

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних наук \_\_\_\_\_

Кафедра інформаційних технологій

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

**Рівень вищої освіти бакалавр**

на тему: Проектування локальної обчислювальної мережі торгівельної  
компанії

Виконав студент 4 курсу групи K-42

Напрямок підготовки 6.050101

комп'ютерні науки

Бондаренко В..... І.....

Керівник к.геогр.н., доцент

Коваленко Людмила Борисівна

Консультант \_\_\_\_\_

Рецензент к.т.н., доцент

Гнатовська Ганна Арнольдівна

Одеса 2018

## ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД ЕТАЛОННОЇ МЕРЕЖЕВОЇ МОДЕЛІ OSI.....	10
2 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ FAST ETHERNET.....	14
<b>2.1. Технологія Ethernet</b> .....	14
<b>2.2 Технологія Fast Ethernet</b> .....	16
<b>2.3 Правила побудови мережі Fast Ethernet</b> .....	17
2.3.1 Розрахунок за першою моделлю.....	17
2.3.2 Розрахунок за другою моделлю.....	20
2.3.3 Приклад розрахунку конфігурації мережі Fast Ethernet.....	22
3 ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ СКС.....	24
<b>3.1 Технічне завдання замовника</b> .....	24
<b>3.2 Побудова технічної моделі</b> .....	25
<b>3.3 Підготовка документації мережі</b> .....	30
<b>3.4 План підключення обладнання</b> .....	32
<b>3.5 Розрахунок корисної пропускної здатності мережі</b> .....	39
<b>3.6 Моделювання мережі</b> .....	40
<b>3.7 Кошторис розробки проекту</b> .....	42
ВИСНОВКИ.....	43
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	44
ДОДАТОК А ПЛАН-СХЕМА БУДІВЛІ.....	46
ДОДАТОК Б. СТРУКТУРНА СХЕМА ПОТОЧНОЇ МЕРЕЖІ.....	48
ДОДАТОК В. СТРУКТУРНА СХЕМА МЕРЕЖІ ЗА ПРОЕКТОМ.....	50
Додаток Г. Схема мережі для моделювання в Cisco Packet Tracer.....	52

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

## Скорочення

IP	– Інформаційні розетки
КБ	– Кросова будівлі
КЗМ	– Кросова зовнішніх магістралей
КП	– Кросова поверхів
ЛОМ	– Локальна обчислювальна мережа
КСС	– Структурована кабельна система
ТЗ	– Технічне завдання
ARP	– Address Resolution Protocol (Протокол визначення адреси)
BGP	– Border Gateway Protocol (Протокол граничного шлюзу)
DNS	– Domain Name Service (Служба доменних імен)
DHCP	– Dynamic Host Configuration Protocol (Протокол динамічного налаштування вузла)
FDDI	– Fiber Distributed Data Interface (Волоконно-оптичний інтерфейс передачі даних)
FTP	– File Transfer Protocol (Протокол передачі файлів)
GRE	– Generic Routing Encapsulation (Загальна інкапсуляція маршрутів)
HTTP	– HyperText Transfer Protocol (Протокол передачі гіпертексту)
IEEE	– Institute of Electrical and Electronic Engineers (Інститут інженерів з електротехніки та електроніки)
ICMP	– Internet Control Message Protocol (Протокол керуючих повідомлень в мережі Інтернет)
IP	– Internet Protocol (Інтернет-протокол міжмережевого обміну даних)
LAN	– Local Area Network (Локальна обчислювальна мережа)
MAC	– Media Access Control (Керування доступом до Середовища передачі)
NTP	– Network Time Protocol (Протокол мережевого часу)
OSI	– Open System Interconnection (Взаємодія відкритих систем)
POP3	– Post Office Protocol Version 3 (Протокол поштового

	відділення, версія 3)
QoS	– Quality of Service (Якість надання послуг)
RADIUS	– Remote Authentication in Dial-In User Service (Служба віддаленої аутентифікації користувача по комутованих лініях)
SMTP	– Simple Mail Transfer Protocol (Простий протокол електронної пошти)
TCP	– Transmission Control Protocol (Протокол управління передачею)
TELNET	– Terminal Network (Мережевий термінал)
TFTP	– Trivial File Transfer Protocol (Простий протокол передачі файлів)
UDP	– User Datagram Protocol (Протокол передачі даних користувача)
VLAN	– Virtual Local Area Network (Віртуальна локальна мережа)

#### Умовні позначення

Gb – гігабіт ( $10^9$  біт)

## ВСТУП

В даний час існують різні способи зв'язку окремих комп'ютерів у мережу. Діапазон апаратних і програмних засобів, для управління ними, великий. Іноді це призводить до деякого утруднення при виборі типу мережі та її програмного забезпечення. Неправильний вибір може в подальшому призвести до неможливості функціонування програм у разі збільшення кількості комп'ютерів у мережі або зростання вимог до швидкості і обсягів інформації, що передається. Дуже важливо в достатній мірі розуміти принципи побудови локальних обчислювальних мереж (ЛОМ) грамотно вибрати апаратні і програмні засоби для управління мережею.

Метою дипломної роботи є проектування локальної обчислювальної мережі торгівельної компанії.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні завдання:

- аналіз поточної мережевої архітектури компанії з метою визначення проблемних місць, що потребують подальшого вдосконалення;
- обґрунтування вибору мережевої архітектури для комп'ютерної мережі, методу доступу, топології, типу кабельної системи, операційної системи, додатків, протоколів;
- вибір способу управління мережею;
- обґрунтування вибору проміжного мережевого обладнання;
- підготовка основної документації: схеми мережі на фізичному, канальному і мережевому рівнях, план IP-адресації, список пристроїв;
- моделювання мережі в емуляторі Cisco Packet Tracer.

Реалізація запропонованого проекту дозволить підвищити продуктивність праці, скоротити час на отримання і обробку інформації, виконувати точний і повний аналіз даних, забезпечувати отримання будь-яких форм звітів за підсумками роботи. Як наслідок, утворюються додаткові тимчасові ресурси для розробки і реалізації нових проектів.

ЛВС повинна бути спроектована таким чином, щоб забезпечити сучасні вимогам подальшого розвитку і розширення, при появі нових технічних і фінансових можливостей підприємства, а також забезпечити зв'язок підприємства з «зовнішнім світом» через мережу Інтернет.

Передбачається, що настройка VLAN в мережі підприємства дозволить організувати необхідну логічну структуру мережі на основі програмного забезпечення без фізичного переміщення пристроїв і досягти зменшення

споживання смуги пропускання в порівнянні з ситуацією одного ширококомовного домену.

Структура дипломної роботи складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань на 12 найменувань, додатків. Повний обсяг роботи становить 52 сторінки, містить 13 малюнків і 13 таблиць.

## 1 ОГЛЯД ЕТАЛОННОЇ МЕРЕЖЕВОЇ МОДЕЛІ OSI

Еталонна модель OSI (за винятком фізичного середовища) показана на рис. 1.1. Ця модель заснована на розробці Міжнародної організації із стандартизації (Міжнародна організація по стандартизації, ІСО) і є першим кроком до міжнародної стандартизації протоколів, що використовуються на різних рівнях. Називається ця структура еталонною моделлю взаємодії відкритих систем, оскільки вона пов'язує відкриті системи, тобто системи, відкриті для зв'язку з іншими системами.

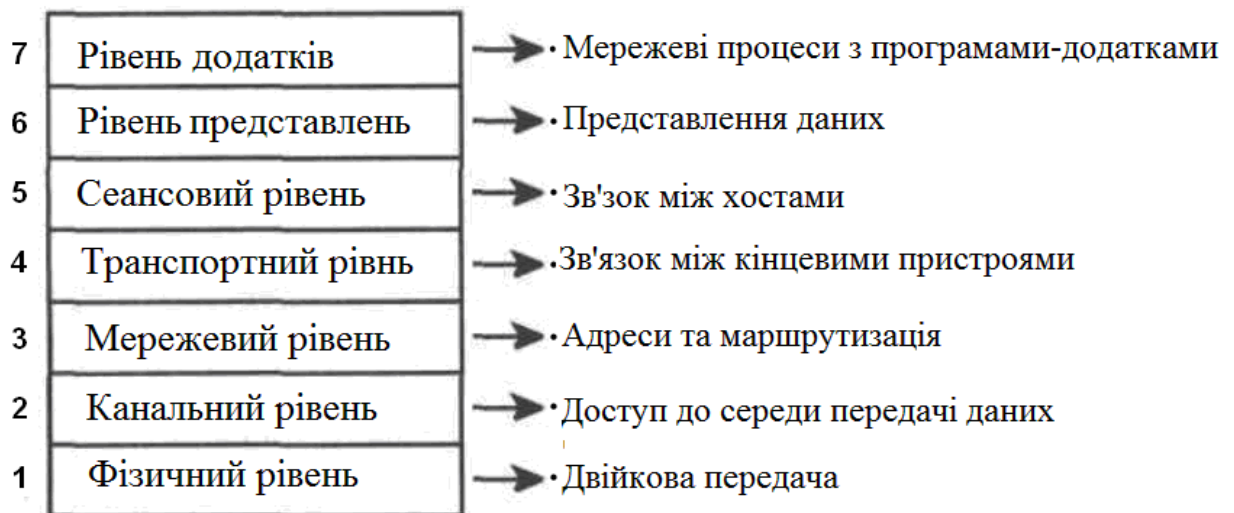


Рисунок 1.1 – Еталонна модель OSI

Модель OSI має сім рівнів. Поява саме такої структури було обумовлено наступними міркуваннями [1]:

1) Рівень повинен створюватися в міру необхідності окремого рівня абстракції.

2) Кожен рівень повинен виконувати строго певну функцію.

3) Вибір функцій для кожного рівня повинен здійснюватися з урахуванням створення стандартизованих міжнародних протоколів.

4) Межі між рівнями повинні вибиратися так, щоб потік даних між інтерфейсами був мінімальним.

5) Кількість рівнів має бути достатньо великим, щоб різні функції не об'єднувалися в одному рівні без необхідності, але не надто високим, щоб архітектура не ставала громіздкою.

Модель OSI не є мережевою архітектурою, оскільки вона не описує служби та протоколи, що використовуються на кожному рівні. Вона просто

визначає, що повинен робити кожен рівень. Нижче розглянемо кожен рівень моделі, починаючи з самого нижнього.

*Фізичний рівень* займається реальною передачею необроблених бітів по каналу зв'язку. При розробці мережі необхідно переконатися, що коли одна сторона передає одиницю, то приймаюча сторона отримує також одиницю, а не нуль. Принциповими питаннями тут є наступні: яка напруга має використовуватися для відображення одиниці, а яка для нуля; скільки мікросекунд триває біт; чи може передача проводитися одночасно в двох напрямках; як встановлюється початковий зв'язок і як він припиняється, коли обидві сторони закінчили свої завдання; з якої кількості проводів повинен складатися кабель і яка функція кожного проводу. Питання розробки в основному пов'язані з механічними, електричними і процедурними інтерфейсами, а також з фізичним носієм, що лежить нижче фізичного рівня.

Основне завдання *канального рівня* – бути здатним передавати «сирі» дані фізичного рівня по надійній лінії зв'язку, вільної від невиявлених помилок, і маскувати реальні помилки, так щоб мережевий рівень їх не бачив. Це завдання виконується за допомогою розбиття вхідних даних на кадри, звичайний розмір яких коливається від кількох сотень до кількох тисяч байт. Кадри даних передаються послідовно з обробкою кадрів підтвердження, які відсилаються назад одержувачем.

Ще одна проблема, що виникає на каналному рівні (а також і на більшій частині більш високих рівнів), – як не допустити ситуації, коли швидкий передавач завалює приймач даними. Може бути передбачений якийсь механізм регуляції, який інформував би передавач про наявність вільного місця в буфері приймача на поточний момент.

У широкомовних мережах існує ще одна проблема каналного рівня: як керувати доступом до каналу, що спільно використовується. Ця проблема вирішується введенням спеціального додаткового підрівня каналного рівня – підрівня доступу до носія [2].

*Мережевий рівень* займається керуванням операціями підмережі. Найважливішим моментом тут є визначення маршрутів пересилки пакетів від джерела до пункту призначення. Маршрути можуть бути жорстко задані у вигляді таблиць і рідко змінюватися або, що буває частіше, автоматично змінюватися, щоб уникати компонентів, які відмовили. Крім того, вони можуть задаватися на початку кожного з'єднання, наприклад, термінальної сесії, такого як підключення до віддаленої машини. Нарешті, вони можуть



бути у високому ступені динамічними, тобто обчислюваними заново для кожного пакета з урахуванням поточної завантаженості мережі.

Якщо в підмережі одночасно присутня дуже велика кількість пакетів, то вони можуть закрити дорогу один одному, утворюючи затори у вузьких місцях. Недопущення подібної закупорки також є завданням мережевого рівня в з'єднанні з більш високими рівнями, які адаптують завантаження. У більш загальному сенсі, мережевий рівень займається наданням певного рівня сервісу (це стосується затримок, часу передачі, питань синхронізації).

При подорожі пакета з однієї мережі в іншу також може виникнути ряд проблем. Так, спосіб адресації, що застосовується в одній мережі, може відрізнятися від прийнятого в іншій. Мережа може взагалі відмовитися приймати пакети через те, що вони занадто великого розміру. Також можуть відрізнятися протоколи та ін. Саме мережевий рівень повинен вирішувати всі ці проблеми, дозволяючи об'єднувати різномірні мережі.

Основна функція *транспортного рівня* – прийняти дані від сеансового рівня, розбити їх при необхідності на невеликі частини, передати їх мережному рівню і гарантувати, що ці частини в правильному вигляді прибудуть за призначенням. Крім того, все це повинно бути зроблено ефективно і таким чином, щоб ізолювати більш високі рівні від будь-яких змін в апаратній технології з плином часу.

Транспортний рівень також визначає тип сервісу, що надається сеансовому рівню і безпосередньо користувачам мережі. Найбільш популярним різновидом транспортного з'єднання є захищений від помилок канал між двома вузлами, що поставляє повідомлення або байти в тому порядку, в якому вони були відправлені. Однак транспортний рівень може надавати й інші типи сервісів, наприклад пересилання окремих повідомлень без гарантії дотримання порядку їх доставки або одночасну відправку повідомлення різним адресатам за принципом широкомовлення. Тип сервісу визначається при установці з'єднання. Строго кажучи, повністю захищений від помилок канал створити абсолютно неможливо. Кажуть лише про такому каналі, рівень помилок в якому досить малий, щоб їм можна було знехтувати на практиці.

Транспортний рівень є справжнім наскрізним рівнем, тобто доставляє повідомлення від джерела адресату. Іншими словами, програма на машині-джерелі підтримує зв'язок з подібною програмою на іншій машині за допомогою заголовків повідомлень і керуючих повідомлень. На більш

низьких рівнях для підтримки цього з'єднання встановлюються з'єднання між усіма сусідніми машинами, через які проходить маршрут повідомлень.

*Сеансовий рівень* дозволяє користувачам різних комп'ютерів встановлювати сеанси зв'язку один з одним. При цьому надаються різні типи сервісів, серед яких управління діалогом (відстеження черговості передачі даних), управління маркерами (запобігання одночасного виконання критичною операції декількома системами) і синхронізація (установка службових міток всередині довгих повідомлень, що дозволяють продовжити передачу з того місця, на якому вона обірвалася, навіть після збою і відновлення).

На відміну від більш низьких рівнів, завдання яких – достовірна передача бітів і байтів, *рівень представлення* займається здебільшого синтаксисом і семантикою переданої інформації. Щоб було можливе спілкування комп'ютерів з різними внутрішніми поданням даних, необхідно перетворювати формати даних один до одного, передаючи їх по мережі в деякому стандартизованому вигляді. Рівень представлення займається цими перетвореннями, надаючи можливість визначення та зміни структур даних більш високого рівня (наприклад, записів баз даних).

*Прикладний рівень* містить набір популярних протоколів, необхідних користувачам. Одним з найбільш поширених є протокол передачі гіпертексту HTTP, який складає основу технології Всесвітньої павутини. Коли браузер запитує веб-сторінку, він передає її ім'я (адресу) і розраховує на те, що сервер, на якому розташована сторінка, буде використовувати HTTP. Сервер у відповідь відсилає сторінку. Інші прикладні протоколи використовуються для передачі файлів, електронної пошти, мережевих розсилок.

Оскільки нижні рівні (з 1 по 3) моделі OSI управляють фізичною доставкою та спілкуванням по мережі, їх часто називають рівнями середовища передачі даних (media layers). Верхні рівні (з 4 по 7) моделі OSI забезпечують точну доставку даних між комп'ютерами в мережі, тому їх часто називають рівнями хост-машини (host layers). У більшості мережевих пристроїв реалізовані всі сім рівнів. Однак для прискорення виконання операцій в деяких мережах сама мережа реалізує функції відразу декількох рівнів [1, 3].

## 2 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ FAST ETHERNET

### 2.1. Технологія Ethernet

Специфікація мережі Ethernet була запропонована фірмами DEC, Intel і Xerox (DIX) в 1980 році, і дещо пізніше на її основі з'явився стандарт IEEE 802.3.

Перші версії Ethernet v1.0 і Ethernet v2.0 в якості середовища передачі використовували тільки коаксіальний кабель. Стандарт IEEE 802.3 дозволяє в якості середовища передачі використовувати також виту пару і оптоволокну. У 1995 р. був прийнятий стандарт IEEE 802.3u (Fast Ethernet) зі швидкістю 100 Мбіт/с, а в 1997 р. – IEEE 802.3z (Gigabit Ethernet – 1000 Мбіт/с). Восени 1999 р. прийнятий стандарт IEEE 802.3ab – Gigabit Ethernet на крученій парі категорії 5.

У позначеннях Ethernet (10BASE2, 100BASE-TX та ін.) перший елемент позначає швидкість передачі даних в Мбіт/с; другий елемент BASE означає, що використовується пряма (немодульована) передача; третій елемент позначає округлене значення довжини кабелю в сотнях метрів (10BASE2 – 185 м, 10BASE5 – 500 м) або тип середовища передачі (Т, ТХ, Т2, Т4 – вита пара; FX, FL, FB, SX і LX – оптоволокну; CX – твінаксіальний кабель для Gigabit Ethernet) [4].

В основі Ethernet лежить метод множинного доступу до середовища передачі з прослуховуванням несучою і виявленням колізій – CSMA/CD (Carrier Sense with Multiple Access and Collision Detection), реалізований адаптерами кожного вузла мережі на апаратному або мікропрограмному рівні:

- все адаптери мають пристрій доступу до середовища (MAU) – трансивер, підключений до загального (що розділяється) середовища передачі даних;
- кожен адаптер вузла перед передачею інформації прослуховує лінію до моменту відсутності сигналу (несучої);
- потім адаптер формує кадр (frame), що починається за синхронізуючою преамбулою, за якою слідує потік двійкових даних;
- інші вузли приймають посланий сигнал, синхронізуються по преамбулі і декодують його в послідовність біт;
- закінчення передачі кадру визначається виявленням приймачем відсутності несучої;

- у разі виявлення колізії (зіткнення двох сигналів від різних вузлів) вузли припиняють передачу кадру, після чого через випадковий проміжок часу (кожен через свій) здійснюють повторну спробу передачі після звільнення лінії;

- при черговій невдачі робиться наступна спроба (і так до 16 разів), причому інтервал затримки збільшується;

- колізія виявляється приймачем за нестандартною довжиною кадру, яка не може бути менше 64 байт, не рахуючи преамбули;

- між кадрами повинен забезпечуватися тимчасовий зазор (міжкадровий або міжпакетний проміжок, IPG – inter-packet gap) тривалістю 9,6 мкс;

- вузол не має права почати передачу раніше, ніж через інтервал IPG після визначення моменту пропажу несучої.

*Домен колізій* – група вузлів, пов'язаних загальним середовищем (кабелями і повторювачами) передачі. Протяжність домену колізій обмежується часом розповсюдження сигналу між найбільш віддаленими один від одного вузлами.

*Діаметр домену колізій* – відстань між двома найбільш віддаленими один від одного кінцевими пристроями.

*Бітовий інтервал* – час, необхідний для передачі одного біта. Бітовий інтервал в Ethernet (при швидкості 10 Мбіт/с) становить 0,1 мкс.

Фізичні специфікації технології Ethernet включають наступні середовища передачі даних.

- 10 Base-5 – коаксіальний кабель діаметром 0,5 дюймів ("товстий" коаксіал). Має хвильовий опір 50 Ом. Максимальна довжина сегменту – 500 м (без повторювачів).

- 10 Base-2 – коаксіальний кабель діаметром 0,25 дюйма ("тонкий" коаксіал). Має хвильовий опір 50 Ом. Максимальна довжина сегменту – 185 м (без повторювачів). Використання повторювачів для збільшення діаметра коаксіальних варіантів мереж підпорядковується правилу «5-4-3».

- 10 Base-T – кабель на основі неекранованої крученої пари (Unshielded Twisted Pair, UTP). Утворює зіркоподібну топологію на основі концентратора. Відстань між концентратором і кінцевим вузлом – не більше 100 м.

- 10 Base-F – оптичний кабель. Топологія аналогічна топології стандарту 10 Base-T. Є кілька варіантів цієї специфікації – FOIRL (відстань до 1000 м), 10 Base-FL (відстань до 2000 м), 10 Base-FB (відстань до 2000 м). Використання повторювачів для збільшення діаметра мереж Ethernet,

побудованих на крученій парі та на оптичному кабелі, підпорядковується правилу «4 хабів».

## 2.2 Технологія Fast Ethernet

У технології Fast Ethernet величина бітового інтервалу дорівнює 0,01 мкс, що дає десятикратне збільшення швидкості передачі даних. При цьому формат кадру, обсяг даних кадру і механізм доступу до каналу передачі даних, залишилися без зміни в порівнянні з Ethernet.

Фізичні специфікації технології Fast Ethernet включають наступні середовища передачі даних (табл. 2.1) [4, 5]:

- 100 Base-TX – мережа з топологією пасивна зірка з концентратором в центрі. Використовується вита пара (UTP) категорії 5 або вище, що пов'язане з необхідною пропускною здатністю кабелю. Для приєднання кабелю використовуються 8-контактні рознімання типу RJ-45. Довжина кабелю не може перевищувати 100 метрів (стандарт рекомендує 90 метрів для 10-відсоткового запасу). Стандарт передбачає також можливість використання екранованого кабелю з двома витими парами проводів (хвильовий опір – 150 Ом). В цьому випадку використовується 9-контактне екрановане рознімання DB-9. На сьогоднішній день 100 Base-TX самий популярний тип мережі Fast Ethernet.

- 100 Base-T4 – передача здійснюється не двома, а чотирма неекранованими витими парами (UTP). При цьому кабель може бути менш якісним (категорії 3, 4 або 5). Прийнята в 100BASE-T4 система кодування сигналів забезпечує ту ж саму швидкість 100 Мбіт/с на будь-якому з цих кабелів, але стандарт рекомендує все ж використовувати кабель категорії 5. Обмін даними іде по одній передавальній витій парі, по одній приймальній витій парі і по двом двонаправленим витим парам з використанням трьохрівневих диференціальних сигналів.

- 100 Base-FX – використовується топологія пасивна зірка з підключенням комп'ютерів до концентратора за допомогою двох різнонаправлених оптичних кабелів. Кабелі підключаються до адаптера (трансивера) і до концентратора за допомогою рознімань типу SC, ST або FDDI. Максимальна довжина кабелю між комп'ютером і концентратором – 412 метрів (це обмеження визначається не якістю кабелю, а встановленими часовими співвідношеннями). Згідно стандарту, застосовується мультимодовий або одномодовий кабель з довжиною хвилі світла 1,35 мкм.

В останньому випадку втрати потужності сигналу в сегменті (в кабелі і розніманнях) не повинні перевищувати 11 дБ.

Таблиця 2.1 – Характеристики специфікацій фізичного середовища Fast Ethernet

Параметр	100BASE-TX	100BASE-T4	100BASE-FX
Кабель	UTP кат.5	UTP кат. 3 або 5	Оптичний
Кіл-ть ВП	2	4	—
Довжина	100 м (90 м)	100 м (90 м)	412 м
Код	4В/5В + MLT-3	8В/6Т	4В/5В + NRZI
Топологія	Пасивна зірка	Пасивна зірка	Пасивна зірка

## 2.3 Правила побудови мережі Fast Ethernet

### 2.3.1 Розрахунок за першою моделлю

Для визначення працездатності мережі Fast Ethernet стандарт IEEE 802.3 пропонує дві моделі, які називаються Transmission System Model 1 і Transmission System Model 2. Перша модель заснована на кількох нескладних правилах. Вона виходить з того, що всі компоненти мережі (зокрема, кабелі) мають найгірші з можливих часових характеристик, тому завжди дає результат зі значним запасом.

Друга модель використовує систему точних розрахунків з реальними часовими характеристиками кабелів. У зв'язку з цим її застосування дозволяє іноді подолати жорсткі обмеження моделі 1.

*Перша модель мережі Fast Ethernet.* Модель являє собою по суті набір правил побудови мережі [6]:

- Сегменти, які виконані на електричних кабелях (кручених парах) не повинні бути довше 100 метрів. Це відноситься до кабелів усіх категорій – 3, 4 і 5, до сегментів 100BASE-T4 і 100BASE-TX.

- Сегменти, які виконані на оптичних кабелях, не повинні бути довше 412 метрів.

- Якщо використовуються адаптери з зовнішніми (виносними) трансиверами, то трансиверні кабелі (МІІ) не повинні бути довше 50 сантиметрів.

Стандартом визначено два класи повторювачів:

1) *Повторювачі класу I* виконують перетворення вхідних сигналів в цифровий вигляд, а при передачі знову перекоднують цифрові дані у фізичні сигнали; перетворення сигналів в повторювачі вимагає деякого часу, тому в домені колізій допускається тільки один повторювач класу I;

2) *Повторювачі класу II* негайно передають отримані сигнали без якого перетворення, тому до них можна підключати тільки сегменти, що використовують однакові способи кодування даних; можна використовувати не більше двох повторювачів класу II в одному домені колізій.

Модель 1 виділяє три можливі конфігурації мережі Fast Ethernet:

1) З'єднання двох абонентів (вузлів) мережі безпосередньо, без репітера або концентратора (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Схема з'єднання двох вузлів мережі безпосередньо

Абонентами при цьому можуть виступати не тільки комп'ютери, але і мережевий принтер, порт комутатора, моста чи маршрутизатора. Таке поєднання називається з'єднанням DTE-DTE або двоточковим.

Правила моделі 1 для даного випадку прості: електричний кабель не повинен бути довше 100 метрів, напівдуплексний оптоволоконний – не більше 412 метрів, повнодуплексний оптоволоконний – 2000 метрів (при цьому затримка сигналу в кабелі не має значення, так як метод CSMA/CD не працює).

2) З'єднання двох абонентів мережі за допомогою одного репітерного концентратора класу I чи класу II (рис.2.2).

В даному випадку треба обмежувати довжину кабелів А і В мережі відповідно до таблиці 2.2.

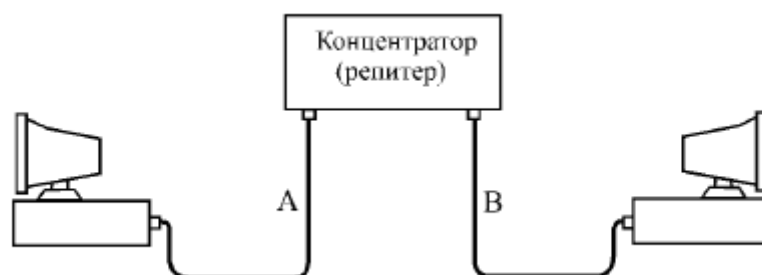


Рисунок 2.2 – Схема з'єднання двох абонентів мережі за допомогою одного репітерного концентратора

Таблиця 2.2 – Максимальна довжина кабелів у конфігурації з одним концентратором

Вид кабелю А	Вид кабелю В	Клас концентратора	Макс. довжина кабелю А, м	Макс. довжина кабелю В, м	Макс. розмір мережі, м
ТХ, Т4	ТХ, Т4	I або II	100	100	200
ТХ	FX	I	100	160,8	260,8
Т4	FX	I	100	131	231
FX	FX	I	136	136	272
ТХ	FX	II	100	208,8	308,8
Т4	FX	II	100	204	304
FX	FX	II	160	160	320

3) З'єднання двох абонентів мережі за допомогою двох репітерних концентраторів класу II. При цьому передбачається, що для зв'язку концентраторів завжди використовується електричний кабель довжиною не більше 5 метрів.

Концентратори класу II мають меншу затримку, тому їх може бути два. Використання трьох концентраторів відповідно до моделі 1 не допускається.

В даному випадку треба обмежувати довжину кабелів А і В відповідно до табл. 2.2. При цьому за умовчанням передбачається, що кабель С має довжину 5 метрів.

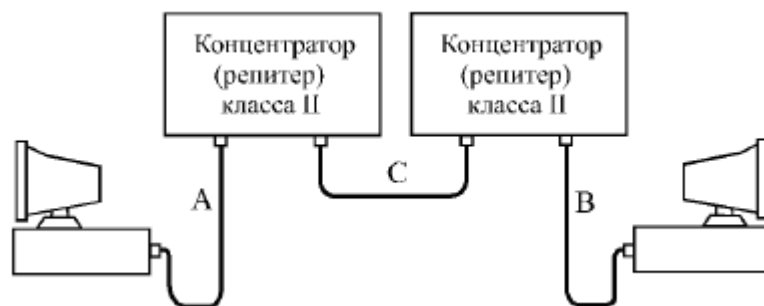


Рисунок 2.3 – Схема з'єднання двох абонентів мережі за допомогою двох репітерних концентраторів класу II



Таблиця 2.2 – Максимальна довжина кабелів у конфігурації з двома концентраторами

Вид кабелю А	Вид кабелю В	Максимальна довжина кабелю А, м	Максимальна довжина кабелю В, м	Максимальний розмір мережі, м
ТХ, Т4	ТХ, Т4	100	100	205
ТХ	FX	100	116,2	221,2
Т4	FX	136,3	136,3	241,3
FX	FX	114	114	233

В обох конфігураціях з концентраторами при використанні одночасно електричного і оптоволоконного кабелів можна за рахунок зменшення довжини електричного кабелю збільшити довжину оптоволоконного. Причому зменшення довжини електричного кабелю на 1 метр відповідає збільшенню довжини оптоволоконного кабелю на 1,19 метра. Наприклад, зменшивши кабель ТХ на 10 метрів, можна збільшити кабель FX на 11,9 метра, і його гранична довжина складе при двох концентраторах 128,1 метра.

У разі використання двох оптоволоконних кабелів можна зменшувати один з кабелів за рахунок збільшення іншого. При зменшенні одного кабелю на 10 метрів можна збільшити другий теж на 10 метрів. Якщо ж використовується два електричні кабелі, то збільшувати один з них за рахунок зменшення іншого не можна, так як їх довжина в принципі не може перевищувати 100 метрів через загасання сигналу в кабелі.

### 2.3.2 Розрахунок за другою моделлю

Друга модель для мережі Fast Ethernet, як і у випадку Ethernet, заснована на обчисленні сумарного подвійного часу проходження сигналу по мережі. Проводити розрахунки величини скорочення міжпакетного інтервалу (IPG) не треба. Це пов'язано з тим, що навіть максимальна кількість репітерів і концентраторів, допустимих у Fast Ethernet (два), не може викликати неприпустимого скорочення міжпакетного інтервалу.

Для розрахунків відповідно до другої моделі спочатку треба виділити у мережі шлях з максимальним подвійним часом проходження і максимальним числом репітерів (концентраторів) між комп'ютерами, тобто шлях максимальної довжини. Якщо таких шляхів кілька, то розрахунок повинен проводитися для кожного з них. Розрахунок ведеться на підставі табл.2.3.

Таблиця 2.3 – Подвійні затримки компонентів мережі Fast Ethernet  
(величини затримок надані в бітових інтервалах)

Тип сегменту	Затримка на метр	Максимальна затримка
Два абонента TX/FX	–	100
Два абонента T4	–	138
Один абонент T4 і один TX/FX	–	127
Сегмент на кабелі категорії 3	1,14	114 (100 м)
Сегмент на кабелі категорії 4	1,14	114 (100 м)
Сегмент на кабелі категорії 5	1,112	111,2 (100 м)
Екранована вита пара	1,112	111,2 (100 м)
Оптичний кабель	1,0	412 (412 м)
Репітер (концентратор) класу I	–	140
Репітер (концентратор) класу II з портами TX/FX	–	92
Репітер (концентратор) класу II з портами T4	–	67

Для обчислення повного подвійного (кругового) часу проходження для сегмента мережі необхідно помножити довжину сегмента на величину затримки на метр, взяту з другого стовпця таблиці. Якщо сегмент має максимальну довжину, то можна відразу взяти величину максимальної затримки для даного сегмента з третього стовпця таблиці.

Потім затримки сегментів, що входять в шлях максимальної довжини, треба підсумувати і додати до цієї суми величину затримки для прийомопередавальних вузлів двох абонентів (це три верхні рядки табл. 2.3) і величини затримок для всіх репітерів (концентраторів), що входять в даний шлях (це три нижні рядки табл. 2.3).

Сумарна затримка повинна бути менше, ніж 512 бітових інтервалів. При цьому треба пам'ятати, що стандарт IEEE 802.3u рекомендує залишати запас в межах 1-4 бітових інтервалів для урахування кабелів всередині з'єднувальних шаф і похибок вимірювання. Краще порівнювати сумарну затримку з величиною 508 бітових інтервалів, а не 512 бітових інтервалів [6].

### 2.3.3 Приклад розрахунку конфігурації мережі Fast Ethernet

На рис. 2.4 наведено приклад однієї з гранично допустимих конфігурацій мережі Fast Ethernet.

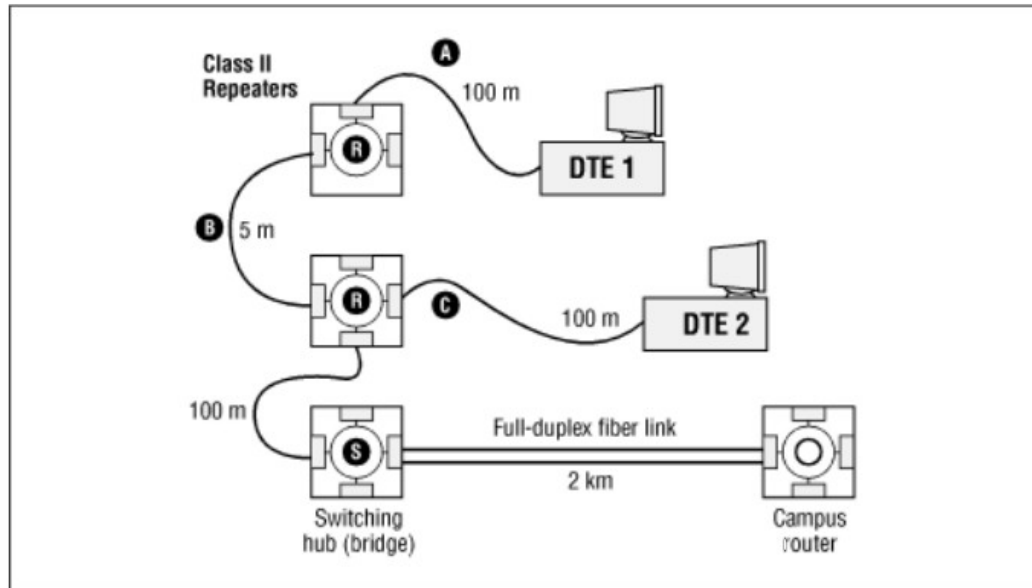


Рисунок 2.4 – Приклад допустимої конфігурації мережі Fast Ethernet

Діаметр домену колізій обчислюється як сума довжин сегментів А (100 м), В (5 м) і С (100 м) і дорівнює 205 м. Довжина сегмента, що з'єднує повторювачі, може бути більш 5 м, якщо при цьому діаметр домену колізій не перевищує допустимий для даної конфігурації межю. Комутатор (switching hub), що входить до складу мережі, зображеної на рис. 2.4, вважається кінцевим пристроєм, оскільки колізії через нього не поширюються. Тому 2-кілометровий сегмент оптоволоконного кабелю, що з'єднує цей комутатор з маршрутизатором (router), не враховується при розрахунку діаметра домену колізій мережі Fast Ethernet. Мережа задовольняє правилам першої моделі.

Перевіримо тепер її по другій моделі. Найгірший шлях в домені колізій: від DTE1 до DTE2 і від DTE1 до комутатора (switching hub). Обидва шляхи складаються з трьох сегментів на крученій парі, з'єднаних двома повторювачами класу II. Два сегмента мають гранично допустиму довжину 100 м. Довжина сегмента, що з'єднує повторювачі, дорівнює 5 м.

Припустимо, що всі три розглянутих сегмента є сегментами 100BASE-TX і в них використовується вита пара категорії 5. У табл. 2.4 наведені величини часу подвійного обороту для розглянутих шляхів. Склавши числа з другого стовця цієї таблиці, отримаємо 511, 96 біт – це і буде час подвійного обороту для найгіршого шляху.

Таблиця 2.4 – Час подвійного обороту мережі на рис. 2.4

Компонент шляху	Час	подвійного
-----------------	-----	------------

	обороту, біт
Пара терміналів з інтерфейсами TX	100
Сегмент на кручений парі категорії 5 (100 м)	111,2
Сегмент на кручений парі категорії 5 (100 м)	111,2
Сегмент на кручений парі категорії 5 (5 м)	5,56
Повторювач класу II	92
Повторювач класу II	92

Слід зауважити, що в даному випадку немає страхового запасу в 4 біт, так як в цьому прикладі використовуються найгірші значення затримок, наведені в табл. 2.3. Реальні часові характеристики компонентів Fast Ethernet можуть відрізнятися в кращу сторону.

## 3 ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ СКС

### 3.1 Технічне завдання замовника

Модернізацію локальної обчислювальної мережі необхідно виконати в торгівельному підприємстві ООО «Цитрус». Станом на 1 грудня 2017 року в локальну мережу організації підключені 44 комп'ютера, з урахуванням наявного обладнання, а також з огляду на комп'ютери які необхідно запусити в експлуатацію необхідно підключити ще 14, таким чином, в мережі буде функціонувати 58 комп'ютерів.

Локальна мережа функціонує на двох поверхах будівлі, які з'єднуються кабелем всередині мережі.

Інтернет на підприємстві реалізований за допомогою виділеної лінії від компанії «Тенет», підключення приходять з 4-го поверху будівлі і через 315 кабінет кабель заходить в кабінет 314, де встановлено головний маршрутизатор, який обробляє всю інформацію, що надходить. План – схема 2-го і 3-го поверхів будівлі надані у додатку А.

Пакет послуг «Бізнес Хіт 100» передбачає роботу в Інтернеті на швидкості до 100 Мбіт в секунду.

Всі функціонуючі і плановані підключення по локальній мережі відображені в планах 2-го і 3-го поверхів, які наведені у додатку Б. Структурні схеми мережі підприємства для 2-го і 3-го поверхів наведені на рис. 3.1.

На підприємстві використовується 8 одиниць мережевого обладнання, серед яких 2 маршрутизатора і 6 комутаторів – вся інформація по даних пристроях наведена у табл. 3.1.

Топологія локальної мережі компанії – багаторівнева зірка.

Використовуваний кабель: кручена пара категорії 5е, яка дозволяє передавати сигнал на швидкості до 100 Мбіт в секунду.

Інформація про внутрішній устрій мережі, і дані по кожному абоненту, були надані замовником і включала:

- пристрій, до якого виконане підключення;
- протяжність кабелю від обладнання до комп'ютера.

Головною вимогою до модернізації ЛОМ підприємства є вдосконалення топології мережі з метою усунення проблем, пов'язаних з вимиканням окремих сегментів мережі при вимиканні комутаторів. Нова топологія повинна передбачити більш раціональне підключення комп'ютерів та

проміжного мережевого обладнання, яке надасть можливість зробити мережу більш масштабованою і керованою.

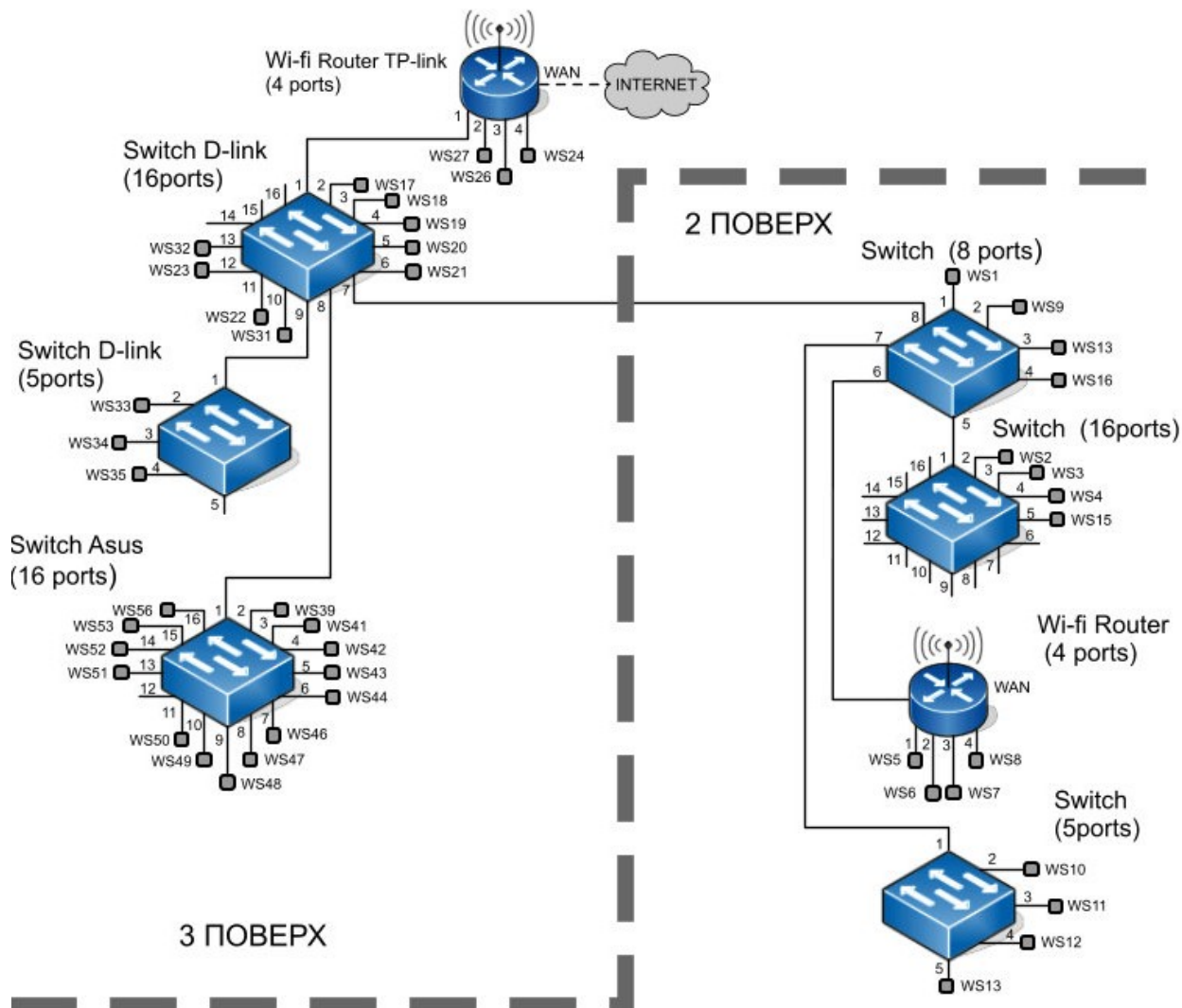


Рисунок 3.1 – Структурна схема мережі підприємства організації для 2-го і 3-го поверхів

### 3.2 Побудова технічної моделі

Структурована кабельна система встановлюється в 9-поверховому будинку офісного призначення, відповідно на 2-му і 3-му його поверхах, планування яких, зображено у додатку А. Висота поверху між перекриттями становить 3 метра, загальна товщина міжповерхових перекриттів дорівнює 50 см.

Створювана СКС повинна забезпечувати функціонування обладнання ЛОМ. СКС призначена для створення звичайної мережі зв'язку і по ній передбачається передача інформації, яка не відноситься до розряду конфіденційної.

Таблиця 3.1 – Інформація про поточне мережеве обладнання ЛОМ підприємства

Підключення обладнання	Протяжність кабелю, м	Обладнання	Номер порту	Розташування
Обладнання 3-го поверху				
Wi-Fi Router TP-link (4 ports) – Switch D-link (16 ports)	25	Wi-Fi Router TP-link (4 ports)	1	каб. 314
Switch D-link (16 ports) – Switch Asus (16 ports)	35	Switch D-link (16 ports)	8	каб. 319
		Switch Asus (16 ports)	1	каб. 307
Switch D-link (5 ports) – Switch D-link (16 ports)	4	Switch D-link (5 ports)	1	каб. 311
Обладнання 2 поверху				
Switch PS2208 (8 ports) – Switch D-link (16 ports)	4	Switch PS2208 (8 ports)	8	каб. 203
Wi-Fi Router TP-link (4 ports) – Switch PS2208 (8 ports)	7	Wi-Fi Router TP-link (4 ports)	WAN	каб. 203
Switch Asus (16 ports) – Switch PS2208 (8 ports)	15	Switch Asus (16 ports)	1	каб. 206
Switch Canyon (5 ports) – Switch PS2208 (8 ports)	10	Switch Canyon (5 ports)	1	каб. 205

Зі структури організації, яка експлуатуватиме кабельну систему відразу після завершення її будівництва, і технічних вимог впливає, що функціонування ЛОМ замовника пов'язано з обробкою і передачею достатньо великих обсягів інформації в процесі вирішення декількох типових завдань.

У коридорах і в робочих приміщеннях для розміщення користувачів будівельним проектом будівлі передбачена установка підвісної стелі з

висотою вільного простору 40 см. За фальшпотолком є достатньо вільного місця для розміщення лотків для прокладки кабелів різного призначення. Стіни будівлі і внутрішні некапітальні перегородки, що відокремлюють окремі приміщення один від одного, виготовлені з цегли і покриті шаром штукатурки, товщина якої становить 1 см. Яких-небудь додаткових каналів у підлозі і стінах, які можуть бути використані для прокладки кабелів, будівельним проектом будівлі не передбачено.

На 2-му поверсі будівлі згідно з планом є 9 робочих приміщень, призначених для розміщення користувачів. Дані по площі цих приміщень зведені в табл. 3.2. На 3-му поверсі є 17 робочих приміщень для розміщення користувачів. Дані по площі цих приміщень зведені в табл. 3.3. Відповідно до положень для будівлі офісного призначення припускаємо установку по одному блоку розеток переважно на кожні 4м<sup>2</sup> робочої площі. Додатково для збільшення зручності обслуговування і експлуатаційної гнучкості інформаційно-обчислювальної системи в цілому передбачаємо по три блоки розеток в кожному технічному приміщенні на поверхах будівлі, тобто на другому поверсі необхідно встановити 16 блоків розеток, на третьому поверсі – 42 блоків розеток, а всього в будівлі – 58 блоків розеток.

Таблиця 3.2 – Приміщення для розміщення інформаційних розеток СКС на 2-му поверсі будівлі

Номер кабінету	Площа, м <sup>2</sup>	Кількість IP
201	9,26	2
203	33,22	4
204	17,76	1
205	17,52	4
206	15,37	1
207	28,88	1
208	28,61	1
209	9,64	1
210	20,52	1

Визначившись з кількістю користувачів, необхідними інтерфейсами, каналами зв'язку, підготуємо схему мережі і IP-план.

При проектуванні мережі будемо дотримуватися ієрархічної моделі мережі, яка має багато переваг в порівнянні з «плоскою мережею»:

- спрощується розуміння організації мережі;
- модель передбачає модульність, що означає простоту нарощування потужностей саме там, де необхідно;



- легше знайти і ізолювати проблему;
- підвищена відмовостійкість за рахунок дублювання пристроїв та/або з'єднань;
- розподіл функцій щодо забезпечення працездатності мережі по різним пристроям.

Таблиця 3.3 – Приміщення для розміщення інформаційних розеток СКС на 3-му поверсі будівлі

Номер кабінету	Площа, м <sup>2</sup>	Кількість IP
303	9,92	1
304	9,61	1
305	43,16	5
306	7,56	1
307	39,05	4
308	34,75	4
309	18,76	3
310	16,61	1
311	34,44	5
312	12,39	2
313	12,60	1
314	10,92	3
315	11,34	1
316	13,05	2
317	25,97	1
318	31,90	5
319	17,39	1

Відповідно до цієї моделі, мережа розбивається на три логічних рівня:

1) ядро мережі (Core layer) – високопродуктивні пристрої, головне призначення – швидкий транспорт;

2) рівень поширення (Distribution layer) – забезпечує застосування політик безпеки, QoS, агрегацію і маршрутизацію, визначає широкомовні домени;

3) рівень доступу (Access-layer), як правило, L2 свічі, призначення – підключення кінцевих пристроїв, маркування трафіку для QoS, захист від кілець в мережі (STP) і широкомовних штормів, забезпечення живлення для PoE пристроїв.

Приблизна схема мережі підприємства представлена на рис.3.2.

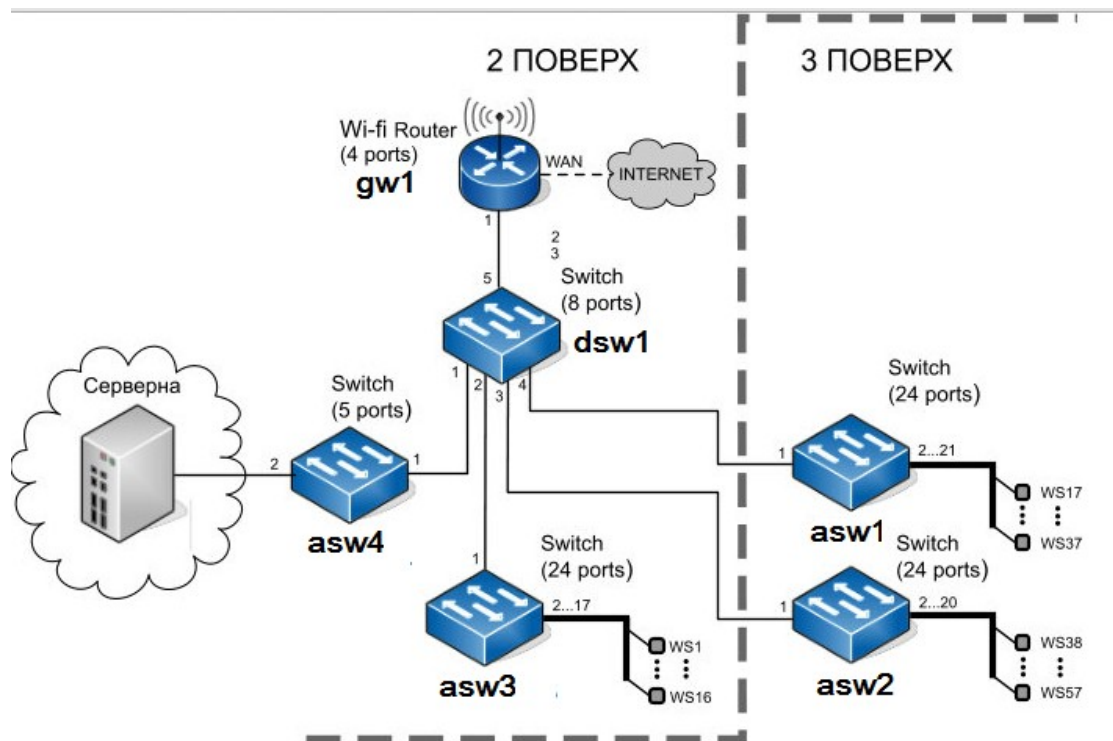


Рисунок 3.2 – Схема мережі підприємства

На представленій схемі ядром (Core) буде маршрутизатор D-link DIR 651, комутатор D-link DES-1100-10P віднесемо до рівня розповсюдження (Distribution), оскільки на ньому агрегуються всі VLAN в загальний транк [7]. Комутатори D-link DES-1100-26 і DGS-1100-05 будуть пристроями доступу (Access). До них будуть підключатися кінцеві користувачі, офісна техніка, сервера. Вся інформація про підключення даних пристроїв наведена у табл. 3.4.

Іменувати пристрої будемо відповідно їх ролям та місцю розташування вибираємо hostname:

- Маршрутизатор DIR 651: gw1 (GateWay) – шлюз;
- Комутатор DES-1100-10P: dsw1, (dsw – Distribution switch);
- Комутатори DES-1100-26 і DGS-1100-05: asw1...asw3, asw4 (asw – Access switch).

Місце розташування мережевого обладнання на план-схемі будівлі для 2-го та 3-го поверхів представлені у додатку В.

Далі підготуємо технічну документацію мережі щодо адресації і фізичного підключення, а також докладний опис обраного обладнання.

Таблиця 3.4 – Інформація про мережеве обладнання згідно проекту

Підключення обладнання	Протяжність кабелю, м	Обладнання	Розташування
gw1(4 ports) – dsw1 (8 ports)	2	Wi-Fi Router D-link DIR 651 (4 ports)	каб. 201
dsw1 (8 ports) – asw4 (5 ports)	2	Switch D-link DES-1100-10P (8 ports)	каб. 201
asw1 (26 ports) – dsw1 (8 ports)	15	Switch D-link DES-1100-26 (24 ports)	каб. 314
asw2 (26 ports) – dsw1 (8 ports)	48	Switch D-link DES-1100-26 (24 ports)	каб. 307
asw3 (26 ports) – dsw1 (8 ports)	4	Switch D-link DES-1100-26 (24 ports)	каб. 203
<b>Всього:</b>	71	Switch D-link DGS-1100-05 (5 ports)	каб. 201

### 3.3 Підготовка документації мережі

Вся мережа повинна бути строго документована: від принципової схеми, до імені інтерфейсу. Перш, ніж приступити до налаштування, наведемо список необхідних документів і дій:

- схеми мережі L1, L2, L3 відповідно до рівнів моделі OSI (фізичний, каналний, мережевий);
- план IP-адресації;
- список VLAN;
- підписи (description) інтерфейсів;
- список пристроїв (для кожного слід вказати: модель, встановлену версію IOS, обсяг RAM\NVRAM, список інтерфейсів).

Зрозуміло, всі зміни мережі потрібно вносити в документацію і конфігурацію, щоб вони були в актуальному стані. Підготуємо потрібні документи. Для нашого проекту мережі, враховуючі її структуру, буде потрібний не весь перелік документації, але обов'язковим для налаштування мережі є список VLAN і план IP-адресації. За наявності малої кількості мережевого обладнання, обмежимося лише словесним його описом. У табл. 3.5 наведений список VLAN, а план IP-адресації представлений в табл.3.6.

Таблиця 3.5 – Список VLAN

№ VLAN	VLAN name	Примітка
1	default	Не використовується
2	Management	Для управління пристроями

3	Servers	Для серверної
4-100		Зарезервовано
101	TEB	Для користувачів Відділу продажу
102	Economy	Для користувачів Відділу Економіки
103	Accounting	Для користувачів Відділу бухгалтерського обліку та звітності
104	Other	Для інших користувачів

Таблиця 3.6 – План IP-адресації

IP-адреса	Примітка	VLAN
172.16.0.0/24	Серверна	3
172.16.0.1	Шлюз	
172.16.0.2	Web	
172.16.0.3	File	
172.16.0.4	Mail	
172.16.0.5 – 172.16.0.254	Зарезервовано	
172.16.1.0/24	Управління	2
172.16.1.1	Шлюз	
172.16.1.2	dsw1	
172.16.1.3	asw1	
172.16.1.4	asw2	
172.16.1.5	asw3	
172.16.1.6	asw4	
172.16.1.6 – 172.16.1.254	Зарезервовано	
172.16.3.0/24	Відділ продажу	101
172.16.3.1	Шлюз	
172.16.3.2 – 172.16.3.254	Пул для користувачів	
172.16.4.0/24	Відділ Економіки	102
172.16.4.1	Шлюз	
172.16.4.2 – 172.16.4.254	Пул для користувачів	
172.16.5.0/24	Відділ бухгалтерського обліку	103
172.16.5.1	Шлюз	
172.16.5.2 – 172.16.5.254	Пул для користувачів	
172.16.6.0/24	Інші користувачі	104
172.16.6.1	Шлюз	
172.16.6.2 – 172.16.6.254	Пул для користувачів	

Кожна група буде виділена в окремий VLAN. Також введемо спеціальний VLAN для управління пристроями. Номери VLAN з 4 по 100 зарезервовані для майбутніх потреб. Виділення підмереж довільне, відповідає тільки числу вузлів в даній локальній мережі з урахуванням

можливого зростання. Всі підмережі мають стандартну маску /24 (255.255.255.0).

### 3.4 План підключення обладнання

Для мережі були обрані: маршрутизатор D-link DIR 651, комутатори: D-link DES-1100-10P, DES-1100-26 і DGS-1100-05. Зрозуміло, зараз є комутатори з портами 1Gb Ethernet, є комутатори з 10Gb і навіть 40Gb, в розробці знаходиться 100Gb. Відповідно, вибір комутаторів і маршрутизаторів виконується згідно потребам та бюджету організації. План підключення обладнання по портах наведено в табл. 3.7.

Наведемо короткі технічні характеристики обраного проміжного мережевого обладнання.

**Маршрутизатор D-link DIR 651.** Бездротовий гігабітний маршрутизатор D-link DIR 651 (рис. 3.3) призначений для невеликих офісів, що підтримує невелику кількість мережних закінчень. Маршрутизатор може виконувати функції базової станції для підключення до бездротової мережі пристроїв, що працюють за стандартами 802.11b, 802.11g і 802.11n (зі швидкістю до 300 Мбіт/с).



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд маршрутизатора D-link DIR 651

Таблиця 3.7 – План підключення по портах проміжних мережевих пристроїв

Ім'я пристрою	Порт	Назва	VLAN	
			Access	Trunk

gw1	FE0/0	UpLink		
	FE0/1	dsw1		2,3,101,102,103,104
dsw1	FE0/5	gw1		2,3,101,102,103,104
	FE0/1	asw4		2,3
	FE0/4	asw1		2,101,104
	FE0/3	asw2		102,2,104
	FE0/2	asw3		2,103,104
asw4	FE0/1	dsw1		2,3
	FE0/2	Mail-Server	3	
	FE0/3	Web-server	3	
	FE0/4	File-server	3	
asw3	FE0/1	dsw1		2,103,104
	FE0/2-FE0/15	Accounting	103	
	FE0/16-FE0/24	Other	104	
asw1	FE0/1	dsw1		2,101,104
	FE0/1-FE0/5	TEB	101	
	FE0/16-FE0/24	Other	104	
asw2	FE0/1	dsw1		102,2,104
	FE0/2-FE0/15	Economy	102	
	FE0/20	Administrator	104	

У маршрутизаторі реалізована безліч функцій для бездротового інтерфейсу. Пристрій підтримує декілька стандартів безпеки (WEP, WPA/WPA2), фільтрацію пристроїв, що підключаються по MAC-адресу, а також дозволяє використовувати технології WPS і WMM.

Крім того, пристрій обладнаний кнопкою для виключення/включення Wi-Fi-мережі. У разі необхідності, є можливість вимкнути бездротову мережу маршрутизатора одним натисканням на кнопку, при цьому пристрої, підключені до LAN-портів маршрутизатора, залишаться в мережі.

Маршрутизатор має вбудований 4-портовий комутатор, що дозволяє підключати комп'ютери, оснащені Ethernet-адаптерами.

Маршрутизатор DIR-651 оснащений вбудованим фаєрволом. Розширені функції безпеки дозволяють мінімізувати наслідки дій хакерів і запобігають вторгнення в мережу і доступу до небажаних сайтів для користувачів ЛОМ.

Для налаштування бездротового маршрутизатора DIR-651 використовується простий і зручний вбудований web-інтерфейс (доступний на декількох мовах). Детальні характеристики маршрутизатора DIR-651 наведені в табл. 438.

Таблиця 3.8 – Важливі характеристики маршрутизатора DIR-651

Характеристики	Параметри	Значення
Апаратне забезпечення	Інтерфейси	Порт WAN 10/100/1000BASE-T 4 порта LAN 10/100/1000BASE-T
	Типи підключення WAN	PPPoE, статичний IP / динамічний IP PPTP/L2TP
	Мережеві функції	DHCP-сервер/relay, DNS relay, Dynamic DNS, статична IP-маршрутизація, підтримка VLAN
Програмне забезпечення	Функції мережевого екрану	NAT, IP-фільтр, MAC-фільтр, функція захисту від ARP- і DDoS-атак
	Стандарти	IEEE 802.11b/g/n
	Діапазон частот	2400 ~ 2483,5 МГц
Параметри бездротового модуля	Безпека бездротового з'єднання	WEP, WPA/WPA2 (Personal/Enterprise), MAC-фільтр, WPS (PBC/PIN)
	Швидкість бездротового з'єднання	IEEE 802.11b: 1, 2, 5,5 і 11 Мбіт/с IEEE 802.11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 і 54 Мбіт/с IEEE 802.11n: от 6,5 до 300 Мбіт/с
	Розміри	147,5 x 113 x 31,5 мм
Фізичні параметри	Вага	218 г
	Живлення	5 В постійного тока, 2,5 А
Умови експлуатації	Температура	Робоча: от 0 до 40 °С Зберегання: от -20 до 65 °С
	Вологість	від 10% до 90% (без конденсату)

**Комутатор D-link DES-1100-10P.** Комутатор DES-1100-10P (рис. 3.4) оснащений 8 портами 10/100Base-TX з підтримкою PoE і 2 комбо-портами 100/1000Base-T/SFP. Комутатор DES-1100-10P підтримує розширені функції

управління і безпеки і являє собою комплексне рішення для підприємств малого та середнього бізнесу.



Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд комутатора D-link DES-1100-10P

8 портів комутатора DES-1100-10P підтримують стандарт IEEE 802.3at PoE. Кожен порт PoE подає живлення потужністю до 30 Вт при загальному бюджеті комутатора 90 Вт, що дозволяє користувачам підключати до DES-1100-10P пристрої, сумісні зі стандартом 802.3at. Це дозволяє розміщувати обладнання в важкодоступних місцях незалежно від розташування електричних розеток і мінімізувати прокладку кабелю. Якщо пристрій не підтримує PoE, використовуйте адаптер DKT-50, який дозволяє розділити живлення і дані, що надходять по Ethernet-кабелю PoE від комутатора.

Комутатор DES-1100-10P підтримує повний набір функцій рівня 2, включаючи Port Mirroring, Spanning Tree і Link Aggregation Control Protocol (LACP). Комутатор підтримує функцію діагностики кабелю і функцію Loopback Detection. Функція Loopback Detection використовується для визначення петель і автоматичного відключення порту, на якому виявлено петля.

Комутатор DES-1100-10P підтримує розширені функції управління трафіком і продуктивністю. Функція контролю смуги пропускання дозволяє мережевим адміністраторам визначати максимальну пропускну здатність для кожного порту і задавати обмеження вхідного/ вихідного трафіку з кроком до 512 кбіт/с. IEEE 802.1p Quality of Service (QoS) забезпечує класифікацію трафіку в реальному часі на 8 рівнів пріоритетів і дві черги.

Комутатор DES-1100-10P підтримує 802.1Q VLAN і VLAN на основі порту. Функція захисту від шторму необхідна для обмеження до заданого порогу ширококомовного, багатоадресного або невідомого одно адресного трафіку. Комутатор блокує або відкидає пакети, що потрапляють під дію



даного обмеження, так як велика кількість такого трафіку може призвести до перевантаження мережі.

Використання Web-інтерфейсу управління і утиліти SmartConsole дозволяє адміністраторам дистанційно керувати мережею на рівні портів. Утиліта SmartConsole підтримує функції автоматичного виявлення і відображення на екрані комутаторів D-Link серії Web Smart, що належать одному і тому ж сегменту мережі L2. Web-інтерфейс забезпечує доступ до комутатора з будь-якої точки мережі без необхідності введення IP-адреси або маски підмережі, що дозволяє здійснити всі необхідні настройки і базову установку знайдених пристроїв, включаючи зміну пароля і оновлення програмного забезпечення.

**Комутатор D-link DES-1100-24.** Комутатор DES-1100-26 з 24 портами 10/100 Мбіт/с і 2 гігабітними комбо-портами (рис. 3.5), дозволяє легко і швидко розгорнути мережу завдяки простому управлінню за допомогою утиліти SmartConsole або через Web-інтерфейс. Комутатор серії DES-1100 є закінченим і недорогим рішенням для розгортання мереж підприємств, наприклад, для філій і приміщень для ділових зустрічей, де потрібно просте управління.



Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд комутатора D-link DES-1100-26

Функції управління включають управління на основі Web-інтерфейсу і утиліту SmartConsole. Дана серія комутаторів також підтримує ряд функцій рівня 2, включаючи Port Mirroring, Статистику і IGMP Snooping для скорочення багатоадресного трафіку і збільшення продуктивності мережі. Всі моделі комутаторів виконані в компактному металевому корпусі і оснащені інноваційною пасивною системою охолодження.

Серія комутаторів EasySmart дозволяє більш ефективно заощаджувати електроенергію в порівнянні з іншими моделями – на 10.7%, ніж звичайний некерований комутатор D-Link. Це дозволяє економніше експлуатувати пристрій. Крім того, це дозволяє комутаторів EasySmart включати

вентилятори і працювати в тихому режимі, як результат, пристрої мають більш тривалий термін служби.

Комутатори підтримують ряд функцій рівня 2, включаючи IGMP Snooping і віддзеркалення портів. Також дана серія підтримує функцію Loopback Detection. Функція Loopback Detection використовується для визначення петель і автоматичного відключення порту, на якому виявлено петля. Серія комутаторів DES-1100 підтримує стандарт 802.1p (QoS), який дозволяє здійснювати класифікацію трафіку в реальному часі на 8 рівнів пріоритетів і 2 черги.

Комутатори серії DES-1100 підтримують 802.1Q VLAN і VLAN на основі порту. Функція контролю смуги пропускання дозволяє мережевим адміністраторам визначити рівень пропускну здатності для кожного порту. Функція дозволяє задавати обмеження вхідного/вихідного трафіку з кроком до 512 кбіт/с. Функція Контролю штурму необхідна для обмеження ширококомовного, багатоадресного або невідомого одноадресного трафіку в разі перевищення заданого порогу. Комутатор блокує або відкидає пакети, велика кількість яких можуть призвести до перевантаження мережі. Віддзеркалення портів допомагає адміністраторам полегшити діагностику трафіку або відслідковувати продуктивність комутатора і змінювати при необхідності.

Комутатори EasySmart надають просте і легке управління мережею за допомогою утиліти SmartConsole або через Web-інтерфейс, що забезпечує віддалене управління мережею на рівні портів. Утиліта SmartConsole дозволяє користувачам виявити кілька комутаторів D-Link Web Smart в одному і тому ж сегменті мережі L2. Використання даної утиліти виключає необхідність змінювати IP-адресу комп'ютера і забезпечує легку початкову установку комутаторів Smart. Комутатори, що належать одному і тому ж сегменту мережі та підключення до локального комп'ютера користувача, відображаються на екрані з можливістю негайного доступу. При цьому доступні розширені настройки конфігурації і основні настройки виявлених пристроїв, наприклад, зміна пароля і оновлення програмного забезпечення.

**Комутатор D-link DGS-1100-05.** Комутатор DGS-1100-05 (рис. 3.6) є недорогим рішенням для підприємств малого і середнього бізнесу, а також для організації мережі підприємств, наприклад, для філій і приміщень для ділових зустрічей, де потрібно просте управління. Модель поставляється в компактному настільному металевому корпусі і оснащена 5 портами 10/100/1000Base-T.



Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд комутатора D-link DGS-1100-05

Комутатори DGS-1100 відповідають стандарту IEEE802.3az Energy Efficient Ethernet, споживаючи менше електроенергії при невеликому обсязі трафіку. Комутатори EasySmart підтримують управління за допомогою утиліти SmartConsole або через Web-інтерфейс.

Комутатори серії DGS-1100 підтримують технологію Surveillance VLAN для організації відеоспостереження. Surveillance VLAN призначає відео-трафіку високий пріоритет і окремий VLAN, забезпечуючи високоякісне відеоспостереження і передачу даних через один комутатор DGS-1100, скорочуючи, таким чином, витрати, пов'язані з придбанням додаткового обладнання. Крім того, функція управління смугою пропускання дозволяє зарезервувати смугу пропускання для різних додатків, що вимагають високої пропускну здатності, або забезпечити їм максимальний пріоритет.

Комутатори підтримують функцію Loopback Detection і діагностику кабелю, що дозволяє мережевим адміністраторам швидко і легко знаходити і усувати проблеми в мережі. Функція Loopback Detection використовується для виявлення петель і автоматичного відключення порту, на якому виявлено петля. Функція діагностики кабелю призначена для визначення типів мідних кабелів, а також типу несправності кабелю.

Серія комутаторів DGS-1100 підтримує розширені функції безпеки, такі як Static MAC, захист від шторму і IGMP Snooping. Функція Static MAC дозволяє створити «білий» список MAC-адрес, що дозволяє доступ тільки авторизованим пристроям. Функція IGMP Snooping дозволяє скоротити кількість багатоадресного трафіку і збільшити продуктивність мережі.

### 3.5 Розрахунок корисної пропускну здатності мережі

Слід розрізняти корисну і повну пропускну здатність. Під корисною пропускну здатністю розуміється швидкість передачі корисної інформації, обсяг якої завжди трохи менше повної переданої інформації, так як кожен переданий кадр містить службову інформацію, яка гарантуватиме його правильну доставку адресату.

Розрахуємо теоретичну корисну пропускну здатність Fast Ethernet без урахування колізій і затримок сигналу в мережевому обладнанні.

Відмінність корисною пропускну здатність від повної пропускну здатності залежить від довжини кадру. Так як частка службової інформації завжди одна і та ж, то, чим менше загальний розмір кадру, тим вище «накладні витрати». Службова інформація в кадрах Ethernet становить 18 байт (без преамбули і стартового байта), а розмір поля даних кадру змінюється від 46 до 1500 байт. Сам розмір кадру змінюється від  $46 + 18 = 64$  байт до  $1500 + 18 = 1518$  байт. Тому для кадру мінімальної довжини корисна інформація становить всього лише  $46/64 \approx 0.72$  від загальної переданої інформації, а для кадру максимальної довжини –  $1500/1518 \approx 0,99$  від загальної інформації.

Щоб розрахувати корисну пропускну здатність мережі для кадрів максимального і мінімального розміру, необхідно врахувати різну частоту проходження кадрів. Природно, що, чим менше розмір кадрів, тим більше таких кадрів буде проходити по мережі за одиницю часу, переносючи з собою більшу кількість службової інформації.

Так, для передачі кадру мінімального розміру, який разом з преамбулою має довжину 72 байта, або 576 біт, буде потрібний час, що дорівнює 576 bt, а якщо врахувати міжкадровий інтервал в 96 bt то отримаємо, що період проходження кадрів складе 672 bt. При швидкості передачі в 100 Мбіт/с це відповідає часу 6,72 мкс. Тоді частота прямування кадрів, тобто кількість кадрів, що проходять по мережі за 1 секунду, складе  $1/6,72 \text{ мкс} \approx 148810$  кадр/с.

При передачі кадру максимального розміру, який разом з преамбулою має довжину тисяча п'ятсот двадцять шість байт або 12208 біт, період проходження становить  $12\ 208 \text{ bt} + 96 \text{ bt} = 12\ 304 \text{ bt}$ , а частота кадрів при швидкості передачі 100 Мбіт/с складе  $1/123,04 \text{ мкс} = 8127$  кадр/с.

Знаючи частоту проходження кадрів  $f$  і розмір корисної інформації  $V_p$  в байтах, яку переносять кожним кадром, неважко розрахувати корисну пропускну здатність мережі:  $P_p (\text{біт} / \text{с}) = V_p \cdot 8 \cdot f$ .

Для кадру мінімальної довжини (46 байт) теоретична корисна пропускна здатність дорівнює

$$\text{Ппт1} = 148\,810 \text{ кадр/с} = 54.76 \text{ Мбіт/с},$$

що становить лише трохи більше половини від загальної максимальної пропускної здатності мережі.

Для кадру максимального розміру (1500 байт) корисна пропускна здатність мережі дорівнює

$$\text{Ппт2} = 8127 \text{ кадр/с} = 97.52 \text{ Мбіт/с}.$$

Таким чином, в мережі Fast Ethernet корисна пропускна здатність може змінюватися в залежності від розміру переданих кадрів від 54.76 до 97.52 Мбіт/с.

### 3.6 Моделювання мережі

Для перевірки запропонованих налаштувань мережі виконаємо її моделювання в мережевому емуляторі Cisco – Packet Tracer 5.3.2 [8, 9, 10]. Даний емулятор підтримує створення GRE-тунелів, протоколів динамічної маршрутизації (і в їх числі навіть BGP). Притому він дуже простий в освоєнні і має в своєму арсеналі сервера (FTP, TFTP, DHCP, DNS, HTTP, NTP, RADIUS, SMTP, POP3), робочі станції і комутатори.

Схема мережі для моделювання в Cisco Packet Tracer наведена у додатку Г.

Всі налаштування мережі були проведені відповідно до технічного плану згідно даним табл. 3.5 – 3.7.

Емулятор підтримує лінійку мережевого обладнання Cisco, але має компоненти і модулі для створення пристроїв довільної конфігурації [11,12]. Вони були використані в моделі для емуляції роботи комутаторів D-Link.

Після підключення всіх абонентів і устаткувань мережі, кожному абоненту були надані IP-адреса, маска і адреса шлюзу відповідно до табл. 3.6. На портах комутаторів налаштовані VLAN відповідно до табл. 3.5. Інтерфейсам маршрутизатора надані IP-адреси і маски.

Для перевірки працездатності мережі виконаємо команду ping між абонентами мережі. Для комп'ютерів, що знаходяться в одному VLAN результат виконання має вигляд наведений на рис. 3.7. Для комп'ютерів різних VLAN команда ping не проходить (рис. 3.8).

```

Command Prompt

PC>ipconfig

IP Address.....: 172.16.3.3
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 172.16.3.1

PC>ping 172.16.1.1

Pinging 172.16.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 172.16.1.1: bytes=32 time=10ms TTL=255
Reply from 172.16.1.1: bytes=32 time=14ms TTL=255
Reply from 172.16.1.1: bytes=32 time=11ms TTL=255
Reply from 172.16.1.1: bytes=32 time=6ms TTL=255

Ping statistics for 172.16.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:

```

Рисунок 3.7 – Звіт про виконання команди ping 172.16.1.1

```

Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ipconfig

FastEthernet0 Connection:(default port)

    Link-local IPv6 Address.....: FE80::201:42FF:FE67:B982
    IP Address.....: 172.16.4.2
    Subnet Mask.....: 255.255.255.0
    Default Gateway.....: 172.16.4.1

PC>ping 172.16.3.2

Pinging 172.16.3.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 172.16.3.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

PC>

```

Рисунок 3.8 – Звіт про виконання команди ping 172.16.3.2  
(вузли у різних VLAN)

### 3.7 Кошторис розробки проекту

Розрахунок вартості необхідного мережевого устаткування наведено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Вартість мережевого обладнання

№	Назва елементу	Кіл-ть	Ціна, грн	Сума
1	Конектор Noname RJ45 (P88U-C5E)	128	3	384
2	Кабель F/UTP кат.5е 200МГц 4пары ПВХ марка КПВЭ-ВП (200) 4x2x0, 51 (FTP - cat. 5E)	1 бухта	<a href="#">2 697</a>	2 697
3	Комутатор D-Link DES-1100-10P	1	<a href="#">6 683</a>	<a href="#">6 683</a>
4	Комутатор D-Link DES-1100-26	3	2 877	8 631
5	Комутатор D-Link DGS-1100-05	1	907	907
5	Маршрутизатор D-Link DIR-651	1	1 081	1 081
6	Кабельний короб 40*25*100 мм	96	8,20	787,2
7	Плінтус з кабель каналом 2,5 м	8	43	344
8	Куточки для плінтуса	8	6	48
9	З'єднувачі для плінтуса	6	6	36
Всього				21 598,20

Сумарна вартість запропонованого проектного рішення по модернізації комп'ютерної мережі організації без врахування вартості покупки і установки мережевого програмного забезпечення і вартості робіт по монтажу складає 21 598,20 грн.

Ціни на мережеві комплектуючі взяті з каталогу на сайті <http://sravni.ua/catalog16.html>.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі представлені етапи проектування локальної обчислювальної мережі для торгівельної компанії ООО «Цитрус».

В організації на сьогоднішній день функціонує ЛОМ, яка має багато проблем і потребує модернізації. З врахуванням вимог замовника в роботі запропонована удосконалена структура мережі організації. Складено план монтажної прокладки з'єднань мережі і розташування мережевого обладнання. У структурі організації виділено групи користувачів: бухгалтерія, економічний відділ, відділ продажу, інші користувачі, і серверна.

У дипломній роботі представлена документація, що включає: план IP-адресації мережі; список VLAN і список мережевих пристроїв. Наданий кошторис розробки проекту. Так сумарна вартість запропонованого проектного рішення по модернізації комп'ютерної мережі організації без врахування вартості покупки і установки мережевого програмного забезпечення і вартості робіт по монтажу склала 21 598,20 грн.

У роботі виконано моделювання мережі підприємства у мережевому емуляторі Cisco Packet Tracer 5.3.2. Тестування мережі показало вірність виконаних налаштувань і працездатність мережі.

В якості загального висновку до дипломної роботи слід зазначити, що ієрархічної моделі мережі, яка була запропонована у проекті, має наступні переваги в порівнянні з поточною «плоскою мережею» організації:

- спрощується розуміння організації мережі;
- модель передбачає модульність, що означає простоту нарощування потужностей саме там, де необхідно;
- легше знайти і ізолювати проблему;
- підвищена відмовостійкість за рахунок дублювання пристроїв та/або з'єднань;
- розподіл функцій щодо забезпечення працездатності мережі за різними пристроями.

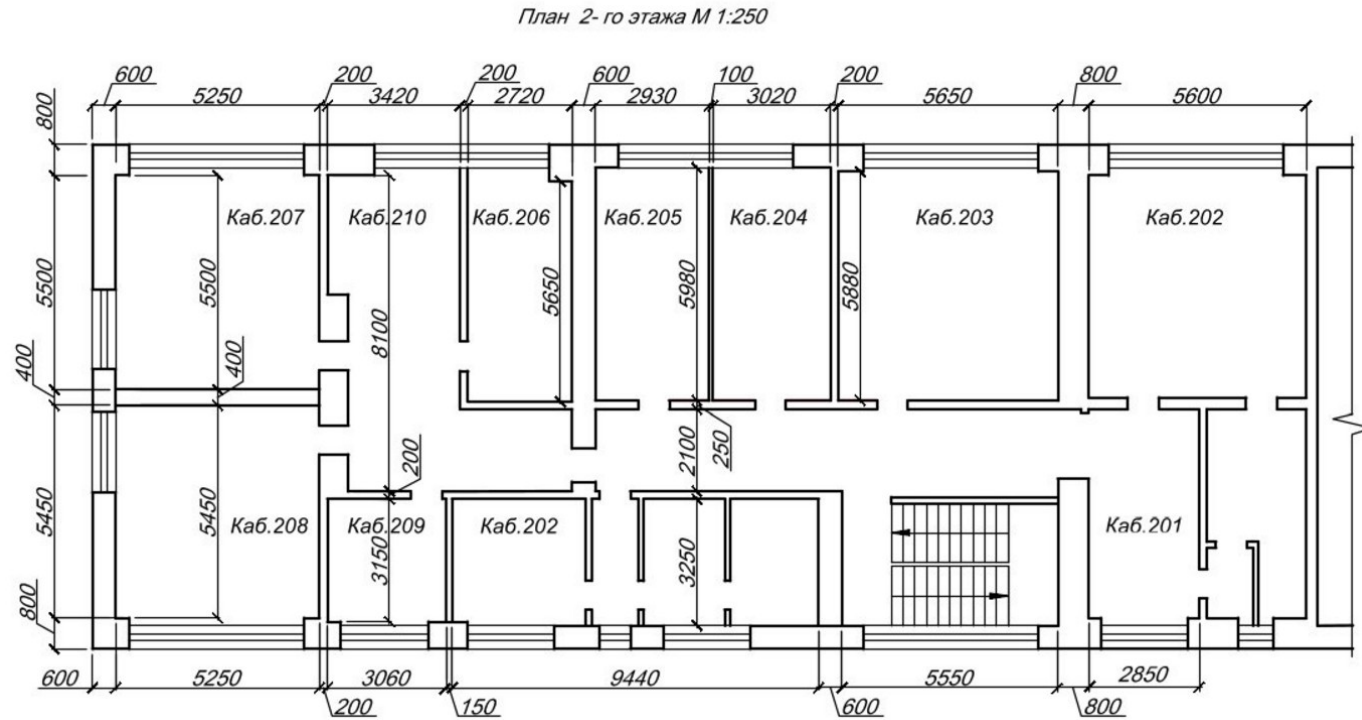


## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

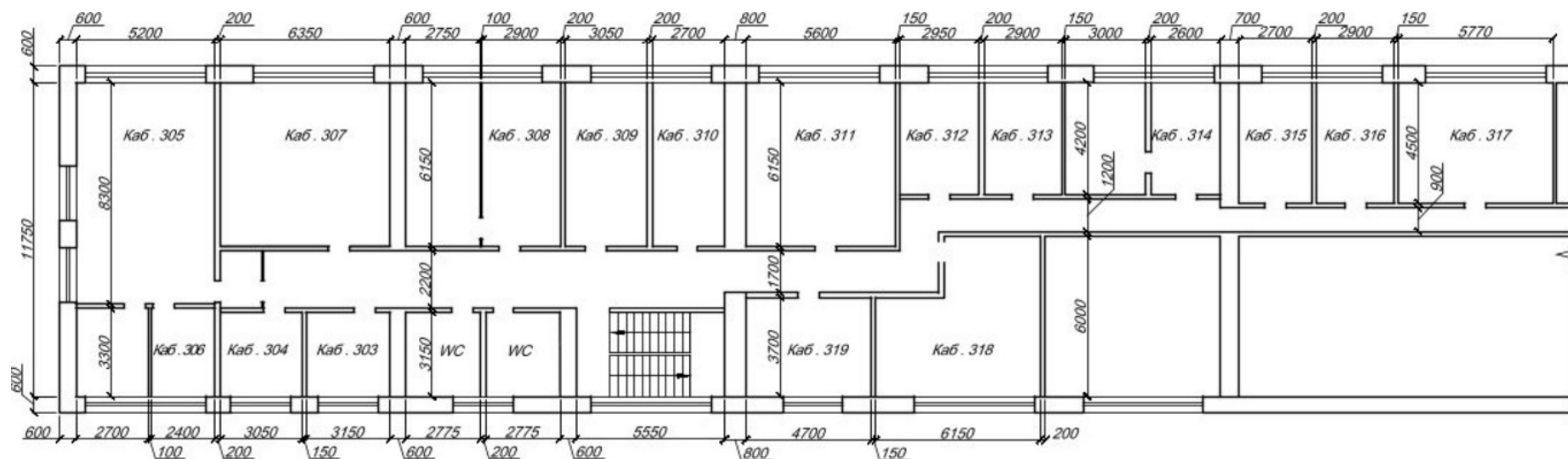
1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. 5-е изд. СПб.: Питер, 2016. 992 с.: ил.
2. Коломоец Г.П. Организация компьютерных сетей: учебное пособие. Запорожье: КПУ, 2012. – 156 с.
3. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 960 с.: ил.
4. Смирнова Е.В., Пролетарский А.В., И.В. Баскаков, Р.А. Федотов Построение коммутируемых компьютерных сетей: учебное пособие / Е.В. Смирнова и др. – М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 367 с.: ил.
5. Л. Куинн, Р. Рассел. Fast Ethernet. – ВНУ-Киев, 1998. – 125 с.
6. Фоминов О.С. Fast Ethernet стандарты и применение // Сети. – 1995.– №9.
7. Открытый стандарт IEEE 802.1Q [Электроний ресурс]. Режим доступа: <http://xgu.ru/wiki/802.1Q>
8. Официальный сайт Cisco Systems. Программа Cisco Packet Tracer [электроний ресурс]. Режим доступа: [http://www.cisco.com/web/learning/netacad/course\\_catalog/PacketTracer.html](http://www.cisco.com/web/learning/netacad/course_catalog/PacketTracer.html).
9. Джеймс Бони. Руководство по Cisco IOS. – СПб.: Питер, М: Издательство «Русская редакция», 2008. – 784 с.: ил.
10. Виджей Боллапрагада, Кэртис Мэрфи, Расс Уайт. Структура операционной системы Cisco IOS. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 208 с.
- 11.Одом Уэнделл. Официальное руководство Cisco CCNA ICND2 200-101: маршрутизация и коммутация – М.: Издательский дом «Вильямс», 2015. – 316 с.
12. Джеймс Ф. Куроуз, Кит В. Росс. Настольная книга системного администратора – М.: Издательство «Эксмо», 2016. – 512 с.

## Д О Д А Т К И

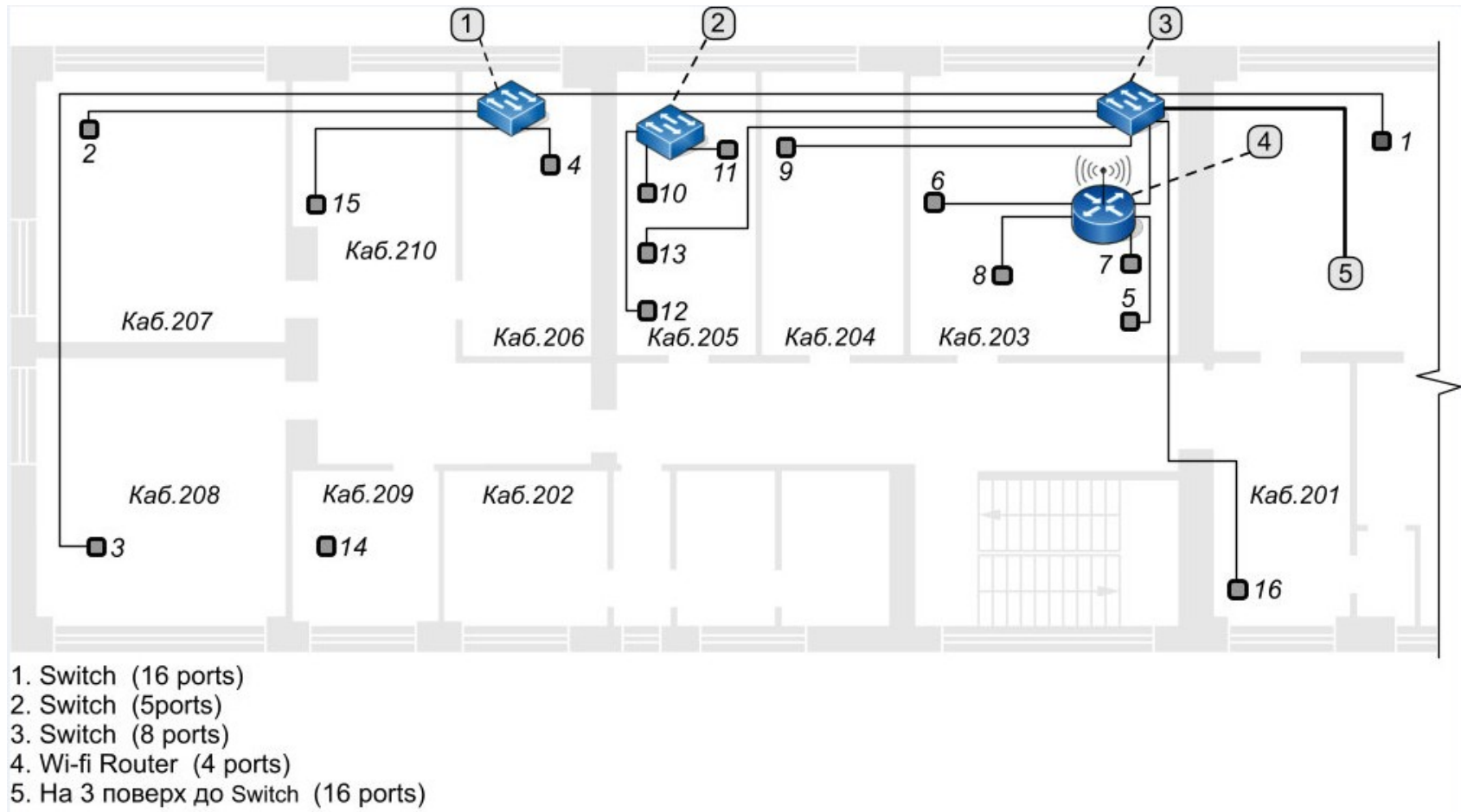
Додаток А План-схема будівлі  
А.1 План-схема 2-го поверху



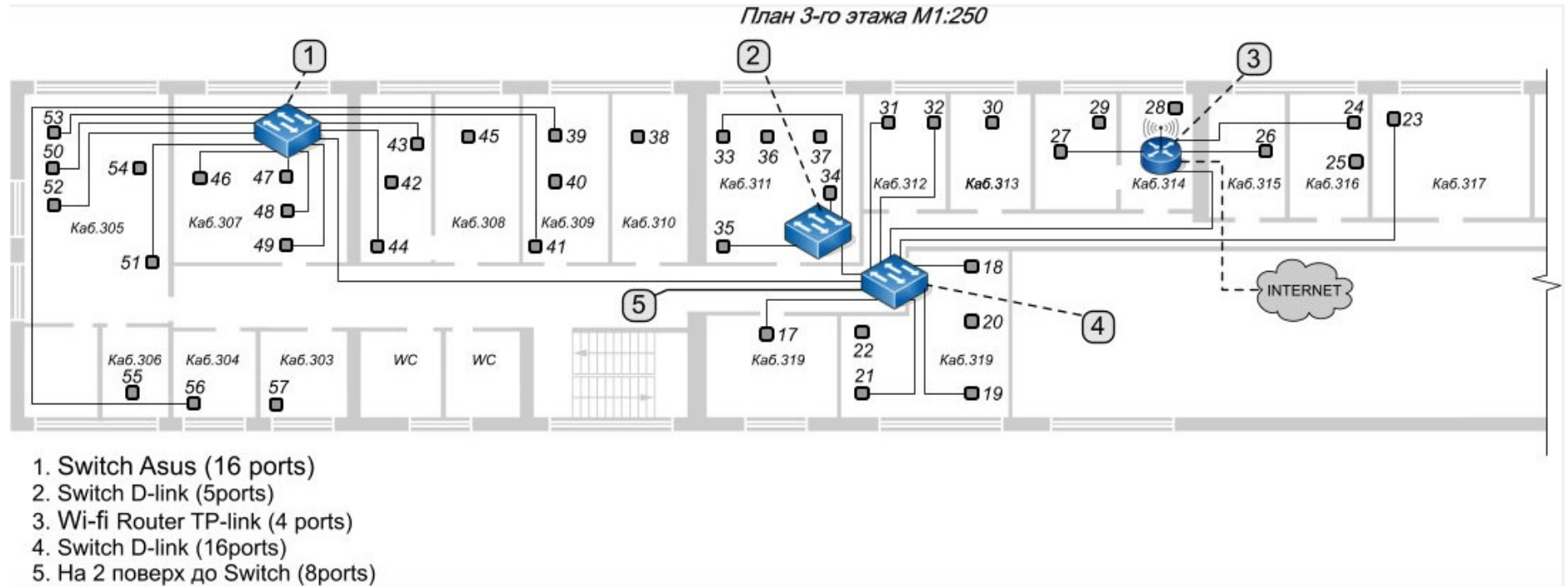
## А.2 План-схема 3-го поверху



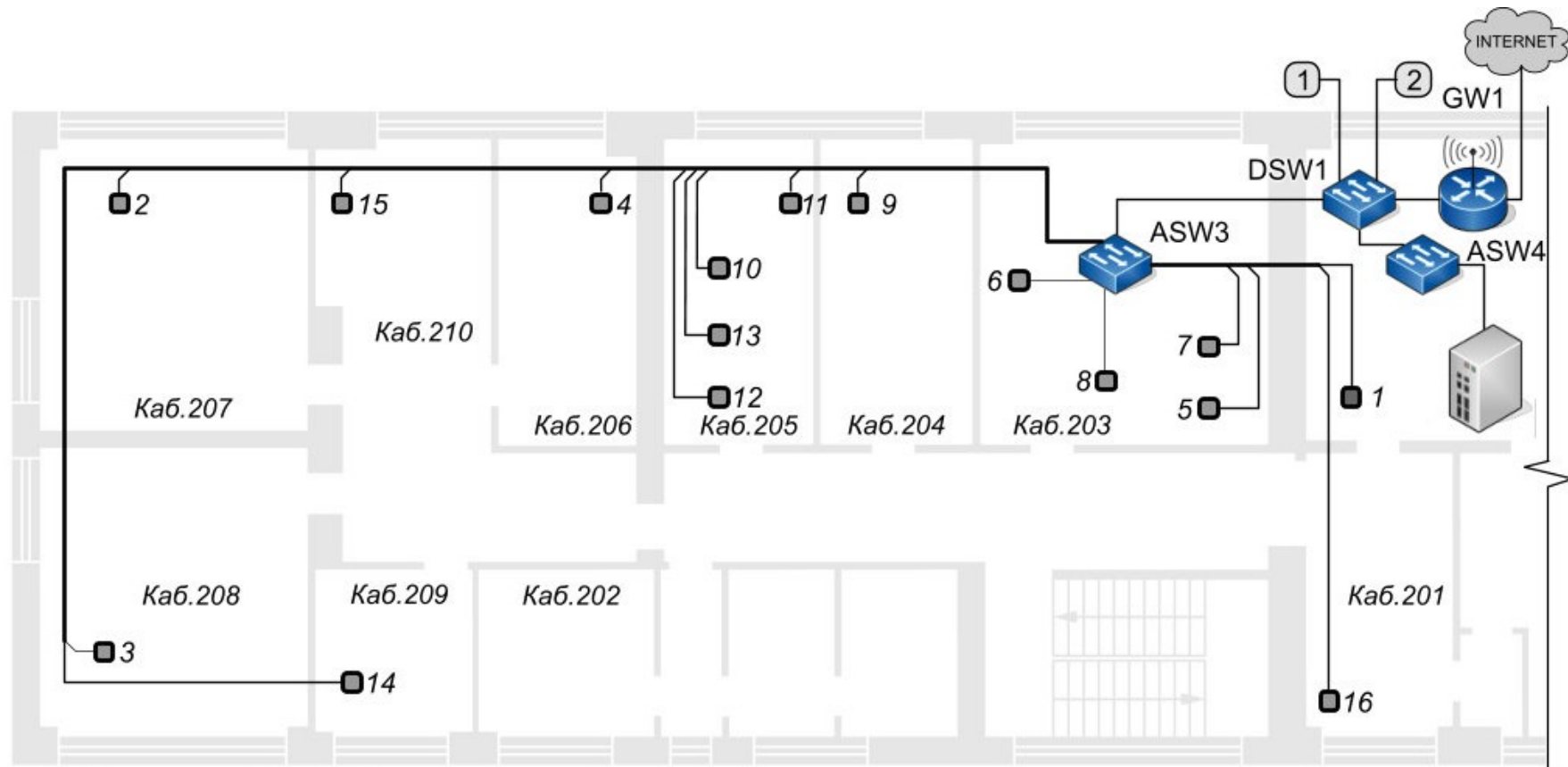
Додаток Б. Структурна схема поточної мережі  
 Б.1 Структурна схема поточної мережі 2-го поверху



## Б.2 Структура схема поточної мережі 3-го поверху

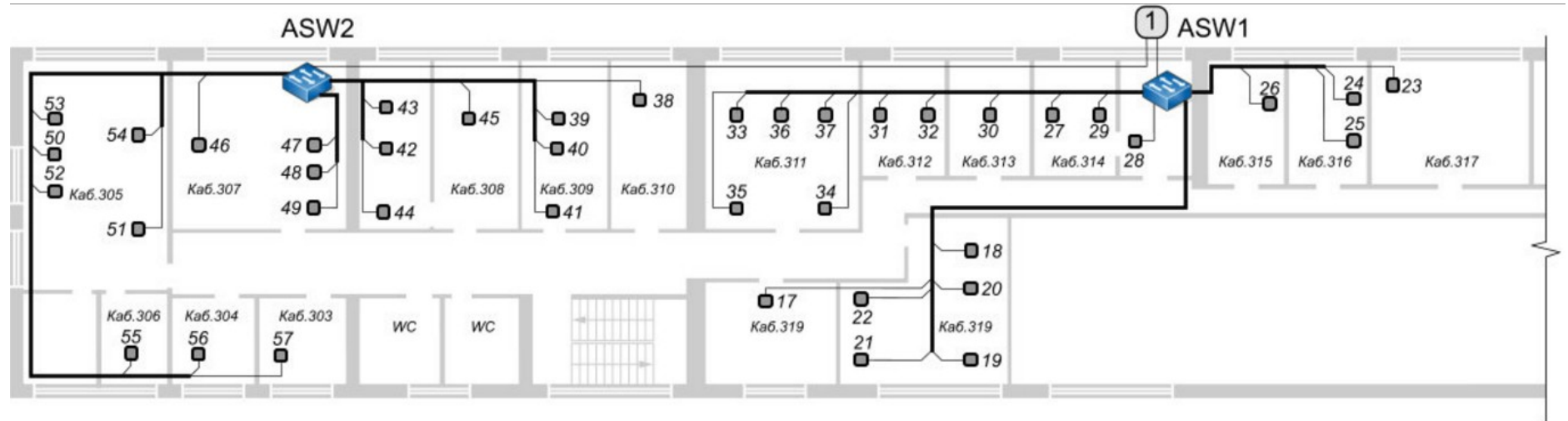


Додаток В. Структурна схема мережі за проектом  
В.1 Структурна схема мережі 2-го поверху



1. На 3 поверх до ASW1 (24 ports)
2. На 3 поверх до ASW2 (24 ports)

## В.2 Структурна схема мережі 3-го поверху



1. На 2 поверх до DSW1



### Додаток Г

#### Схема мережі для моделювання в Cisco Packet Tracer

