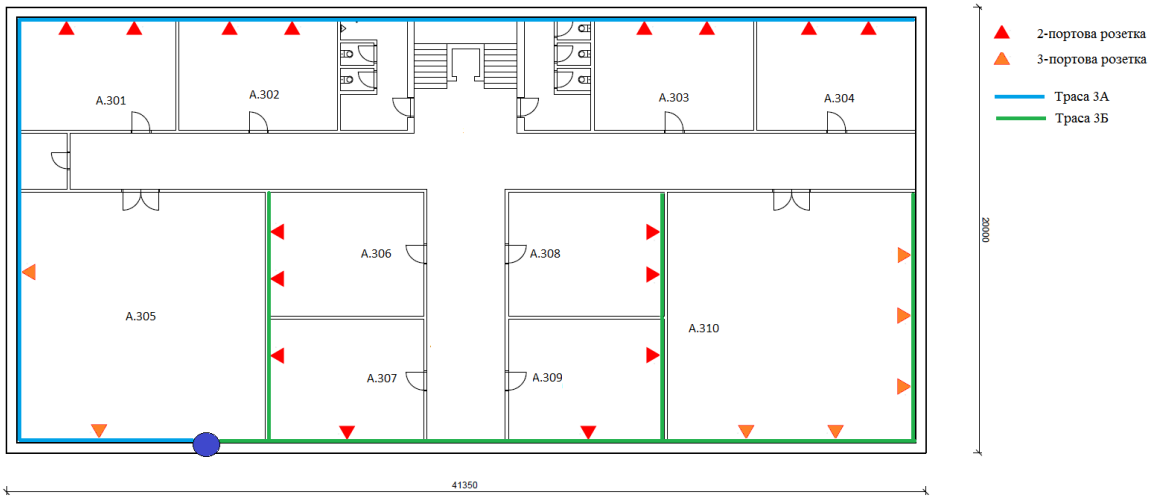

Рисунок 5.2 – Маршрути та точка підключення - корпус А 3-й поверх

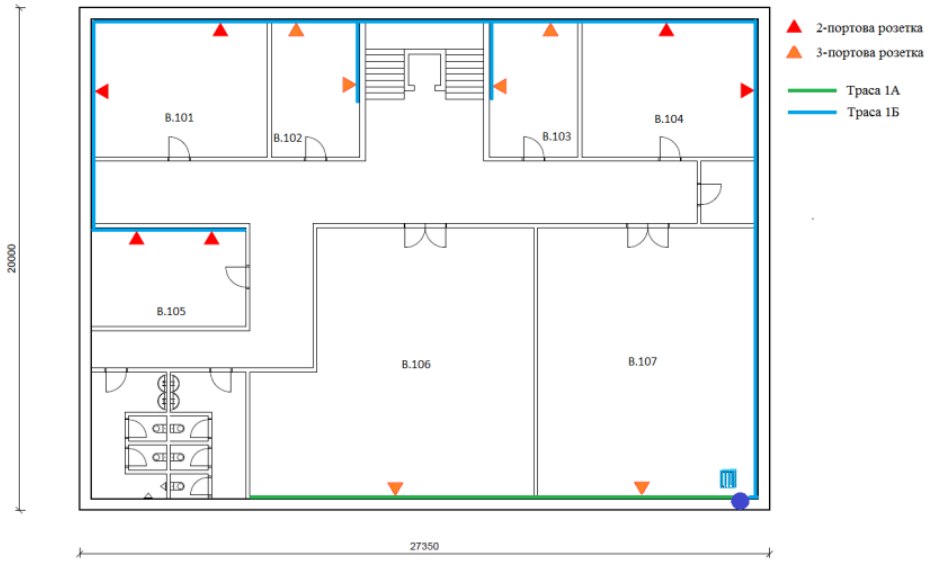

Рисунок 5.3 – Маршрути та точка підключення - корпус Б 1-й поверх

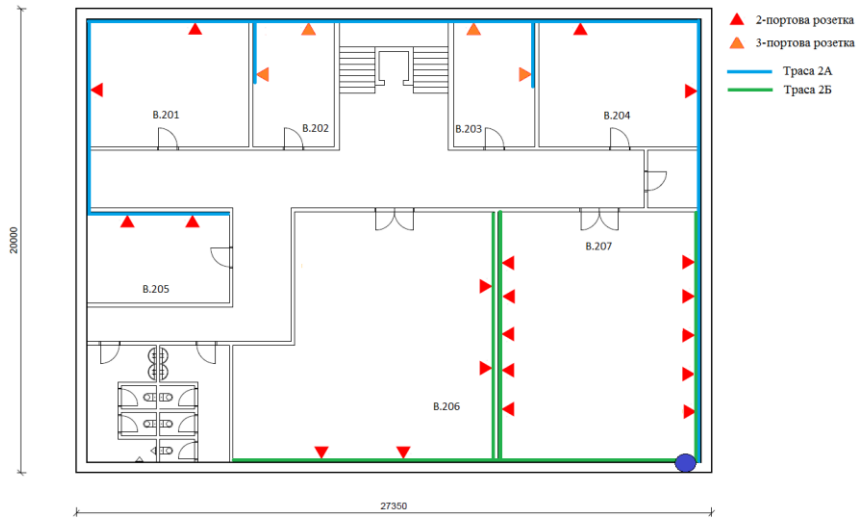

Рисунок 5.4 – Маршрути та точка підключення - корпус Б 2-й поверх

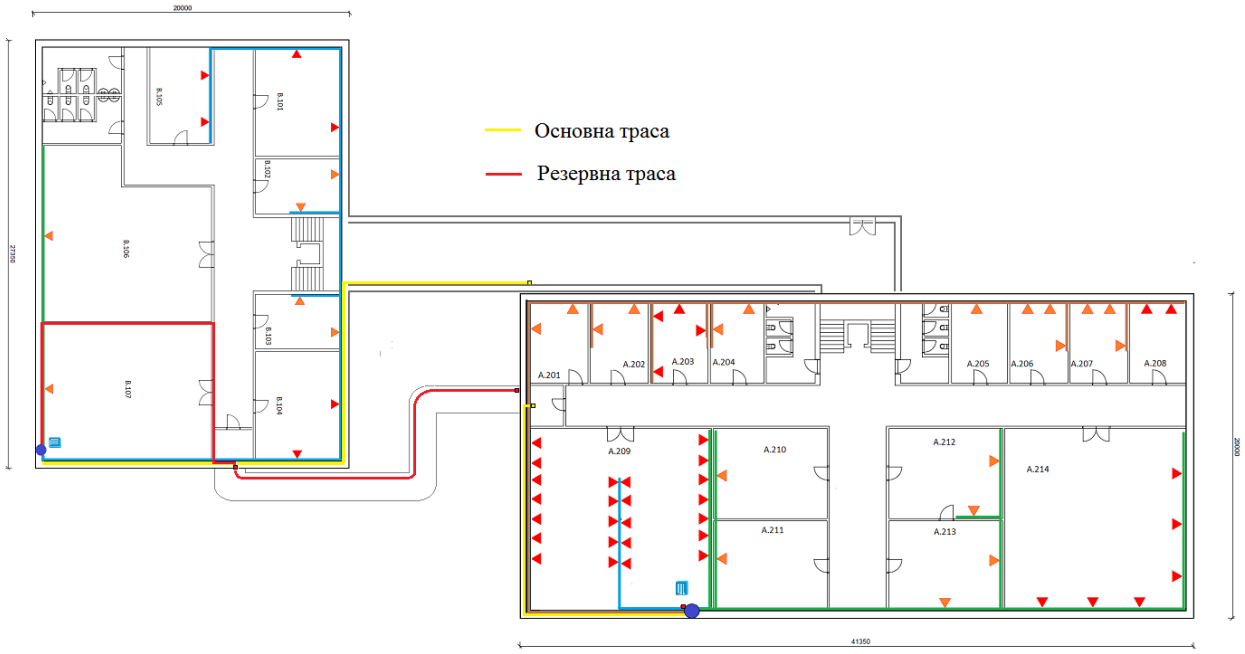

Рисунок 5.5 – Маршрути та точка підключення оптичних трас корпуса А та Б 1-й поверх

5.2 Технологія проектування, класи кабелів і категорії компонентів

Враховуючи поставлені завдання, для побудови мережі установи рекомендовано застосування технології Gigabit Ethernet. Для забезпечення відповідної пропускної здатності слід використовувати кабелі класу D або кабелі категорії 5.

Оскільки середовище експлуатації мережі характеризується відсутністю сильного електромагнітного впливу та інших значних джерел перешкод, доцільним є застосування кабельних компонентів типу UTP (Unshielded Twisted Pair).

Для з’єднання комутаторів у мережі передбачено використання багатомодового оптичного кабелю, що забезпечує високошвидкісну та надійну передачу даних на середні відстані.

5.3 Схема мережі

На рисунку 5.6 представлено логічну схему проектованої мережі.

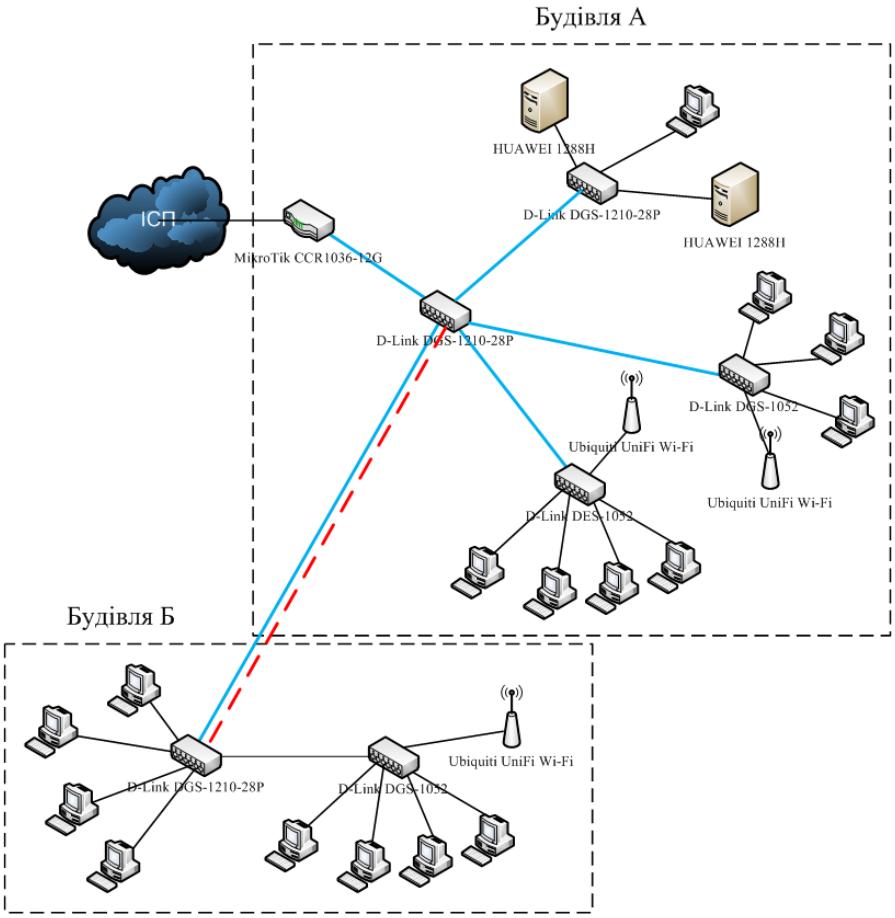

Рисунок 5.6 – Логічна схема проектованої мережі

6 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ

6.1 Обладнання рівня ядра

В якості бастіонного маршрутизатора обрано MikroTik CCR1036, що забезпечує високопродуктивну маршрутизацію та підтримку необхідних мережевих протоколів (рисунок 6.1).

Рисунок 6.1 – Маршрутизатор MikroTik CCR1036-12G-4S-EM

Маршрутизатор MikroTik CCR1036-12G-4S-EM є пристроєм операторського класу, оснащеним 36-ядерним процесором з тактовою частотою 1,2 ГГц на ядро та 16 ГБ оперативної пам’яті.

Пропускна здатність пристрою на всіх інтерфейсах досягає 24 млн пакетів на секунду або 16 Гбіт/с у повному дуплексі. Продуктивність маршрутизації за стандартними протоколами становить 8 млн пакетів на секунду.

За замовчуванням маршрутизатор комплектується двома планками DDR3 10600 по 8 ГБ кожна (загальний обсяг 16 ГБ), при цьому можливе розширення оперативної пам’яті до більшого обсягу.

Для підключення оптоволоконних каналів рекомендовано застосовувати оригінальні SFP-модулі MikroTik моделей S-85DLC05D, S-31DLC20D або S-35/53LC20D.

Корпус пристрою виготовлено з металу та оснащено кріпленнями типу «вушка», що дозволяє монтаж у стандартні 19-дюймові серверні шафи або стійки.

Управління маршрутизатором здійснюється за допомогою операційної системи RouterOS з ліцензією рівня Level 6, що забезпечує широкі можливості конфігурації та адміністрування.

6.2 Комутатори рівня агрегації

Для рівня ядра мережі обрано керований комутатор D-Link моделі DGS-1210-28P, що забезпечує необхідну пропускну здатність, підтримку управління трафіком та функціонал для організації VLAN (рисунок 6.2).

Рисунок 6.2 –Коммутатор D-Link DGS-1210-28P

Комутатор рівня L2 D-Link DGS-1210-28P є керованим пристроєм із 24 портами 10/100/1000Base-T з підтримкою PoE стандарту IEEE 802.3at та 4 комбінованими портами 100/1000Base-T/SFP. Пристрій підтримує технологію енергозбереження D-Link Green і оснащений розширеними функціями управління та безпеки, що забезпечують високу продуктивність і масштабованість мережі. Функції керування включають SNMP, веб-інтерфейс, утиліту D-Link Network Assistant, а також спрощений інтерфейс командного рядка (CLI) через Telnet. Підтримується технологія Auto Voice VLAN, яка надає пріоритет голосовому трафіку. Комутатор оснащено інтелектуальними вентиляторами з адаптивним регулюванням швидкості, що сприяє зниженню енергоспоживання і рівня шуму.

Пристрій підтримує повний набір функцій рівня 2: IGMP Snooping, Port Mirroring, Spanning Tree Protocol (STP), Link Aggregation Control Protocol (LACP), а також управління потоком IEEE 802.3x для оптимізації навантаження та підвищення надійності передачі даних. Максимальна

пропускна здатність на кожному порту становить до 2 Гбіт/с у режимі повного дуплексу, що забезпечує достатній рівень продуктивності для підключення робочих станцій.

6.3 Комутатори робочих груп

Рисунок 6.3 – Коммутатор D-Link DES-1052

Для комутаторів доступу обрано моделі D-Link DGS-1052 (рисунок 6.3). Некерований комутатор DGS-1052 оснащений 48 портами 10/100/1000Base-T та 4 комбінованими портами 100/1000Base-T/SFP, що робить його придатним для застосування в мережах SOHO та підприємств малого і середнього бізнесу (SMB).

Комутатор забезпечує швидкість передачі даних до 2 Гбіт/с у режимі повного дуплексу на кожному порту. При підключенні пристроїв із підтримкою стандартів Ethernet, Fast Ethernet або Gigabit Ethernet відбувається автоматичний вибір оптимальної швидкості з'єднання.

Пристрій підтримує розширені функції управління трафіком та продуктивністю, зокрема керування потоком, що запобігає втратам даних при перевантаженні мережі.

Комутатор рівня 2 D-Link DGS-1210-52 є керованим пристроєм, що оснащений 48 портами з підтримкою швидкостей 10/100/1000Base-T, а також 4 комбінованими портами 100/1000Base-T/S (рисунок 6.4).

Пристрій підтримує технологію енергозбереження D-Link Green і розширений набір функцій управління і безпеки, що забезпечує високу продуктивність і можливість масштабування мережі.

Рисунок 6.4 –Коммутатор D-Link DGS-1052

Серед засобів керування підтримуються SNMP, веб-інтерфейс, а також інтерфейс командного рядка (CLI) з доступом через Telnet та SSH. Комутатор обладнаний пасивною системою охолодження, яка гарантує безшумну роботу та продовжує термін служби пристрою. Пристрій реалізує повний набір функцій рівня 2, включно з IGMP Snooping, Port Mirroring, Spanning Tree Protocol (STP) та Link Aggregation Control Protocol (LACP). Управління потоком за стандартом IEEE 802.3x дозволяє оптимізувати навантаження на комутатор і підвищити надійність передачі даних. Максимальна швидкість передачі даних на кожному порту становить до 2 Гбіт/с у режимі повного дуплексу, що забезпечує необхідний рівень продуктивності.

6.4 Сервери

Рисунок 6.5 – Сервер HUAWEI 1288H

Сервер HUAWEI 1288H оснащений обчислювальними модулями з двома процесорами Intel Xeon Scalable останнього покоління, що забезпечує високу продуктивність при виконанні сучасних бізнес-завдань (рисунок 6.5). Для комунікації між процесорами застосовується шина Ultra Path Interconnect зі швидкістю передачі даних до 10 GT/s. Кожен процесор підтримує до 28 ядер. Сервер використовує оперативну пам’ять стандарту DDR4 з частотою 2666 МГц.

Завдяки широким можливостям масштабування пам’яті забезпечується достатній резерв продуктивності для зростаючих навантажень. Підсистема зберігання даних реалізована з використанням різних типів накопичувачів – HDD, SSD та NVMe SSD. Така конфігурація дозволяє оптимізувати роботу з різнорідними навантаженнями, у тому числі з високими вимогами до часу відгуку.

6.5 Комунікаційні шафи

Для основного розподільного щитка, який обслуговуватиме два поверхи корпусу А, було обрано 19-дюймову монтажну шафу серії KP110 610-42 з висотою 42 одиниці та габаритними розмірами 2100 × 1000 × 600 мм (рисунок 6.6). Конструкція шафи передбачає скляні дверцята та простоту збірки.

Однією з переваг цієї моделі є вентиляційний вентилятор, встановлений у верхній частині шафи, що дозволяє ефективно охолоджувати обладнання без зайняття монтажного простору.

При виборі розмірів головного розподільного щитка враховувалася можливість подальшого розширення шляхом додавання додаткового обладнання.

Рисунок 6.6 – Комунікаційна шафа KR110 610-42

Розподільний щит, розташований у корпусі Б, призначений переважно для розміщення комутаційних панелей та комутаторів, тому немає необхідності використовувати шафу такого великого розміру, як у корпусі А. Було обрана шафа серії KR120 65-18 – 19-дюймовий настінний розподільний щит з монтажною висотою 18 U, що повністю відповідає потребам у кількості точок підключення корпусу Б.

Основні переваги цієї моделі – простота монтажу та конструкція корпусу зі вставною панеллю. Габаритні розміри шафи становлять 900 × 400 × 600 мм, вага – 41 кг. Ступінь захисту корпусу за промисловим стандартом – IP40.

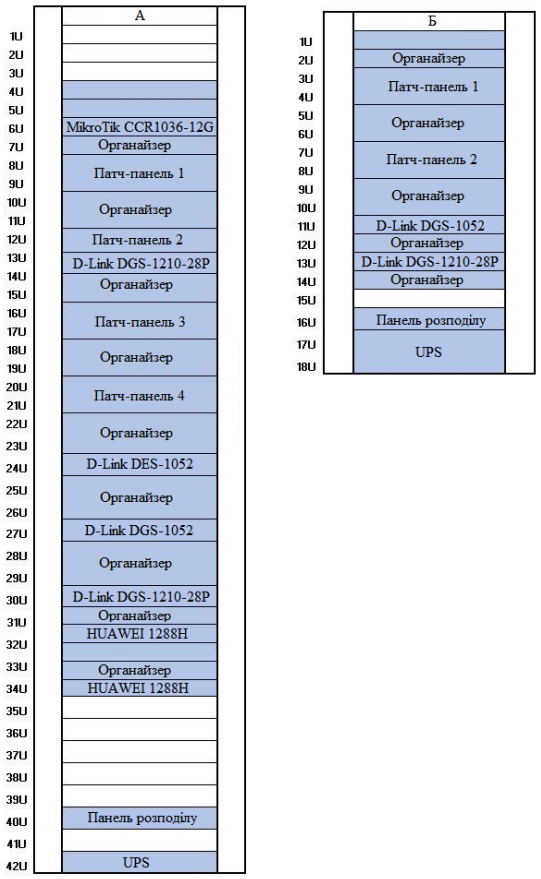

Рисунок 6.7 – Розміщення обладнання в комунікаційних шафах

ВИСНОВКИ

Метою даної кваліфікаційної роботи було проектування комп’ютерної мережі для двох взаємопов’язаних будівель ЗАТ «Вертикаль».

Розроблена мережева інфраструктура та підібране обладнання були визначені на основі аналізу потреб установи з урахуванням сучасних вимог до побудови локальних обчислювальних мереж. Проект передбачає можливість масштабування та подальшого розвитку мережі.

В якості активного мережевого обладнання обрано пристрої від провідних світових виробників – MikroTik, D-Link та HUAWEI, що забезпечує побудову стабільної та високопродуктивної мережевої інфраструктури з підтримкою технології Gigabit Ethernet.

Таким чином, усі завдання, поставлені в межах кваліфікаційної роботи, були успішно виконані у повному обсязі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Глушаков С.М. Комп'ютери, програми, мережі/С.М. Глушаков, А.К. Сурядний. - АСТ, 2014. - 512 с.

2. Куні Л.Л. Ethernet /Л. Куні, Р. Рассел –Видавнича група BHV, 1998, 448 с.

3. Бірюков Н.Л. Транспортні мережі та системи електрозв'язку. Система мультиплексування / Н.Л. Бірюков, В.К. Стеклов – 2003, 352 с.

4. Стерлінг Д.Д. Технічне посібник з волоконної оптики/Д.Д. Стерлінг, З. Янг. -: Вид-во Лорі, 2004. - 195 с.

5. Джеймс Трулав Мережі. Технології, прокладання, обслуговування / Д. Трулав. - Перекладач: М. Голубєв – К-Прес, 2009 - 560 с.

6. Жуков І.В. Основи мережевих технологій/І. Жуков. – Навчальний посібник – К-Прес, 2015 р. – 430 с.

7. Гук М.Ю. Апаратні засоби IBM PC. Енциклопедія/М.Ю. Гук. - 3-тє вид. : 2006 р. - 1072 с.

8. Дібров М.В. Комп'ютерні мережі та телекомунікації. Маршрутизація в IP-мережах. У 2 год. Ч. 2: Підручник та практикум для СПО / М.В. Дібров. : Видавництво Юрайт, 2017 - 351 с.

9. Поляков А.А., Цвєтков В.Я. Прикладна інформатика: Навчально-методичний посібник: У 2-х частинах: Частина 1. : МАКС Прес, 2008.-778 с.