

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»  
Факультет комп'ютерно- інтегрованих технологій, автоматизації,  
електроінженерії та радіоелектроніки  
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації  
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали, прізвище)  
“ ” 20\_ р.

**Випускна кваліфікаційна робота**

бакалавра  
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка телекомунікаційної мережі бізнес-центру «Анкор»

Виконав: студент 4 курсу, групи ТКРп-17  
(шифр групи)

спеціальності 172

телекомунікації та радіотехніка  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Лакатош Вікторія Анатоліївна

Керівник ст.викл.каф АТ Ступак Г.В.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент

\_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній роботі  
немає запозичень з праць інших авторів  
без відповідних посилань.*

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»  
Факультет комп'ютерно- інтегрованих технологій, автоматизації,  
електроінженерії та радіоелектроніки  
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації  
(повна назва кафедри)

Захист відбувся \_\_\_\_\_  
(дата)

з оцінкою \_\_\_\_\_  
секретар ДЕК \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Випускна кваліфікаційна робота**  
бакалавра  
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка телекомунікаційної мережі бізнес-центру «Анкор»

Виконав студент групи ТКРП-17 \_\_\_\_\_ **В.А. Лакатош**  
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Керівник \_\_\_\_\_ **Г.В. Ступак**  
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Зав. каф. автоматики та телекомунікацій \_\_\_\_\_ **В.В. Поцєпаєв**  
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Консультанти

\_\_\_\_\_ (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ **Д.О. Жуковська**  
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації  
електроінженерії та радіоелектроніки

Кафедра автоматика та телекомунікації

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 172 телекомунікації та радіотехніка (шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
/\_\_\_\_\_/

“ ”

\_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **З А В Д А Н Н Я НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Лакатош Вікторії Анатоліївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка телекомунікаційної мережі бізнес-центру «Анкор»  
керівник роботи: Ступак Гліб Володимирович, ст. викл. каф. АТ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від “ ” року №

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2020р

3. Вихідні дані до роботи: схема об'єкту, матеріали курсового  
проектування, звіт з практики

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

1) Аналіз об'єкту проектування

2) Аналітичне проектування

3) Апаратний синтез

4) IP-проектування

5) Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових  
креслень): структурна, функціональна, топологічна, СКС схема, інформаційна  
модель.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата |         |
|--------|-------------------------------------------|--------------|---------|
|        |                                           | видав        | прийняв |
|        |                                           |              |         |
|        |                                           |              |         |
|        |                                           |              |         |
|        |                                           |              |         |
|        |                                           |              |         |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів дипломної роботи         | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Аналіз завдання                       | 25.04.2020                    |          |
| 2     | Аналіз об'єкту                        | 28.04.2020                    |          |
| 3     | Інформаційна модель                   | 30.04.2020                    |          |
| 4     | Розрахунок трафіку                    | 04.05.2020                    |          |
| 5     | Топологічне рішення                   | 07.05.2020                    |          |
| 6     | Структурна схема, вибір технологій    | 10.05.2020                    |          |
| 7     | Функціональна схема, вибір протоколів | 13.05.2020                    |          |
| 8     | Апаратний синтез, вибір обладнання    | 18.05.2020                    |          |
| 9     | ІР-проекування                        | 22.05.2020                    |          |
| 10    | Моделювання роботи мережі             | 26.05.2020                    |          |
| 11    | Охорона праці                         | 28.05.2020                    |          |
| 12    | Оформлення                            | 31.05.2020                    |          |

**Студент**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Керівник проекту (роботи)**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Лист зауважень

| Посада П.І.Б. | Суть зауваження, оцінка та підпис |
|---------------|-----------------------------------|
|               |                                   |

## АНОТАЦІЯ

Лакатош В.А. Розробка телекомунікаційної мережі бізнес-центру «Анкор» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 172 телекомунікації та радіотехніка. – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2020.

Робота містить 98 сторінки, складається з вступу, п'яти розділів, висновків, переліка використаних джерел з 11 найменувань, 5 рисунків, 21 таблиць.

У дипломній роботі розробляється телкомунікаційна мережа бізнес-центру «Анкор» в місті Вінниця. Мережа надаватиме послуги доступу в Інтернет, телефонії, відеоспостереження та інші затребувані на телекомунікаційному ринку. В роботі прийняті основні проектні рішення, розрахований трафік, обране активне та пасивне устаткування, проведено моделювання роботи мережі та розподіл IP-адрес.

Ключові слова: МЕРЕЖА, ІНТЕРНЕТ, ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, ТРАФІК, IP-АДРЕСА, ТЕЛЕФОНІЯ, УСТАТКУВАННЯ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ, МОДЕЛЮВАННЯ

## ЗМІСТ

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....                                         | 9  |
| ВСТУП .....                                                            | 10 |
| 1 АНАЛІЗ ОБ’ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ .....                                    | 12 |
| 1.1 Загальна характеристика бізнес-центру .....                        | 12 |
| 1.2 Розробка інформаційної моделі та аналіз абонентського складу ..... | 13 |
| 1.3 Розрахунок параметрів навантаження .....                           | 15 |
| Висновки до розділу 1 .....                                            | 24 |
| 2 АНАЛІТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ .....                                        | 26 |
| 2.1 Топологія та ієрархічна модель мережі.....                         | 26 |
| 2.2 Розробка структурного рішення.....                                 | 28 |
| 2.3 Розробка функціонального рішення .....                             | 30 |
| Висновки до розділу 2 .....                                            | 40 |
| 3 АПАРАТНИЙ СИНТЕЗ .....                                               | 42 |
| 3.1 Визначення груп устаткування.....                                  | 42 |
| 3.2 Вибір активного устаткування .....                                 | 42 |
| 3.2.1 Вибір маршрутизатора .....                                       | 42 |
| 3.2.2 Вибір комутаторів доступу .....                                  | 43 |
| 3.2.3 Компоненти бездротової мережі .....                              | 44 |
| 3.2.4 Комплектація системи телефонного зв’язку.....                    | 45 |
| 3.2.5 Вибір компонентів систем відео спостереження.....                | 46 |
| 3.3 Вибір пасивного устаткування .....                                 | 47 |
| Висновки до розділу 3 .....                                            | 47 |
| 4 IP-ПРОЕКТУВАННЯ .....                                                | 48 |

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1 Визначення основних принципів розподілу та постановка задачі .....            | 48        |
| 4.2 Розробка та налаштування моделі.....                                          | 52        |
| Висновки до розділу 4 .....                                                       | 56        |
| <b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ, БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.</b>                         | <b>57</b> |
| 5.1 Аналіз умов праці відділу технічної підтримки .....                           | 57        |
| 5.2 Заходи щодо поліпшення умов праці .....                                       | 58        |
| 5.3 Пожежна безпека.....                                                          | 59        |
| 5.4 Безпека при надзвичайних ситуаціях.....                                       | 60        |
| Висновки до розділу 5 .....                                                       | 62        |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>                                                              | <b>63</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>                                            | <b>65</b> |
| Додаток А. Схема об'єкту проектування .....                                       | 66        |
| Додаток Б. Аналіз абонентського складу та результат розрахунку навантаження ..... | 72        |
| Додаток В. Схеми мережі.....                                                      | 8179      |
| Додаток Г. Технічні характеристики обраного обладнання.....                       | 84        |
| Додаток Д. Лістинг налаштувань та перевірка роботи мережі .....                   | 86        |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ПК – персональний комп'ютер;

СКС – структурована кабельна система;

ТМЗК – телефонна мережа загального користування;

БД – база даних;

ТА – телефонний апарат;

АТС – автоматична телефонна станція;

ДСТУ – державний стандарт України.

## ВСТУП

Дипломний проект присвячений актуальній задачі – в ньому проводиться розробка телеком мережі та інфраструктури для бізнес-центру «Анкор» в місті Вінниця.

Мережа, що розробляється в дипломному проекті надавати наступні послуги:

- відеоспостереження;
- супроводження заходів, що проводяться в бізнес-центрі;
- передача даних та доступ в Інтернет для орендаторів (магазини, офіси, кафе, ресторани, виставкові площі);
- локальна телефонія з виходом до телефонної мережі загального користування;
- безкоштовний Інтернет-доступ засобами публічної безпроводової мережі.

Для того, щоб всі ці послуги надавались, в рамках дипломного проекту проведений ряд заходів:

- визначені основні критерії послуг, що надаються та розроблена інформаційна модель;
- визначені групи користувачів мережі та термінальних пристроїв;
- проведений розрахунок навантаження;
- розроблено топологічне рішення з побудови мережі;
- виконаний аналіз типових архітектурних рішень та розроблені структурна та функціональна схема;
- проведена апаратна реалізація;
- розроблена монтажна схема СКС;
- наведений приклад налаштування активного устаткування;
- проведений комплекс з заходів техніки безпеки та охорони праці.

**Мета** – підвищити привабливість для орендаторів через розробку телекомунікаційну мережу.

**Актуальність роботи** полягає в потребі створення сучасної телекомунікаційної інфраструктури для залучення нових орендаторів і проведення виставкових заходів та рекламних промо-акцій в бізнес-центрі.

**Предмет** – бізнес-центр «Анкор».

**Об’єкт** – телекомунікаційна мережа.

**Задачі:**

- аналіз об’єкту проектування;
- аналітичне проектування;
- апаратний синтез;
- IP-проектування;
- охорона праці.

**Результатом** дипломного проекту є пояснювальна записка, що містить проектні рішення, їх обґрунтування та опис. За схемами, що запропоновані в роботі та відповідним описом в подальшому можна розробити повноцінний комплект технічної документації для побудови та налаштування мережі в бізнес-центрі.

**Методи дослідження** – аналітичні методи, імітаційне моделювання.

**Структура та обсяг роботи** – 98 сторінки, 21 таблиць, 5 рисунків, 11 використаних джерел.

## 1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

### 1.1 Загальна характеристика бізнес-центру

Будівля бізнес-центру «Анкор» розташована в південній частині міста Вінниця, яка має каркасно-монолітну конструкцію з залізобетону з двома поверхами і площею у 5184 м<sup>2</sup>. Висота будівлі складає 11 метрів від рівня землі, відстань між перекриттям – 4,75 м. В бізнес-центрі розташовано 134 приміщення, які можна сдавати в оренду. Поверховий план приведено на рисунках А.1-А.2, в додатку А, а також в таблиці А.' можна зайти експлікація приміщень обох поверхів.

На першому поверсі переважають виставкові площі – 1350 м<sup>2</sup>, площа офісних приміщень та торговельних точок становить 942 м<sup>2</sup>. На другому поверсі розташоване кафе, дитяча зона та торгово-офісні приміщення. Загальна площа торгових та офісних приміщень становить 3234 м<sup>2</sup>. Згідно з проектною документацією будівлі, максимальна кількість осіб, що одночасно може знаходитись в межах бізнес-центру з урахуванням меблів та виставкової площі становить 1000 з урахуванням відвідувачів, орендаторів та співробітників центру.

Згідно з завданням на проектування, телеком-інфраструктура бізнес-центру має надавати послуги таким типам абонентів – співробітники, орендатори та відвідувачі. Всі ці абоненти, сумарно отримують ось такі послуги:

- віде-оспостереження;
- передача даних;
- доступ до Інтернету;
- внутрішній телефонний зв'язок, з можливістю дзвонити за межі будівлі бізнес-центру;

- безкоштовний Інтернет-доступ засобами публічної бездротової мережі.

## 1.2 Аналіз абонентського складу та інформаційна модель

Інформаційна модель мережі має на меті відобразити розподіл мережевого трафіку і перерозподіл послуг між абонентів. В мережі бізнес-центру буде шість категорій абонентів:

- категорія №1 – WiFi-клієнти;
- категорія №2 – орендатори виставкових площ;
- категорія №3 – орендатори магазинів;
- категорія №4 – орендатори офісних приміщень;
- категорія №5 – співробітники та обслуговуючий персонал бізнес-центру;
- категорія №6 – елементи системи відео-спостереження.

В свою чергу слід зауважити, що до складу категорій абонентів телекомунікаційної мережі бізнес-центру входять як персональні комп'ютери так телефонні апарати. Устаткування аудіо- та відео супроводження заходів, що проводяться в БЦ, відокремлено в окрему мережу цифрового дротового мовлення та телевіщання.

Інформаційна модель наведена на рисунку 1.1.

В таблиці 1.1 можна знайти перелік типів устаткування та послуг, які надаються для відповідних категорій згідно з інформаційною моделлю.

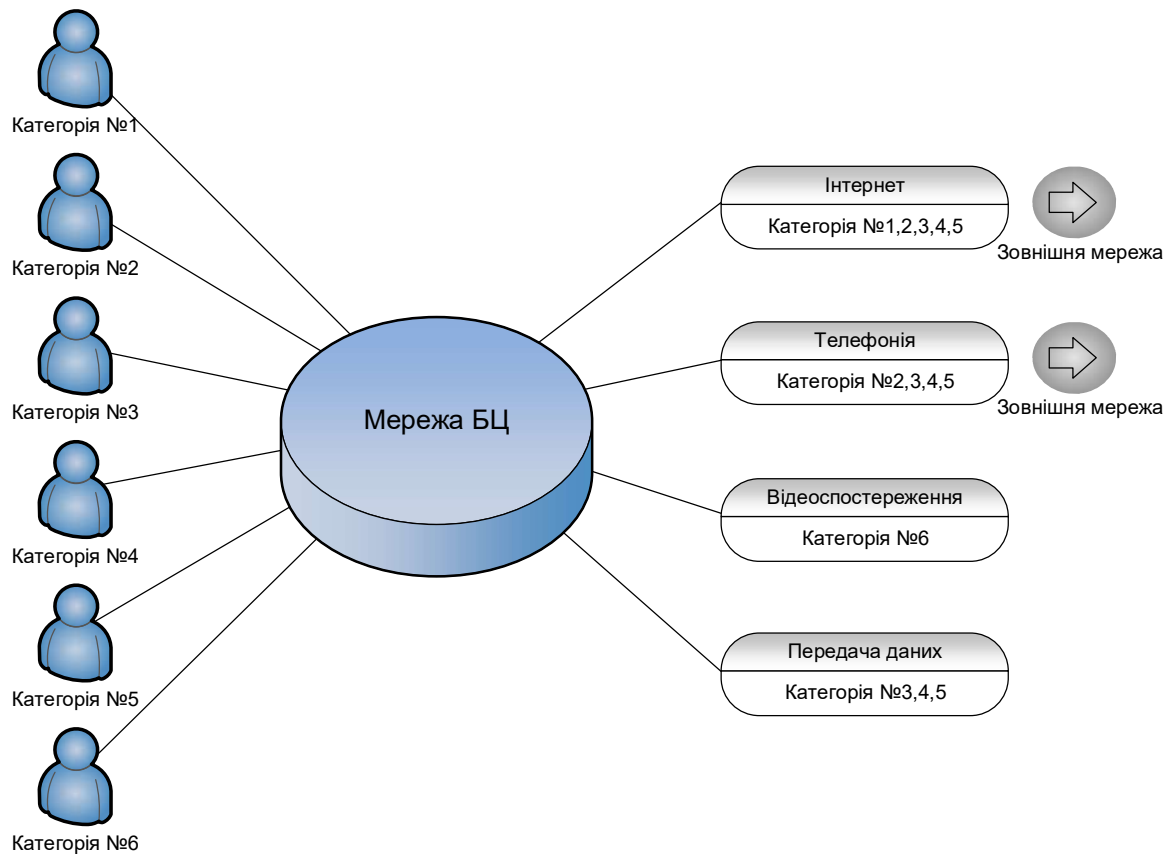


Рисунок 1.1 – Інформаційна модель

Таблиця 1.1 – Розкриття суті інформаційної моделі

| Номер категорії | Пристрої по групам                                    | Послуги, що надаються                                           |
|-----------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1               | Wi-fi пристрої                                        | Доступ в Інтернет                                               |
| 2               | ТА та ПК персоналу виставкових приміщень              | Доступ в Інтернет, телефонія мережі орендаторів                 |
| 3               | ТА, ПК та платіжні карти персоналу торгових приміщень | Передача даних, Доступ в Інтернет, телефонія мережі орендаторів |
| 4               | ТА та ПК персоналу офісних приміщень                  | Передача даних, Доступ в Інтернет, телефонія мережі орендаторів |
| 5               | ТА та ПК обслуговуючого персоналу                     | Передача даних, Доступ в Інтернет, телефонія мережі БЦ          |
| 6               | Камери відеоспостереження                             | Доступ до сервера відеоспостереження                            |

В відповідності до розробленої інформаційної моделі, таблиці 1.1 та таблиці А.1 було би дуже доцільно поділити абонентів на категорії. Що з цього вийшло, можна побачити в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розподіл абонентів за категоріями

| Категорія | Тип устаткування | Кількість |
|-----------|------------------|-----------|
| 1         | Wi-Fi            | 818       |
| 2         | ТА               | 41        |
|           | ПК               | 41        |
| 3         | ТА               | 63        |
|           | ПК               | 63        |
|           | ПТ               | 62        |
| 4         | ТА               | 55        |
|           | ПК               | 55        |
| 5         | ТА               | 23        |
|           | ПК               | 23        |
| 6         | ВК               | 195       |

Детальний аналіз абонентів до уваги читача в таблиці Б.1, додатку Б.

### 1.3 Розрахунок параметрів навантаження

Навантаження на телекомунікаційну мережу складається з навантаження що створюється ІР-послугами (Інтернет, передача даних, ІР-телефонія, відеоспостереження), послугами телефонії.

Щоб розрахувати навантаження утворене ІР-послугами візьмемо на озброєння методику, що викладена нижче.

Розрахунок трафіку проводиться з використанням ведеться формули (1.1):

$$\gamma_i^{(k)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} \quad (1.1)$$

де  $k$  – номер послуги в мережі;

$i$  – вузол;  
 $\gamma_i^{(k)}$  – мат. очікування трафіку  $k$ -ї послуги на  $i$ -му вузлу;  
 $B_{cp}^{(k)}$  – середнє значення пропускної здатності каналу зв'язку, що є комофортною для користування  $k$ -ою послугою;  
 $N_{аб_i}^{(k)}$  – абоненти  $k$ -ї послуги на  $i$ -му;  
 $T_c^{(k)}$  – тривалість сеансу зв'язку для  $k$ -ї послуги, середнє значення;  
 $f_{викл_i}^{(k)}$  – усереднена кількість викликів у ГНН для користувачів  $i$ -го вузла, які використовують  $k$ -у послугу.

Швидкість  $B_{cp}^{(k)}$  визначається за виразом(1.2):

$$B_{cp}^{(k)} = \frac{B_{\max}^{(k)}}{P^{(k)}} \quad (1.2)$$

де  $B_{cp}^{(k)}$  – максимальна пропускна здатність каналу зв'язку;  
 $P^{(k)}$  – пачковість на одного абонента – відношення між максимальною та середньою пропускною здатністю, необхідною для забезпечення  $k$ -ї послуги; ця величина характеризує вибухоподібність трафіку.

Для визначення необхідної кількості з'єднувальних ліній в бік ТМЗК за наступною методикою. Для визначення кількості з'єднувальних ліній необхідно розрахувати навантаження, що утворюється абонентами мережі, за формулою 1.3:

$$Y = F \cdot T \cdot N / 3600, \text{ Ерл}, \quad (1.3)$$

де  $T$  – середня тривалість одного сеансу зв'язку;  
 $F$  – середня кількість викликів у ГНН;  
 $N$  – кількість абонентів в мережі загалом.

Для розрахунків потрібно знати не тільки кількість користувачів заданої категорії, а й характеристики широкомовних послуг. Виділяють перелік загальних характеристик трафіку передачі даних:

- показник вибухоподібності трафіку;
- чутливість до затримок;
- час відповіді;
- необхідна пропускна здатність;
- інтенсивність використання даної послуги;
- середній час користування даною послугою.

Вибухоподібність трафіку – це частота посилки даних користувачем у мережу. Чим частіше користувач посилає свої дані в мережу, тим вона більше. Користувач, який посилає дані регулярно, в одному темпі, зводить даний показник практично до нуля. Показник визначається ставленням максимального (пікового) значення трафіку до середнього значення трафіку.

Чутливість (терпимість) до затримок характеризує реакцію додатків на всі види затримок в мережі. Наприклад, додатки, що обробляють фінансові транзакції в реальному масштабі часу, не допускають затримок. Великі затримки можуть призвести до неправильної роботи таких додатків. Додатки сильно розрізняються по допустимому часу затримки. Є додатки, що працюють в реальному часі наприклад, відеоконференції і там час затримки повинен бути вкрай малим. З іншого боку, зустрічаються додатки, що терпимі до затримок в кілька хвилин або навіть годин (електронна пошта та пересилання файлів).

Пропускна здатність - це термін, який використовується для опису того, як багато інформації може бути передано в мережі. Це зазвичай вимірюється як біт в секунду, або як деякі великі деномінації бітів, наприклад, мегабіт в секунду, виражається в Кбіт / сек або Мбіт / сек. Пропускна здатність є грубим виміром, приймаючи загальна кількість переданих даних за певний період часу, як швидкість, не враховуючи при

цьому якість самого сигналу. Пропускна здатність можна розглядати як підмножину пропускну здатності, яка враховує те, що дані були передані успішно чи ні.

Деякі додатки регламентуються часом реакції, пропускну здатністю мережі й інше. За це відповідає якість обслуговування QoS (Quality of Service). Чим вище виставлений пріоритет трафіку, тим вище гарантується якість обслуговування, час та умови для передачі такого трафіку.

Якщо розглянути трафік за загальними категоріями, то можна представити наступні характеристики для кожної з них:

- трафік електронної пошти – висока вибухоподібність трафіку та чутливість до затримок, регламентований час відповіді та пропускна здатність в межах 0,004-0,20 Мбіт/с;
- голосовий трафік – середня вибухоподібність трафіку, низька чутливість до затримок, реальний час відповіді та пропускна здатність в межах 0,004-0,064 Мбіт/с;
- трафік передачі файлів – висока вибухоподібність трафіку та чутливість до затримок, регламентований час відповіді та пропускна здатність в межах 0,01-600 Мбіт/с;
- обробка запитів – середня вибухоподібність трафіку, низька чутливість до затримок, близький до реального час відповіді та пропускна здатність в межах 0,064-2,048 Мбіт/с.

Умовно можна розділити трафік за поставленими вимогами QoS на три категорії, що відрізняються одна від одної за вимогами до затримки при передачі:

- трафік реального часу – до цієї категорії відносяться трафік з аудіо- та відеоінформацією, який не допускає затримки при передачі. Затримка зазвичай не перевищує 0,1 с, включаючи час на обробку на кінцевій станції. Крім того, затримка повинна мати невеликі коливання в часі (ефект «тремтіння» повинен бути зведений до нуля). Слід зазначити, що при стисненні інформації трафік даної

категорії стає дуже чутливим до помилок при передачі. При цьому через вимоги малої затримки такі помилки не можуть бути виправлені за допомогою повторної посилки;

- трафік транзакцій – ця категорія вимагає затримки до 1 с. Збільшення цього граничного значення змушує користувачів переривати свою роботу і чекати відповіді, тому що тільки після отримання відповіді вони можуть продовжити відправляти свої дані. Тому великі затримки призводять до зменшення продуктивності праці. Крім того, розкид в значеннях затримки призводить до дискомфорту в роботі. У деяких випадках перевищення допустимого часу затримки призведе до збою робочої сесії і призначеним для користувача додатків потрібно почати її знову;
- передача даних – ця категорія трафіку може працювати практично з будь-якою затримкою, аж до декількох секунд. Особливістю такого трафіку є підвищена чутливість до доступної пропускної здатності, але не до затримок. Збільшення пропускної здатності тягне за собою зменшення часу передачі. Додатки, що передають великі обсяги даних, розроблені, в основному, так, що захоплюють всю доступну смугу пропускання мережі. Рідкими винятками є додатки потокового відео. Для них важливі і пропускна здатність і мінімізація часу затримки.

Передача аудіо- та відеоінформації чутлива до зміни затримки або, іншими словами, до тремтіння. Наприклад, перевищення допустимого порогу тремтіння може привести до досить відчутним спотворень зображень, необхідності дублювання відеокадрів і т.д. Передача звуку також чутлива до тремтіння, так як людині важко сприймати несподівані паузи в промові абонента.

Досить багато досліджень показують, що в разі передачі низькоякісної аудіоінформації по мережі, максимальна затримка сигналу повинна

знаходитися в межах від 100 до 150 мс. У разі передачі зображень цей параметр не повинен перевищувати 30 мс.

Нижче приведено характеристики кожної категорії трафіку та зведено у відповідні таблиці (табл. 1.3-1.5).

Після розподілу користувачів в рамках БЦ послуга Інтернет буде надаватися в наступному форматі.

Таблиця 1.3 – Формат послуги Інтернет

| Категорія Інтернет користувачів | Макс. швидкість для передачі, Мбіт/с | Тривалість сеансу, с | Пачечність | Кількість викликів в ГНН |
|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------|------------|--------------------------|
| 1                               | 5,12                                 | 15                   | 5          | 10                       |
| 2                               | 2,048                                | 10                   | 5          | 20                       |
| 3                               | 2,048                                | 10                   | 5          | 20                       |
| 4                               | 10,24                                | 5                    | 5          | 50                       |
| 5                               | 20,48                                | 3                    | 5          | 50                       |

Під час використання такої послуги, як ІР-телефонія використовується надання стандартного телефонного зв'язку, а також можливе розширення за рахунок використання різновидів відеотелефонів і програмних також. Якщо розглянути ще один випадок побудови системи, то це є фактично аналог систем відео-конференц-зв'язку, тому можуть бути використані ті ж керуючі комплексами, що й служби ІР-телефонії. Щоб забезпечити нормальну роботу даних додатків виникає необхідність створення ак званого симетричного каналу з наступними характеристиками пропускної здатності (табл. 1.4):

Таблиця 1.4 – Характеристики пропускної здатності для ІР-телефонії

| Тип            | Швидкість, Кбіт/с | Кодек | Технологія |
|----------------|-------------------|-------|------------|
| аудіотелефонія | 87,2              | G.711 | Ethernet   |
| відеотелефонія | 549,4             | H.264 | Ethernet   |

Під час побудови мережі БЦ планується надавати тільки послуги голосової телефонії та має розподіл на локальну телефонію та на телефонію з доступом до ТМЗК.

Таблиця 1.5 – Формат послуги ІР-телефонія

| Категорія | Макс. швидкість, Мбіт/с | Тривалість сеансу, с | Пачечність | Кількість викликів в ГНН |
|-----------|-------------------------|----------------------|------------|--------------------------|
| 2         | 0,0872                  | 120                  | 1          | 3                        |
| 3         | 0,0872                  | 90                   | 1          | 7                        |
| 4         | 0,0872                  | 120                  | 1          | 5                        |
| 5         | 0,0872                  | 240                  | 1          | 3                        |

В таблиці 1.6 наведено відсоткове співвідношення за напрямками викликів.

Таблиця 1.6 – Відсоткове співвідношення за напрямками викликів для послуги ІР-телефонія

| Категорія | Виклики для внутрішньої мережі | Виклики ТМЗК |
|-----------|--------------------------------|--------------|
| 2         | 5                              | 95           |
| 3         | 20                             | 80           |
| 4         | 30                             | 70           |
| 5         | 50                             | 50           |

Після розподілу користувачів в рамках БЦ послуга передачі даних буде надаватися в наступному форматі (табл 1.7). Слід зауважити, що дана послуга має свої відмінності та надається не всім користувачам, а саме в категорії 3 присутні як персональні комп'ютери так і платіжні термінали.

Остання послуга – доступ термінального устаткування до серверів системи спостереження. Дана послуга надається виключно для категорії №6 і має наступний формат – макс. швидкість – 2,048 Мбіт/с (використовується кодек H.264), тривалість сеансу зв'язку – 3600 с, пачечність 1, кількість викликів в ГНН – 1 (використання функції детектору руху не враховується).

Остання послуга – доступ термінального устаткування до серверів системи спостереження. Дана послуга надається виключно для категорії №6 і

має наступний формат – макс. швидкість – 2,048 Мбіт/с (використовується кодек H.264), тривалість сеансу зв'язку – 3600 с, пачечність 1, кількість викликів в ГНН – 1 (використання функції детектору руху не враховується).

Таблиця 1.7 – Формат послуги передача даних

| Категорія | Макс. швидкість, Мбіт/с | Тривалість сеансу, с | Пачечність | Кількість викликів в ГНН |
|-----------|-------------------------|----------------------|------------|--------------------------|
| 3 ПК      | 100                     | 240                  | 20         | 2                        |
| 3 ПТ      | 100                     | 10                   | 200        | 10                       |
| 4 ПК      | 100                     | 120                  | 20         | 7                        |
| 5 ПК      | 100                     | 60                   | 20         | 10                       |

Після проведеного аналізу зведемо дані в результуючу таблицю 1.8, з характеристиками послуг та розрахованими величинами навантаження на проєктовану мережу для одного користувача з використанням формул 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.8 – Характеристики послуг мережі

| Послуга                        | V, Мбіт/с | P   | T, с | F  | Y, Мбіт/с |
|--------------------------------|-----------|-----|------|----|-----------|
| 1                              | 2         | 3   | 4    | 5  | 6         |
| Інтернет категорія №1          | 5,12      | 5   | 15   | 10 | 0,05      |
| Інтернет категорія №2          | 2,048     | 5   | 10   | 20 | 0,023     |
| Інтернет категорія №3          | 2,048     | 5   | 10   | 20 | 0,023     |
| Інтернет категорія №4          | 10,24     | 5   | 5    | 50 | 0,143     |
| Інтернет категорія №5          | 20,48     | 5   | 3    | 50 | 0,171     |
| ІР-телефонія категорія №2      | 0,0872    | 1   | 120  | 3  | 0,009     |
| ІР-телефонія категорія №3      | 0,0872    | 1   | 90   | 7  | 0,016     |
| ІР-телефонія категорія №4      | 0,0872    | 1   | 120  | 5  | 0,015     |
| ІР-телефонія категорія №5      | 0,0872    | 1   | 240  | 3  | 0,018     |
| Передача даних категорія №3 ПК | 100       | 20  | 240  | 2  | 0,667     |
| Передача даних категорія №3 ПТ | 100       | 200 | 10   | 10 | 0,014     |
| Передача даних категорія №4 ПК | 100       | 20  | 120  | 7  | 1,167     |
| Передача даних категорія №5 ПК | 100       | 20  | 60   | 10 | 0,834     |
| Відеоспостереження             | 2,048     | 1   | 3600 | 1  | 2,048     |

Розрахуємо загальне навантаження для всіх користувачів категорій відповідних послуг та зведемо дані до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Результуюча таблиця трафіку для всієї мережі БЦ

| Послуга                        | У на категорії послуги, Мбіт/с | У на послугу, Мбіт/с | Всього, Мбіт/с |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------|
| Інтернет категорія №1          | 40,9                           | 55,09                | 583,22         |
| Інтернет категорія №2          | 0,943                          |                      |                |
| Інтернет категорія №3          | 1,449                          |                      |                |
| Інтернет категорія №4          | 7,865                          |                      |                |
| Інтернет категорія №5          | 3,933                          |                      |                |
| ІР-телефонія категорія №2      | 0,369                          | 2,616                |                |
| ІР-телефонія категорія №3      | 1,008                          |                      |                |
| ІР-телефонія категорія №4      | 0,825                          |                      |                |
| ІР-телефонія категорія №5      | 0,414                          |                      |                |
| Передача даних категорія №3 ПК | 42,021                         | 126,256              |                |
| Передача даних категорія №3 ПТ | 0,868                          |                      |                |
| Передача даних категорія №4 ПК | 64,185                         |                      |                |
| Передача даних категорія №5 ПК | 19,182                         |                      |                |
| Відеоспостереження             | 399,36                         | 399,36               |                |

Загальна величина всього навантаження на телекомунікаційну мережу БЦ становить 583,22 Мбіт/с, яке розподілено з послугами наступним чином:

- Інтернет – 55,09Мбіт/с;
- ІР-телефонія – 2,616 Мбіт/с;
- передача даних – 126,256 Мбіт/с;
- відеоспостереження – 399,36 Мбіт/с.

Проведемо розрахунок навантаження на телефонну мережу. Проаналізувавши таблицю Б.1, загальна кількість ТА, що встановлені в БЦ становить 182, відповідно за категоріями маємо наступні значення:

- категорія №2 – 41;
- категорія №3 – 63;
- категорія №4 – 55;
- категорія №5 – 23.

Результати розрахунків навантаження на устаткування телефонної мережі наведені в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Результати розрахунків навантаження на устаткування телефонної мережі

|                                         | Категорія №2 | Категорія №3 | Категорія №4 | Категорія №5 | Всього |
|-----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| Абонентів, осіб                         | 41           | 63           | 55           | 23           | 182    |
| T, с                                    | 120          | 90           | 120          | 240          |        |
| F                                       | 3            | 7            | 5            | 3            |        |
| Питоме навантаження на абонента, Ерл    | 0,1          | 0,175        | 0,167        | 0,2          |        |
| Загальне навантаження на категорію, Ерл | 4,1          | 11,025       | 9,185        | 4,6          | 28,91  |
| Доля внутрішнього навантаження, %       | 5            | 20           | 30           | 50           |        |
| Величина внутрішнього навантаження, Ерл | 0,205        | 2,205        | 2,76         | 2,3          | 7,47   |
| Доля зовнішнього навантаження, %        | 95           | 80           | 70           | 50           |        |
| Величина зовнішнього навантаження, Ерл  | 3,895        | 8,82         | 6,425        | 2,3          | 21,44  |

Беручи до уваги проведені розрахунки, ми маємо загальну величину навантаження на телефонний комутатор, що становить 28,91 Ерл, величина навантаження, що спрямована до мережі ТМЗК становить 21,44 Ерл. Отже, скориставшись таблицею Кеделла-Башаріна, беручи норму втрат 0,005 та розраховані величини навантаження, кількість сполучних ліній в бік ТМЗК становить 30 ліній, а це становить 1 потік Е1.

## Висновки до розділу 1

В даному розділі роботи був виконаний аналіз обраного об'єкту проектування. В рамках проекту проводиться розробка телекомунікаційної

мережі для умов бізнес-центру в місті Вінниця. Бізнес-центр «Анкор» розташований в південній частині міста Вінниця. Будівля представляє собою залізобетонну конструкцію, яка має 2 поверхи із загальною площею 5184 м<sup>2</sup>. Специфіки об'єкту проектування та його призначення вимагає розподілу абонентів на шість основних категорій. Також розроблена інформаційна модель, визначені параметри та характеристики для кожної служби, що планується надаватись та розрахований трафік мережі.

Загальна величина навантаження на телекомунікаційну інфраструктуру БЦ становить 583,22 Мбіт/с, яке розподілено з послугами наступним чином: Інтернет – 55,09 Мбіт/с; IP-телефонія – 2,616 Мбіт/с; передача даних – 126,256 Мбіт/с; відеоспостереження – 399,36 Мбіт/с.

Загальна величина навантаження на телефонний комутатор становить 28,91 Ерл, до мережі ТМЗК – 21,44 Ерл. Таким чином, кількість сполучних ліній в бік ТМЗК становить 30 ліній, тобто 1 потік Е1.

## 2 АНАЛІТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

### 2.1 Топологія та ієрархічна модель мережі

Існує класична ієрархічна модель мережі, яка містить три основні рівні – це ядро, розподіл та доступ.

На рівні ядра розташовуються найпотужніші комутаційні пристрої мережі, які пропускають через себе майже весь мережевий трафік. Нижній рівень ієрархії – рівень доступу. Це рівень, на якому здійснюється безпосереднє підключення абонентів мережі.

Вирішальними для вибору топології можуть бути різні критерії. Це залежить від того, які характеристики мережі повинні бути більш пріоритетними. Від вибору топології та типів каналів зв'язку істотно залежать багато характеристик мережі. Наприклад, наявність між вузлами декількох шляхів підвищує надійність мережі та робить можливим балансування завантаження окремих каналів. Простота приєднання нових вузлів дозволяє мережі легко розширюватися. Економічні міркування часто приводять до вибору топологій, для яких характерна мінімальна сумарна довжина ліній зв'язку.

Саме цей показник – мінімальна сумарна довжина ліній зв'язку – і оберемо критичним для вибору топології проектованої мережі, щоб отримати економічну вигоду від впровадження мережі.

В сучасних мережах для побудови використовуються такі топології, а саме: зірка, кільце, дерево, складна топологія (mesh).

Проектована мережа буде мати змішану топологію, яка відрізняється в залежності від рівнів. Порівняння ключових характеристик кожної з розглянутих топологій приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика різних топологічних рішень

|                                    | зірка                              | кільце                         | дерево                                                               | складна (mesh) |
|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------|
| складність                         | низька                             | низька                         | висока                                                               | висока         |
| надійність                         | залежить від центрального елемента | висока                         | низька                                                               | висока         |
| витрати на кабельну інфраструктуру | високі                             | середні                        | низькі                                                               | надвисокі      |
| простота керування                 | легко                              | складно                        | складно                                                              | надскладно     |
| затримка                           | низька                             | надвисока                      | середня                                                              | середня        |
| надмірність зв'язків               | низька                             | висока                         | низька                                                               | надвисока      |
| навантаження на канал              | не масштабується                   | дорівнює сумі всіх навантажень | у корені дерева дорівнює максимальному навантаженню від всіх станцій | масштабується  |

Реалізація мережі крупного бізнес-центру за повнозв'язною топологією є дуже неефективним варіантом. Дійсно, у такому разі кожен вузол в мережі повинен мати велику кількість комунікаційних портів, достатню для зв'язку з кожним з решти вузлів мережі, для кожної пари вузлів має бути виділена окрема фізична лінія зв'язку.

Проектована мережа буде мати змішану топологію, яка відрізняється в залежності від рівнів використовуваного комунікаційного обладнання.

Отже мережа, що підключає рівень доступу до рівня розподілу буде з'єднана між собою в „кільце”. Перевага використання кільцевої топології в тому, що вона забезпечуватиме резервування зв'язків.

До кожного з комутаційних пристроїв розподілу також за топологією „зірка” преднуються комутатори доступу. Тобто на рівнях, нижчих рівня ядра, мережа з'єднана у топологію „ієрархічна зірка”.

Побудова рівня ядра здійснюватиметься за топологією зірка, до нього підключаються комутаційні пристрої рівня розподілу.

Головне при побудові сучасної корпоративної інфраструктури є розробка структурованої кабельної системи. СКС— основа інформаційної інфраструктури будь-якого підприємства, що дозволяє звести в єдину

систему безліч інформаційних сервісів різного призначення: локальні обчислювальні і телефонні мережі, системи безпеки та ін.

Топологічна схема мережі, яка одночасно є схемою СКС представлена в додатку В – це рисунки В.1 та В.2. Мережа містить 4 вузла, що визначають рівень доступу, в мережі розподілу об'єднані пристрої рівня доступу та центральний вузол. Розташування пристроїв доступу наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Місце розташування пристроїв доступу проектованої мережі

| Найменування вузла | Поверх | № приміщення |
|--------------------|--------|--------------|
| Доступ 1.1         | 1      | 10           |
| Доступ 1.2         | 1      | 59           |
| Доступ 2.1         | 2      | 89           |
| Доступ 2.2         | 2      | 122          |
| Ядро               | 2      | 122          |

Як було визначено раніше, всі з'єднання на рівнях ядра та доступу мережі виконані за топологією зірка. Мережа розподілу побудована за топологією кільце.

## 2.2 Розробка структурного рішення

Структурна схема проектованої мережі наведена в додатку В на рисунку В.3.

Структурна схема відображає обрані вище топології для різних рівнів та ієрархічну побудову мережі загалом. На структурній схемі присуні всі типи термінальних та абонентських пристроїв та обрані технології.

Рівень доступу проектується на базі комутаторів та точок доступу Wi-fi, використовується топологія кільце

Абонентські точки доступу підключається до комутаторів доступу з використанням технології 100 Base-TX та використовується топологія зірка. Живлення точок доступу здійснюється за рахунок використання технології PoE. До комутаторів доступу також під'єднані абонентські пристрої, які розподілені за наступними групами: ПК, ТА, камери відеоспостереження.

#### 100BASE-TX (IEEE 802.3 розділ 21; 25; IEEE 802.3u)

- Швидкість передавання даних 100 Мбіт/с
- Середовище розповсюдження сигналу — обвита пара п'ятої категорії (екранована або ні) 100 Ом
- Максимальна протяжність сегменту 100 м
- Тип кодування 4B5B; NRZI

Отже, для рівня доступу і рівня розподілу оберемо технологію 100BASE-TX, тому що вона є найбільш оптимальною по економічним і якісним характеристикам. Для дистанційного живлення камер спостереження та телефони апаратів використана технологія PoE.

Рівень розподілу побудований за топологією кільце та з використанням технології 1000 Base-LX на базі використання волоконно-оптичних каналів.

На рівні розподілу в мережі також містяться сервери телекомунікаційної мережі. Отже, комутатори розподілу також виконують функції комутатора так званої серверної групи, або комутатора рівня ядра.

Серверне устаткування має сервери:, DB\_Server — бази даних, VS\_Server — відеоспостереження, IP-ATC, FTP\_Server — файлообмінник.

Для підключення відеосерверу до комутатора розподілу застосовано оптичний канал 1000 Base-LX, це необхідно через сумарне навантаження майже в 400 Мбіт/с. Інші сервери під'єднані мідним кабелем кручена пара за технологією 100 Base-TX.

На IP-ATC покладені функції центрального комутатора і забезпечення поєднання телефонної мережі загального користування з локальною телефонною мережею. Підключення до ТМЗК виконано одним цифровим

потокотом E1, який вміщує 30 стандартних телефонних каналів, що цілком виконує умови проведених розрахунків.

Маршрутизатори ядра підключаються до внутрішніх серверів таких, як: сервер баз даних, фаловий сервер та IP- PBX за технологією 1000 Base-LX, пов'язано з розрахованим максимальним сумарним навантаженням, що генерується термінальними пристроями рівня доступу в 583,22 Мбіт/с. Вихід до інтернету здійснюється за технологією, яку пропонує провайдер послуги Інтернет та через демілітаризовану зону. Єдина вимога до зовнішнього каналу – забезпечення пропускної здатності не менш за 55,09Мбіт/с.

### 2.3 Розробка функціонального рішення

Після того як було складено структурну схему, з'ясовано технології доступу до всіх вузлів мережі, визначено трафіки між ними, є усі дані для побудовання функціональної схеми мережі. На ній відображаються технології доступу до мережі, позначаються інтерфейси, через які з'єднується обладнання та вказується необхідна пропускна здатність каналів зв'язку.

Функціональна схема наведена на рисунку В.4, в додатку.

Центральним компонентом мережі є маршрутизатор. Через доступні йому функції, маршрутизатор забезпечує взаємодію користувачів в мережі, забезпечує підключення до зовнішніх мереж, відповідає за маршрутизацію трафіку, адресацію в мережі та забезпечую необхідний рівень захисту.

Комутатори ділять мережу на сегменти і передають пакети між портами на основі адреси одержувача, яка входить в кожний пакет. Це досягається за допомогою внутрішньої таблиці, яка поєднує порти з адресою з'єднаних з ним пристроїв. Використовуючи цю таблицю і адрес одержувача в пакеті, комутатор організує віртуальне з'єднання порта відправника з

портом одержувача і передає пакет через це з'єднання, при цьому затримка при передачі сигналу мінімальна.

Точка доступу, це окремий пристрій. Роутер і точка доступу, це не одне і те ж. Можна сказати, що точка доступу, це урізана, простіша версія маршрутизатора. Бездротова точка доступу призначена для підключення пристроїв до вже створеної мережі. Її завдання просто організувати підключення до інтернету по Wi-Fi. Так само, вона може працювати в різних режимах: бездротової клієнт, міст, ретранслятор, точка доступу. Все залежить від конкретної моделі. Точка доступу не роздає IP, не має вбудованого брандмауера і т д. Вона просто отримує інтернет від роутера, або модему, і роздає його по Wi-Fi. Деякі бездротові точки доступу, які є у продажу, можуть роздавати IP, організовувати окрему мережу, і навіть підключатися до інтернет провайдеру. Але, тільки по протоколу Static IP, або DHCP. І ще один важливий момент, точка доступу має тільки один мережевий роз'єм..

Сервера представлені комп'ютерним устаткуванням, яке призначене для вирішення певних завдань з виконання програмних кодів, зберігання інформації, обслуговування користувачів і баз даних. Сервер забезпечує максимальну захищеність і безпеку виконуваних завдань, а також їх збереження. Використовується сервер для зберігання файлів і веб-сайтів користувачів Інтернету (хостинг), відповіді на запити та видачі інформації, яка запитується, обробки і виконання скриптів на веб-сайтах, роботи з базою даних і великою кількістю користувачів. Контроль над роботою сервера покладається на системного адміністратора.

IP-АТС - забезпечує організацію телефонного зв'язку по комп'ютерній мережі та Інтернетта має наступні функції:

- здійснення зв'язку з використанням комп'ютерної мережі;
- можливість організувати безкоштовну внутрішню мережу, якщо у компанії є віддалені офіси. Крім того, з IP-телефонів можна здійснювати вихідні дзвінки та на міські номери;

- мобільність робочого місця. Телефон, підключений до IP-АТС, можна переносити з одного місця на інше;
- простота організації нового робочого місця.

Мережні протоколи – TCP/IP. За моделлю OSI протоколи розташовуються таким чином:

Таблиця 2.3 – Протоколи в моделі OSI

| Рівень OSI    | Протоколи              |
|---------------|------------------------|
| Фізичний      | 100Base-FX, 100-BaseTX |
| Канальний     | Fast Ethernet          |
| Мережний      | IP, ICMP, ARP, OSPF    |
| Транспортний  | RTP, TCP, UDP          |
| Сеансовий     |                        |
| Представлення |                        |
| Прикладний    | FTP, SIP, DNS, HTTP    |

На канальному рівні використаний протокол Ethernet, який в свою чергу використовує протокол CSMA/CD. У методі доступу CSMA / CD всі мережеві пристрої, у яких є повідомлення для відправки, повинні виконати прослуховування носія перед передачею. Якщо пристрій виявляє сигнал від іншого пристрою, він буде очікувати вказану кількість часу, перш ніж спробувати передати дані.

Коли не буде виявлено жодного трафіку, пристрій передасть своє повідомлення. У той час як ця передача відбувається, пристрій продовжує прослуховувати трафік або колізії на LAN. Після того, як повідомлення надіслано, пристрій повертається до свого режиму прослуховування за замовчуванням.

Якщо відстань між пристроями така, що затримка сигналів з одного пристрою призводить до того, що сигнали не виявляються другим пристроєм, другий пристрій може також почати передавати. У носія тепер є два пристрої, що передають свої сигнали одночасно. Їх повідомлення поширяться

через носій, поки вони не зустрінуться один з одним. У цій точці з'єднання сигналів повідомлення знищується. Хоча повідомлення пошкоджуються, безлад від решти сигналів продовжує поширюватися через носій.

Коли пристрій перебуває в режимі прослуховування, він може виявити, коли на розподільчому носії відбувається колізія. Виявлення колізії стає можливим, оскільки всі пристрої можуть виявити збільшення амплітуди сигналу понад нормального рівня.

Як тільки відбувається колізія, інші пристрої в режимі прослуховування - так само як і всі пристрої передачі - виявлять збільшення амплітуди сигналу. Після цього, кожне передавальний пристрій продовжає передавати, щоб гарантувати, що всі пристрої в мережі виявлять колізію.

В рамках мережі будуть застосовані швидкісні редакції Fast Ethernet з використанням крученої пари та Gigabit Ethernet з використанням оптичного кабелю. Домен колізій організовано з використанням 5 комутаторів, що входять до кільця мережі розподілу.

Для боротьби з колізіями на комутаторах використовується протокол STP. Мережевий протокол, що працює на другому рівні моделі OSI. Основним завданням STP є приведення мережі Ethernet з множинними зв'язками до деревоподібної топології, що виключає цикли пакетів. Відбувається це шляхом автоматичного блокування непотрібних в даний момент для повної зв'язності портів. Протокол описаний в стандарті IEEE 802.1D.

Для того щоб визначити які порти заблокувати, а які будуть в режимі пересилання, STP виконує наступне:

Вибір кореневого моста (Root Bridge)

Визначення корневих портів (Root Port)

Визначення виділених портів (Designated Port).

Алгоритм дії STP:

Після включення комутаторів в мережу, за замовчуванням кожен комутатор вважає себе корневим (root).

Потім комутатор починає посилати по всіх портах конфігураційні Hello BPDU пакети раз в 2 секунди.

Виходячи з даних Hello BPDU пакетів, той чи інший комутатор набуває статус root, тобто кореня.

Після цього всі порти крім root port і designated port блокуються.

Відбувається посилка Hello-пакетів раз в 20 секунд або при втраті / відновленні якого-небудь лінку, з метою перешкоджання появи петель в мережі.

Функціонування IP-мережі та надання послуг відбувається за умови наявності IP-адрес у термінального устаткування. Існує як автоматичний, так і статичний режим розподілу адресного простору. Так як в мережі присутня велика кількість термінального устаткування та можливості підключення в гостьовому режимі абонентів через бездротовий сегмент мережі – обрано динамічний режим розподілу адресного простору.

Застосовується протокол DHCP. Протокол конфігурації динамічного хоста (DHCP) - це протокол управління мережею, який використовується для автоматизації процесу налаштування пристроїв в IP-мережах, дозволяючи їм використовувати мережеві послуги, такі як DNS, NTP та будь-який протокол зв'язку на основі UDP або TCP. DHCP-сервер динамічно призначає IP-адресу та інші параметри конфігурації мережі кожному пристрою в мережі, щоб вони могли спілкуватися з іншими мережами IP. DHCP - це вдосконалення старого протоколу, який називається BOOTP. DHCP є важливою частиною рішення DDI (DNS-DHCP-IPAM).

Сервер DHCP передає запитувачому клієнту дані конфігурації, засновані на політиці адміністратора. Загальні параметри мережі (іноді їх називають "Параметри DHCP"), які запитуються, включають маску підмережі, маршрутизатор, сервер доменних імен, ім'я хоста та доменне ім'я.

Оскільки запитуючий клієнт не має IP-адреси під час приєднання до мережі, він транслює запит. Таким чином, протокол використовується на дуже ранній стадії IP-зв'язку. Якщо такий динамічний протокол не

використовується для отримання IP-адреси, клієнт повинен використовувати заздалегідь визначений IP-адресу, що зазвичай називається "статична IP-адреса", яка вручну налаштовується на клієнтському мережевому інтерфейсі в конфігураційних файлах або з певною командою.

Послуга DHCP має три ключові значення:

- 1) Операційні завдання скорочуються: мережевому адміністратору більше не потрібно вручну налаштовувати кожного клієнта, перш ніж він може використовувати мережу.
- 2) План IP-адреси оптимізований: адреси, які вже не використовуються, звільняються та доступні для нових клієнтів, що підключаються.
- 3) Мобільністю користувачів легко керувати: адміністратору не потрібно вручну конфігурувати клієнта, коли його точка доступу до мережі змінюється.

Інформація про IP-адресу, призначена DHCP, діє лише протягом обмеженого періоду часу і називається орендою DHCP. Період дії називається часом оренди DHCP. Коли термін оренди закінчується, клієнт більше не може використовувати IP-адресу і повинен припинити все спілкування з мережею IP, якщо він не вимагає продовжити термін оренди через цикл поновлення оренди DHCP. Цей процес забезпечує надійний розподіл IP-адреси на пристрої. Будь-який пристрій, який запитує нову IP-адресу версії 4 після прибуття в мережу та не отримає відповіді, використовуватиме автоматичну приватну адресацію Інтернет-протоколів (APIPA) для вибору адреси. Ці адреси знаходяться в діапазоні мережі 169.254.0.0/16.

Існує чотири ключові сценарії використання DHCP:

1. Початкове підключення клієнта: клієнт вимагає від сервера DHCP IP-адресу та інші значення параметрів для доступу до мережеслужб.
2. Розширення використання IP-адреси: клієнт зв'язується з сервером DHCP, щоб розширити використання поточної IP-адреси.

3. Підключення клієнта після перезавантаження: клієнт зв'язується з сервером DHCP для підтвердження того, що він може використовувати ту саму IP-адресу, яку використовував перед перезавантаженням.

4. Відключення клієнта: клієнт просить сервер DHCP звільнити його IP-адресу.

Для можливості виходу до мережі Інтернет необхідно використання глобальної адреси, локальні адреси які призначені сервером DHCP не можуть бути використані. Звичайно виділення глобальних адрес для термінального устаткування є неприпустимим, тому необхідно перетворювати адреси з однієї підмережі в іншу. Таку функцію повинен виконувати маршрутизатор, а саме служба трансляції адрес NAT. Трансляція мережевих адрес (NAT) призначена для збереження IP-адреси. Це дозволяє приватним IP-мережам, які використовують незареєстровані IP-адреси для підключення до Інтернету. NAT працює на маршрутизаторі, зазвичай з'єднує дві мережі разом і переводить приватні (не глобально унікальні) адреси у внутрішній мережі в юридичні адреси, перш ніж пакети будуть перенаправлені до іншої мережі.

В рамках цієї можливості NAT може бути налаштований на трансляцію лише однієї адреси всієї мережі у зовнішню. Це забезпечує додаткову безпеку, ефективно ховаючи всю внутрішню мережу за цією адресою. NAT пропонує подвійні функції захисту та збереження адрес і, як правило, реалізується в середовищах віддаленого доступу.

В основному NAT дозволяє одному пристрою, наприклад, маршрутизатору, діяти як агент між Інтернетом (або загальнодоступною мережею) та локальною мережею (або приватною мережею), а це означає, що потрібно лише одна унікальна IP-адреса, щоб представляють цілу групу комп'ютерів до всього, що знаходиться поза їх мережею.

Щоб налаштувати традиційний NAT, потрібно зробити принаймні один інтерфейс на роутері (NAT зовні) та інший інтерфейс на маршрутизаторі

(NAT всередині) та набір правил для трансляції IP-адрес у заголовках пакетів (і корисні навантаження за бажанням) потрібно налаштувати.

Після призначення IP-адрес портам термінального устаткування та запуску служби трансляції адрес необхідно провести логічну структурування мережі. Дана операція може бути виконана двома способами:

- списки доступу;
- віртуальні підмережі.

В рамках оберту проектування будуть застосовані обидва способи. Списки доступу будуть накладені на інтерфейс маршрутизатора, який відповідатиме за трансляцію адрес і вихід до мережі Інтернет. Завдяки спискам доступу пакету будуть аналізуватися і в відповідності до створених правил частина пакетів буде передаватися в бік мережі Інтернет, а частина пакетів буде відкинута (пакети від тих пристроїв, які не матимуть права доступу). Швидкість доступу до мережі Інтернет буде визначатись відповідно від IP-адреси хоста, який намагатиметься підключитися до Інтернет за допомогою функції traffic-shaping, яка буде запущена на маршрутизаторі. Створення ж віртуальних мереж продиктовано необхідністю розвантаження комутаційних пристроїв, зменшенням широкомовного потоку трафіку та можливістю ізоляції груп устаткування в підмережі без застосування списків доступу. Віртуальні мережі працюють як на комутаторах так і на маршрутизаторах, протоколи які використані для побудови віртуальних підмереж – VLAN та 802.1q.

VLAN це логічна група робочих станцій, серверів та мережевих пристроїв, які, є в одній локальній мережі, незважаючи на їх географічне поширення. VLAN дозволяє мережі комп'ютерів та користувачів спілкуватися в імітованому середовищі так, ніби вони існують в одній локальній мережі та обмінюються єдиним доменом широкомовної та багатоадресної передачі. VLAN-мережі реалізовані для досягнення масштабованості, безпеки та простоти управління мережею і можуть швидко

адаптуватися до змін у мережевих вимогах та переміщення робочих станцій та серверних вузлів.

Мета реалізації VLAN - покращити продуктивність мережі або застосувати відповідні функції безпеки.

Комп'ютерні мережі можуть бути сегментовані на локальні мережі (LAN) та широкі мережі (WAN). Мережеві пристрої, такі як комутатори, концентратори, мости, робочі станції та сервери, підключені один до одного в одній мережі в певному місці, зазвичай називають локальними мережами. VLAN дозволяє декільком мережам працювати практично як одна локальна мережа. Одним з найвигідніших елементів VLAN є те, що вона знімає затримку в мережі, що економить мережеві ресурси та підвищує ефективність мережі. Крім того, VLAN створені для забезпечення сегментації та допомоги у таких питаннях, як безпека, управління мережею та масштабованість.

Основні переваги впровадження VLAN включають:

Дозволити адміністраторам мережі застосовувати додаткову безпеку для мережевого спілкування

Полегшення розширення та переміщення мережі або мережевого пристрою

Забезпечення гнучкості, оскільки адміністратори можуть налаштувати в централізованому середовищі, тоді як пристрої можуть бути розташовані в різних географічних місцях

Зниження затримки та завантаженості трафіку в мережі та мережевих пристроях, що забезпечує підвищення продуктивності

Для виконання цієї функції на комутаторах створюються логічні групи яка мають різні признаки такі як ідентифікатор (vlan id) та ім'я (vlan name). В залежності від порта комутатора він може бути привласнений одній з віртуальних підмереж. Порт в такому випадку працюватиме в режимі access для відповідного vlan, і таким чином ширококомовний трафік однієї підмережі не буде передаватись в іншу, також трафік кожної віртуальної підмережі

буде ізольований і не буде можливості обміну між робочими станціями та серверним устаткуванням різних vlan без створення правил маршрутизації. В випадку коли однакові віртуальні мережі створені на окремих фізичних пристроях і є необхідність обміну трафіку між ними, то така задача може бути вирішена маршрутизатором, шляхом створення правил маршрутизації, або безпосередньо комутаторами на яких буде функціонувати служба 802.1q – служба тегування. Завдяки цій службі, порти комутатора можуть працювати в режимі trunk, який дозволяє передачу тебованого трафіку. 802.1Q - відкритий стандарт, що описує процедуру тегування трафіку для передачі інформації про приналежність до VLAN. 802.1Q не змінює заголовки кадру (фрейму) і пристрої, які не підтримують цей стандарт, можуть передавати трафік без обліку його приналежності до VLAN. Таким чином комутатори об'єднуються між собою портами які працюють в режимі trunk і передають трафік між однаковими віртуальними під мережами що фізично підключені до різних комутаторів.

Мережа IP-телефонії повина будуватись у відповідності до рекомендацій, що регламентуються протоколом SIP.

SIP (протокол ініціації сеансу) - це протокол сигналізації, який використовується для встановлення "сеансу" між 2 або більше учасниками, модифікації цього сеансу та врешті-решт припинення цього сеансу. Він знайшов своє основне використання у світі IP телефонії. Той факт, що SIP - це відкритий стандарт, викликав величезний інтерес на ринку телефонії, а виробники, що постачають телефони, що базуються на SIP, побачили величезне зростання в цьому секторі.

Протокол SIP є текстовим і має велику схожість з протоколом HTTP. Повідомлення є текстовими, а механізм відповіді на запит полегшує усунення несправностей. Фактична передача даних виконується протоколом управління передачею (TCP) або протоколом User Datagram Protocol (UDP) на рівні 5 моделі OSI. Протокол опису сесії (або SDP) контролює, який з протоколів використовується.

Після завершення обміну повідомленнями про налаштування медіа обмінюються за допомогою іншого протоколу, як правило, RTP (протокол передачі в реальному часі).

SIP був розроблений IETF і опублікований як RFC 3261, і його гнучкість дозволила йому майже повністю замінити протокол H.323 у світі VoIP.

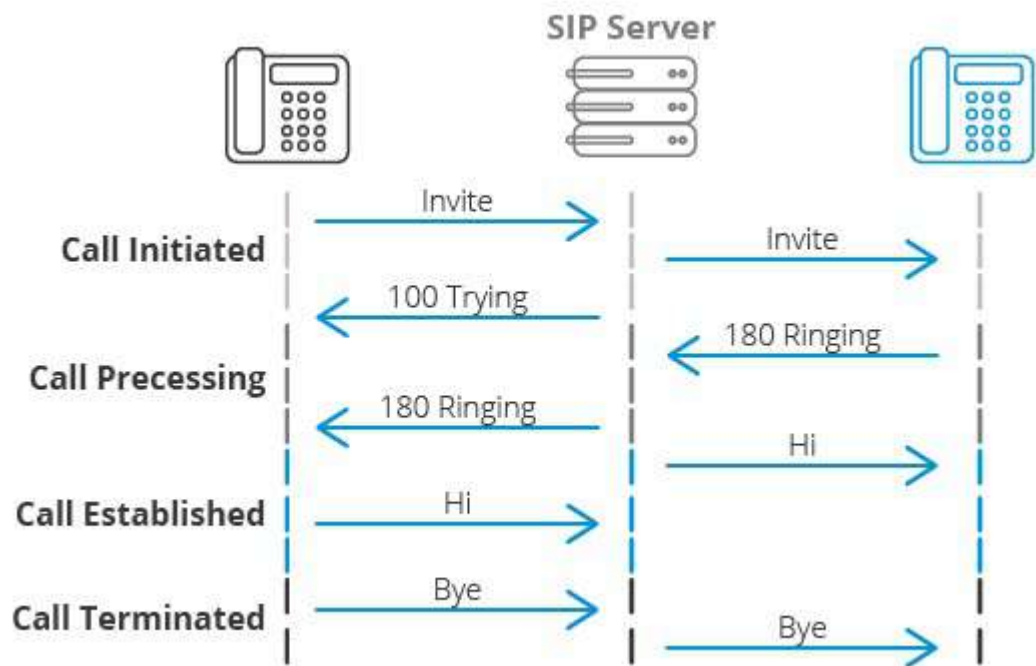


Рисунок 2.1 – Сценарій з'єднання за протоколом SIP

## Висновки до розділу 2

Результатом даного розділу квалыфикацыйноъ роботи є побудовані структурна та функціональна схеми мережі, огляд та остаточний вибір технології організації мережі та визначення необхідних пропускних здатностей для каналів зв'язку та інтерфейсів обладнання, необхідних для їх підключення. Ці результати будуть використані при подальшому проектуванні і вказують вимоги до вибору обладнання та його конфігурації.



## 3 АПАРАТНИЙ СИНТЕЗ

### 3.1 Визначення груп устаткування

Реалізація проекрованої мережі буде здійснюватися на основі вибору основних блоків конкретних виробників обладнання за технічними та економічними характеристиками, розробки схеми з'єднань вузлів мережі. Проектована мережа представлена активним обладнанням, а саме: маршрутизатор ядра, комутатори розподілу та доступу, обладнання Wi-Fi мережі, обладнання системи телефонного зв'язку, обладнання системи відеоспостереження та групою пасивного обладнання, а саме: кабелі різного призначення, патч-кабелі, патч-панелі, термінальні розетки, телекомунікаційні шафи.

Згідно розрахованих рівнів навантаження та обраних у попередньому розділі технологій сформовано критерії вибору обладнання усіх рівнів.

### 3.2 Вибір активного устаткування

#### 3.2.1 Вибір маршрутизатора

До маршрутизатора висуваються наступні технічні вимоги:

- кількість портів Fast Ethernet 100 Base-TX – 1;
- кількість портів Gigabit Ethernet 1000 Base-LX – 1;
- підтримка протоколів та технологій Ethernet, TCP/IP, 802.1q, IPv4, ARP, VPN, NAT, VLAN, IPSEC;
- монтаж в 19-дюймову телекомунікаційну стойку;

- підтримка фільтрації пакетів та використання списків доступу ACL;
- можливість організації захисної зони DMZ, Firewall;
- пропускна здатність не менш ніж 550 Мбіт/с;
- підтримка політики QoS;
- підтримка статичної протоколів динамічної маршрутизації;
- підтримка голосових додатків на базі протоколів SIP, H.323 передачі відео.

В додатку Г в таблиці Г.1 проведемо порівняння різних типів маршрутизаторів.

Зрівнявши технічні й економічні характеристики пристроїв зупинимо вибір на Mikrotik RB2011UAS. Це рішення відповідає всім нашим вимогам і до того ж дозволяє налаштовувати конфігурацією портів WAN/LAN, має контролер Wi-fi та дозволяє використовувати дану модель у якості обладнання рівня розподілу.

### 3.2.2 Вибір комутаторів доступу

Невід'ємною частиною проекрованої мережі є комутатор, до якого підключаються як маршрутизатор, так і локальні ресурси: ПК, точки доступу Wi-fi, відеорекамери та IP-телефони.

До комутаторів висуваються наступні технічні вимоги:

- кількість портів – 24/48x100 BaseTX, 2x1000 BaseLX;
- підтримка VLAN, STP, trunk
- технологія PoE.

В додатку Г в таблиці Г.2 проведемо порівняння різних типів комутатори.

Отже для побудови вузла доступу як центральний комутатор буде використаний комутатор компанії D-Link, що повністю задовольняє поставленим вимогам, має мінімальну кількість віртуальних мереж та оптимальну конфігурацію портів UpLink завдяки використанню модулів SFP.

### 3.2.3 Компоненти бездротової мережі

Бездротова мережа на об'єкті проектування може бути побудована за двома принципами – організована на базі бездротових маршрутизаторів та на базі комплексних рішень (точки доступу з контролером). В таблиці 3.1 проведемо порівняння концепцій побудови бездротових мереж за наведеними принципами.

Таблиця 3.1 – Принципи побудови бездротових мереж

|                                                                                     | Бездротові маршрутизатори  | Комплексне рішення                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|
| Централізоване керування                                                            | ні                         | так                                       |
| Простота налаштування                                                               | ні                         | так                                       |
| Адресний простір                                                                    | унікальний на кожній точці | єдиний                                    |
| Можливість передачі обслуговування                                                  | ні                         | так                                       |
| Налаштування частотних каналів                                                      | автоматично/<br>вручну     | централізовано/<br>автоматично/<br>вручну |
| Можливість побудови інтерактивної схеми мережі для керування та моніторингу статусу | ні                         | так                                       |

Виходячи з проведеного порівняння безперечним лідером використання комплексного рішення. До переваг цього способу побудови мережі можна віднести в першу чергу централізоване керування з можливістю побудови інтерактивної схеми мережі та наявності функції безшовної передачі обслуговування.

Виробниками комплексних рішень на сьогоднішній день є компанії Cisco, D-Link, Mikrotik. Якщо порівнювати рішення за рівнем безпеки то безперечним лідером є Cisco, за критерієм функціонального складу та співвідношенням ціна/функціонал лідером є компанія D-Link, з точки зору якості покриття виробників можна поставити в наступній лінійці Mikrotik, D-Link, Cisco. Інтерфейс налаштування систем за критерієм human friendly найбільш простий в програмному продукті D-Link. Таким чином за сукупністю вище перелічених показників та можливістю легкої інтеграції з комутаторами доступу оптимальним буде використання контролеру DWC-1000 та точок доступу DWL-6600AP компанії D-Link. До особливості контролера слід віднести можливість підключення до 24 точок доступу, а самі точки доступу підтримують технологію дистанційного живлення PoE.

### 3.2.4 Комплектація системи телефонного зв'язку

Для проектування системи телефонного зв'язку має бути обрано 2 компоненти, а саме: тип телефонних апаратів та IP-АТС як системи комутації.

До IP-АТС висуваються наступні технічні вимоги:

- протокол IP-телефонії SIP;
- інтерфейс в бік локальної мережі – 100 Base-TX;
- інтерфейс та кількість інтерфейсів в бік ТМЗК – 1xE1 ISDN PRI;
- кількість та тип внутрішніх абонентів – 182, IP-телефони або програмні телефони.

В додатку Г в таблиці Г.3 приведені технічні характеристики та порівняння різновидів обладнання IP-АТС.

Отже для побудови системи телефонного зв'язку в якості IP-АТС обираємо IP-АТС D-Link, яка в повному обсязі задовольняє поставленим вимогам.

Для покращення роботи системи телефонного зв'язку логічно обрати телефонні апарати тієї ж фірми, що й АТС.

До IP-телефонів висуваються наступні технічні вимоги:

- тип мережного інтерфейсу – 10/100 Base-T;
- підтримка PoE;
- тип протоколу IP-телефонії – SIP.

В додатку Г в таблиці Г.4 наведена порівняльна характеристика різних IP-телефонів фірми D-Link.

Дивлячись на висунуті вимоги та порівняльну характеристику максимально за своїми характеристиками підходить пристрій DPH-400SE/E/F3.

### 3.2.5 Вибір компонентів систем відео спостереження

До системи відеоспостереження входять 2 обов'язкових компоненти: сервер системи відеоспостереження та самі камери відеоспостереження. Для забезпечення нормальної роботи системи доцільно обирати продукцію компанії D-Link. В додатку Г в таблиці Г.5 приведена порівняльна характеристика різних камер спостереження.

Після аналізу можливих варіантів обираємо DCS-7010L, дана камера має нічний режим роботи та відповідає поставленим вимогам.

В проектуванні мережі також варто використовувати локальне мережне сховище cloud my dlink на файлового серверу D-Link DNS-345 з можливістю встановлення до 4х жорстких дисків обсягом 3 Тб кожний.

Серверне обладнання комплектується пристроями D-Link DNS-345.

### 3.3 Вибір пасивного устаткування

СКС являє собою ієрархічну кабельну систему будинку або групи будинків, розділену на структурні підсистеми. Вона складається з набору мідних та оптичних кабелів, крос-панелей, сполучних шнурів, кабельних роз'ємів, модульних гнізд, інформаційних розеток і допоміжного устаткування. Всі перераховані елементи інтегруються в єдину систему та експлуатуються відповідно до певних правил.

Структурована кабельна система - основа інформаційної інфраструктури будь-якого підприємства, що дозволяє звести в єдину систему безліч інформаційних сервісів різного призначення: локальні обчислювальні та телефонні мережі, системи безпеки, відеоспостереження та ін.

Стандарт, який передбачає розподіл кабельних мереж на мережу поверху будинку, мережу всього будинку, мережу містечка (кампуса). Відповідно до цього універсальна кабельна система включає три підсистеми:

- 1) магістраль кампуса та розподільник кампуса;
- 2) магістраль будинку та розподільник будинку;
- 3) горизонтальний кабель поверху та розподільник поверху.

В додатку В, на рисунках В.1-В.2 наведена схема СКС кожного поверху. В якості постачальника обрано компанію R&M.

В таблиці 3.2 представлено всі необхідні пасивні компоненти для проектування мережі.

Таблиця 3.2 – Компоненти СКС

| Найменування | Кількість | Опис                                                                |
|--------------|-----------|---------------------------------------------------------------------|
| RM.R302518   | 575       | Неекранований модуль Outlet connection Module, 1xRJ45/U 5e; Snap-in |
| RM.R305118   | 24        | Комутаційна панель 19" 1U Patch Panel, 24xRJ45/U                    |
| RM.R305062   | 575       | Комутаційний шнур Patch-cord 5e SF/UTP s/u, 1m                      |
| RM.R35292    | 34500     | Кабель R&M UTP кат. 5e (LSOH)                                       |

Специфікація обраного активного та пасивного устаткування наведена в таблиці В.1.

### Висновки до розділу 3

Отже в даному розділі кваліфікаційної роботи було проведене порівняння обладнання і обрано те, яке найбільше підходить виходячи із умов висунутих до проектування мережі. В якості маршрутизатора ядра буде виступати Mikrotik. Комутатори, обладнання телефонії та системи відеоспостереження обрано компанії D-Link. Також було обрано типи ліній зв'язку для проектованої мережі та необхідні сервери.

Постачальниками компонентів СКС обрана компанія R&M.

## 4 IP-ПРОЕКТУВАННЯ

### 4.1 Визначення основних принципів розподілу та постановка задачі

Як було визначено в попередніх главах, мережа проектується для бізнес-центру. Серед користувачів мережі можна умовно виділити наступні групи:

- відвідувачі;
- орендатори;
- персонал;
- телефонні апарати;
- камери спостереження.

Всі ці групи об'єднані в єдину інфраструктуру. Для повноцінного функціонування мережі не достатньо обрати та встановити устаткування, необхідно також провести його налаштування. Необхідно налаштувати ACL, служби NAT, VLAN, DHCP. Для проведення всього спектру налаштувань спершу слід визначити склад віртуальних підмереж та розподілити адресний простір між ними.

Згідно з розробленою інформаційною моделлю та визначеною кількістю абонентів та мережного термінального устаткування був визначений необхідний адресний простір та склад віртуальних підмереж (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Розподіл адресного простору

| ID  | name      | Кількість | Адреса мережі | Маска           |
|-----|-----------|-----------|---------------|-----------------|
| 100 | Personal  | 23        | 10.0.0.0      | 255.255.255.192 |
| 200 | Vistavka  | 41        | 10.0.0.64     | 255.255.255.192 |
| 300 | Office    | 55        | 10.0.0.128    | 255.255.255.192 |
| 400 | Torgovlya | 125       | 10.0.1.0      | 255.255.255.0   |
| 500 | Telephone | 182       | 10.0.2.0      | 255.255.255.0   |
| 600 | Kamera    | 195       | 10.0.3.0      | 255.255.255.0   |
| 700 | WiFi      | 818       | 192.168.0.0   | 255.255.252.0   |
| 800 | Servera   | 2         | 172.16.0.0    | 255.255.255.248 |

На рисунку 4.1 наведена схема розподілу адресного простору.

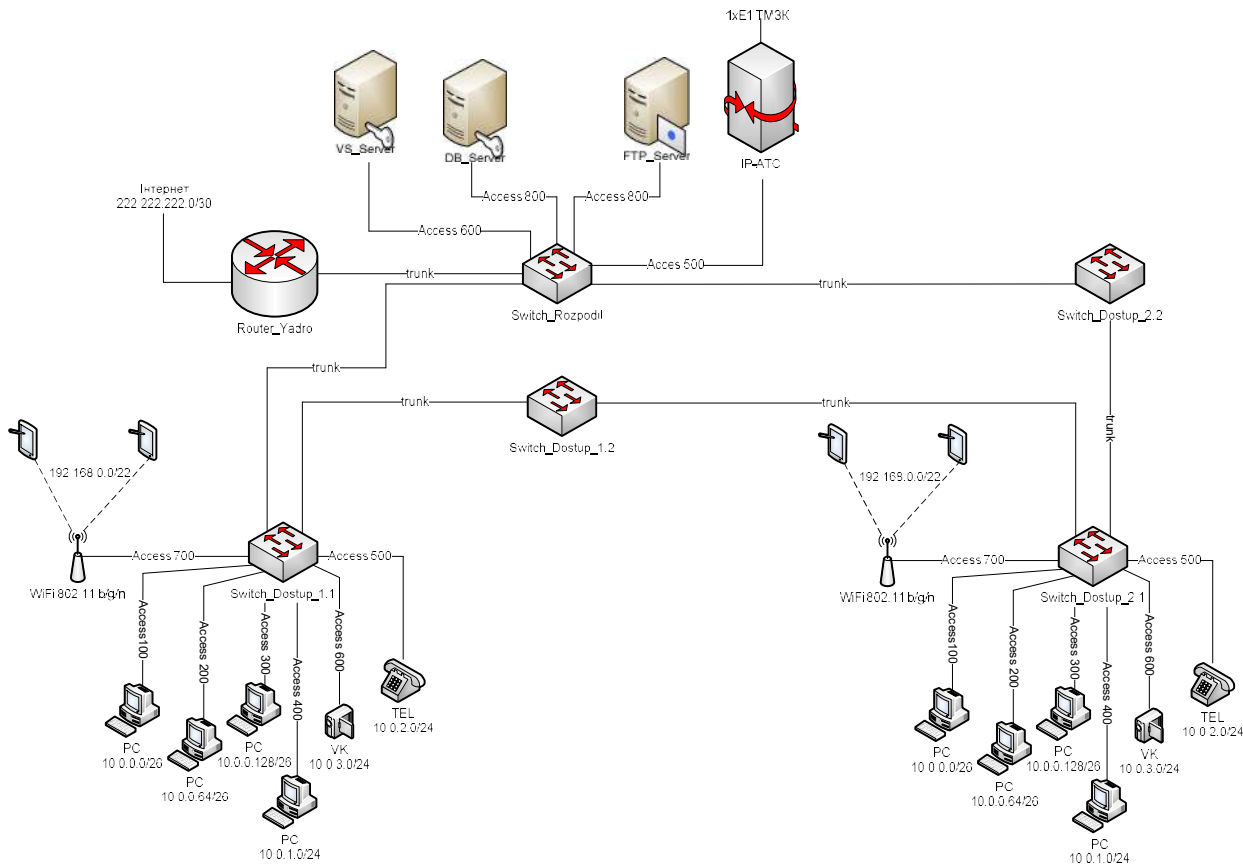


Рисунок 4.1 – Схема розподілу адресного простору

Для розмежування доступу до мережних ресурсів необхідно створення списків доступу. Вимоги до списків доступу наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Обмеження прав в мережі

| Vlan | Інтернет | ІР-АТС | Сервер БД | Сервер FTP | Відео Сервер |
|------|----------|--------|-----------|------------|--------------|
| 100  | +        | -      | +         | +          | -            |
| 200  | +        | -      | +         | +          | -            |
| 300  | +        | -      | +         | +          | -            |
| 400  | +        | -      | +         | +          | -            |
| 500  | -        | +      | -         | -          | -            |
| 600  | -        | -      | -         | -          | +            |
| 700  | +        | -      | -         | -          | -            |
| 800  | -        | -      | -         | -          | -            |

Виходячи з таблиці 4.2 розмежування доступу в мережі можливо як за допомогою віртуальних підмереж так і за допомогою списків доступу. Використання списків доступу можливо на інтерфейсах до яких підключені канал Інтернет, Сервер БД, Сервер FTP. Згідно з розробленою схемою, списки доступу будуть накладе на фізичний інтерфейс (Інтернет) та логічний Vlan 800 (віртуальна під мережа серверів).

Окрім списків доступу для повноцінного функціонування мережі необхідно налаштування служби трансляції мережних адрес для підключення до мережі Інтернет, а також служби динамічного розподілу адресного простору. Всі ці налаштування повинні бути реалізовані на активному мережному устаткуванні. На маршрутизаторі необхідно провести наступний спектр аналізувань:

- служба DHCP;
- служба NAT;
- служба VLAN;
- списки доступу;
- маршрутизація.

На комутаторах необхідно провести наступні налаштування:

- віртуальні підмережі VLAN;
- налаштування портів в режимах trunk/access;
- налаштування протоколу STP.

Також слід передбачити можливість для встановлення внутрішнього web-серверу який буде доступний з зовнішніх мереж.

## 4.2 Розробка та налаштування моделі

Роботу мережі перевіримо в програмному пакеті Packet Tracer. Модель сегменту мережі наведена на рисунку 4.2.

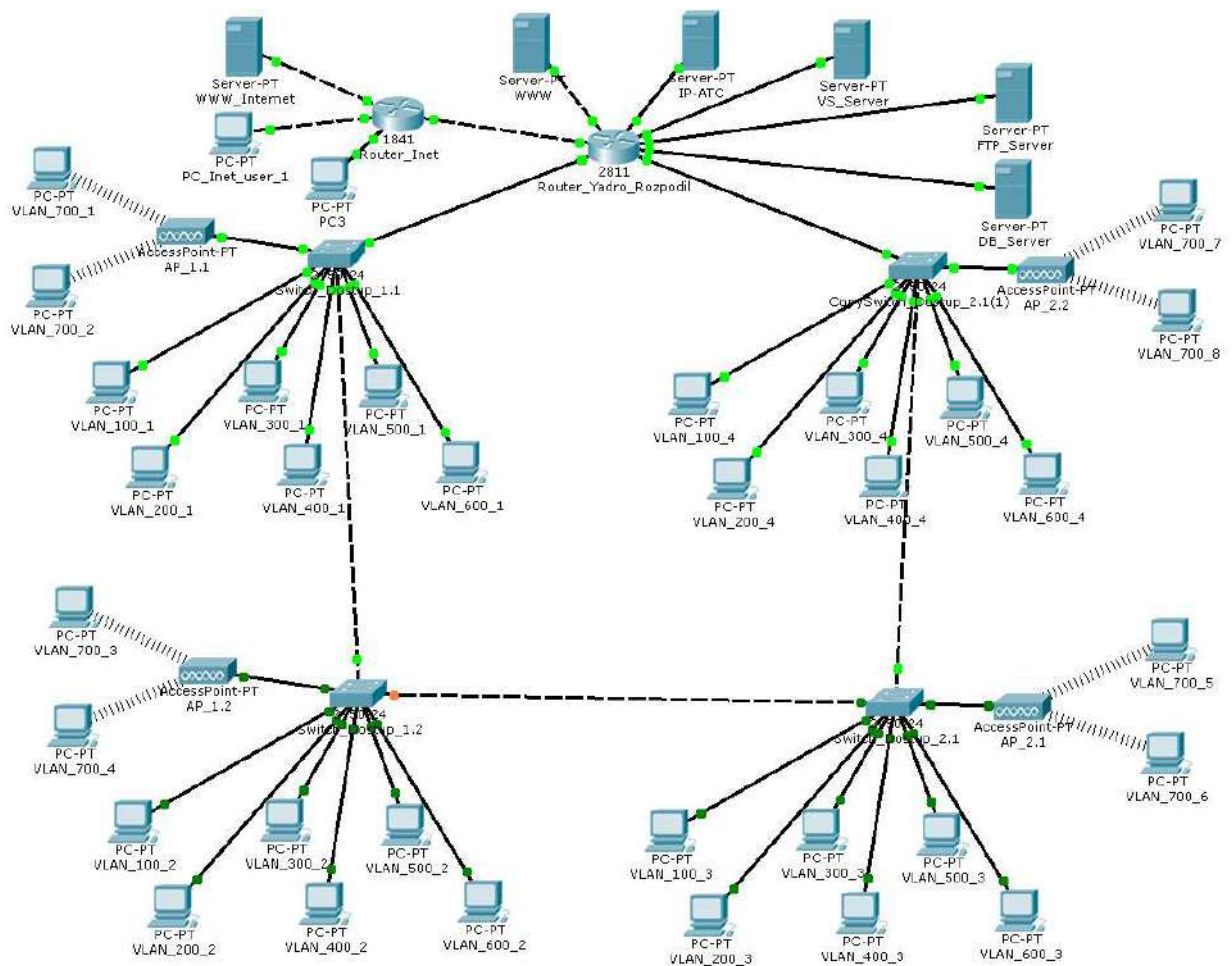


Рисунок 4.2 – Модель мережі

Почнемо налаштування маршрутизатора ядра, який також виконує функції розподілу:

```
//змінюємо ім'я пристрою
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Router_Yadro_Rozpodil
Router_Yadro_Rozpodil(config)#
//налаштовуємо фізичні інтерфейси в бік мережі Інтернет та в бік внутрішнього
web-серверу
Router_Yadro_Rozpodil(config)#interface FastEthernet0/0
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip address 222.222.222.2 255.255.255.248
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#no shutdown
Router_Yadro_Rozpodil(config)#interface FastEthernet0/1
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#no shutdown
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.252
//створюємо віртуальні підмережі
Router_Yadro_Rozpodil(vlan)#vlan 100 name Personal
Router_Yadro_Rozpodil(vlan)#vlan 200 name Vistavka
Router_Yadro_Rozpodil(vlan)#vlan 300 name Office
Router_Yadro_Rozpodil(vlan)#vlan 400 name Torgovlya
Router_Yadro_Rozpodil(vlan)#vlan 500 name Telephone
Router_Yadro_Rozpodil(vlan)#vlan 600 name Kamera
Router_Yadro_Rozpodil(vlan)#vlan 700 name WiFi
Router_Yadro_Rozpodil(vlan)#vlan 800 name Servera
Router_Yadro_Rozpodil(vlan)#ex
APPLY completed.
Exiting....
//налаштовуємо порти комутатора в режим роботи Access для серверного
устаткування
Router_Yadro_Rozpodil(config)#interface FastEthernet0/0/0
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#switchport access vlan 500
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#no shutdown
Router_Yadro_Rozpodil(config)#interface FastEthernet0/0/1
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#switchport access vlan 600
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#no shutdown
Router_Yadro_Rozpodil(config)#interface FastEthernet0/0/2
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#switchport access vlan 800
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#no shutdown
Router_Yadro_Rozpodil(config)#interface FastEthernet0/0/3
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#switchport access vlan 800
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#no shutdown
//налаштовуємо порти комутатора в режим роботи trunk для організації мережі
розподілу
Router_Yadro_Rozpodil(config)#interface FastEthernet0/1/2
```

```

Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#switchport mode trunk
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#no shutdown
Router_Yadro_Rozpodil(config)#interface FastEthernet0/1/3
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#switchport mode trunk
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#no shutdown
//налаштовуємо віртуальні інтерфейси мереж vlan 100-800
Router_Yadro_Rozpodil(config)#int vlan 100
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.192
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 200
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip address 10.0.0.65 255.255.255.192
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 300
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip address 10.0.0.129 255.255.255.192
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 400
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 500
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 600
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip address 10.0.3.1 255.255.255.0
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 700
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.252.0
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 800
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip address 172.16.0.1 255.255.255.248
//налаштовуємо службу автоматичного розподілу адрес
Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip dhcp pool personal
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#network 10.0.0.0 255.255.255.192
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#default-router 10.0.0.1
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#dns-server 222.222.222.2
Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip dhcp pool vistavka
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#network 10.0.0.64 255.255.255.192
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#default-router 10.0.0.65
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#dns-server 222.222.222.2
Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip dhcp pool office
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#network 10.0.0.128 255.255.255.192
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#default-router 10.0.0.129
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#dns-server 222.222.222.2
Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip dhcp pool trgovlya
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#network 10.0.1.0 255.255.255.0
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#default-router 10.0.1.1
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#dns-server 222.222.222.2
Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip dhcp pool telephone
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#network 10.0.2.0 255.255.255.0
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#default-router 10.0.2.1

```

```

Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip dhcp pool kamera
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#network 10.0.3.0 255.255.255.0
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#default-router 10.0.3.1
Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip dhcp pool wifi
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#network 192.168.0.0 255.255.252.0
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#default-router 192.168.0.1
Router_Yadro_Rozpodil(dhcp-config)#dns-server 222.222.222.2
//налаштовуємо інтерфейс маршрутизатора в режимі outside до зовнішньої мережі
Інтернет
Router_Yadro_Rozpodil(config)#interface FastEthernet0/0
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip nat outside
//налаштовуємо інтерфейси в якості внутрішніх, з яких забезпечується доступ
до мережі Інтернет
Router_Yadro_Rozpodil(config)#interface FastEthernet0/1
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip nat inside
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 100
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip nat inside
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 200
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip nat inside
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 300
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip nat inside
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 400
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip nat inside
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#int vlan 700
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip nat inside
//створюємо список доступу, за яким можливий доступ до мережі Інтернет
Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip access-list standard Inet
Router_Yadro_Rozpodil(config-std-nacl)#permit 10.0.0.0 0.0.0.63
Router_Yadro_Rozpodil(config-std-nacl)#permit 10.0.0.64 0.0.0.63
Router_Yadro_Rozpodil(config-std-nacl)#permit 10.0.0.128 0.0.0.63
Router_Yadro_Rozpodil(config-std-nacl)#permit 10.0.1.0 0.0.0.255
Router_Yadro_Rozpodil(config-std-nacl)#permit 192.168.0.0 0.0.3.255
//створюємо правило трансляції для доступу в Інтернет для користувачів які
мають таке право
Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip nat inside source list Inet interface fa 0/0
overload
//створюємо правило статичної трансляції для серверу WWW
Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip nat inside source static 10.10.10.2
222.222.222.4
//налаштовуємо правила маршрутизації
Router_Yadro_Rozpodil(config)#router rip
Router_Yadro_Rozpodil(config-router)#network 222.222.222.0

```

```

Router_Yadro_Rozpodil(config-router)#default-information originate
//налаштовуємо списки доступу для серверного устаткування
Router_Yadro_Rozpodil(config)#ip access-list standard server
Router_Yadro_Rozpodil(config-std-nacl)#permit 10.0.0.0 0.0.0.63
Router_Yadro_Rozpodil(config-std-nacl)#permit 10.0.0.64 0.0.0.63
Router_Yadro_Rozpodil(config-std-nacl)#permit 10.0.0.128 0.0.0.63
Router_Yadro_Rozpodil(config-std-nacl)#permit 10.0.1.0 0.0.0.255
//накладаємо на віртуальний інтерфейс 800 створений список доступу
Router_Yadro_Rozpodil(config)#int vlan 800
Router_Yadro_Rozpodil(config-if)#ip access-group server out

```

### Налаштовуємо комутатор доступу:

```

//змінюємо ім'я комутатора доступу
Switch>enable
Switch(config)#hostname Switch_Dostup_1.1
//створюємо віртуальні мережі на комутаторі доступу 1.1
Switch_Dostup_1.1(config)#vlan 100
Switch_Dostup_1.1(config-vlan)#name Personal
Switch_Dostup_1.1(config)#vlan 200
Switch_Dostup_1.1(config-vlan)#name Vistavka
Switch_Dostup_1.1(config)#vlan 300
Switch_Dostup_1.1(config-vlan)#name Office
Switch_Dostup_1.1(config)#vlan 400
Switch_Dostup_1.1(config-vlan)#name Torgovlya
Switch_Dostup_1.1(config)#vlan 500
Switch_Dostup_1.1(config-vlan)#name Telephone
Switch_Dostup_1.1(config)#vlan 600
Switch_Dostup_1.1(config-vlan)#name Kamera
Switch_Dostup_1.1(config)#vlan 700
Switch_Dostup_1.1(config-vlan)#name WiFi
//налаштовуємо режими роботи портів комутаторів Access для підключення
термінальних пристроїв
Switch_Dostup_1.1(config)#interface FastEthernet0/1
Switch_Dostup_1.1(config-if)#switchport access vlan 100
Switch_Dostup_1.1(config)#interface FastEthernet0/2
Switch_Dostup_1.1(config-if)#switchport access vlan 200
Switch_Dostup_1.1(config)#interface FastEthernet0/3
Switch_Dostup_1.1(config-if)#switchport access vlan 300
Switch_Dostup_1.1(config)#interface FastEthernet0/4
Switch_Dostup_1.1(config-if)#switchport access vlan 400
Switch_Dostup_1.1(config)#interface FastEthernet0/5
Switch_Dostup_1.1(config-if)#switchport access vlan 500
Switch_Dostup_1.1(config)#interface FastEthernet0/6

```

```

Switch_Dostup_1.1(config-if)#switchport access vlan 600
Switch_Dostup_1.1(config)#interface FastEthernet0/7
Switch_Dostup_1.1(config-if)#switchport access vlan 700
//налаштовуємо режим роботи trunk для організації мережі розподілу
Switch_Dostup_1.1(config)#interface FastEthernet0/8
Switch_Dostup_1.1(config-if)#switchport mode trunk
Switch_Dostup_1.1(config)#interface FastEthernet0/9
Switch_Dostup_1.1(config-if)#switchport mode trunk

```

Аналогічні налаштування проведені на комутаторах доступу 1.2, 2.1, 2.2.

Точки доступу AP\_1.1, AP\_1.2, AP\_2.1 та AP\_2.2 додаткового налаштування не потребують. Вони працюють в прозорому режимі, тобто вони перенаправляють всі запити DHCP від користувачів на маршрутизатор який виконує функції DHCP-серверу і знаходяться в віртуальній підмережі 700 разом з бездротовими користувачами.

У додатку Д приведено лістинги програм та налаштувань з перевірки роботи мережі

#### Висновки до розділу 4

В ході проведених налаштувань було визначено що обраний адресний простір та визначений необхідний перелік налаштувань вірний. Списки доступу працюють вірно, адреси визначені вірно, служби DHCP працюють вірно, служба NAT також працює вірно як в статичному режимі так і в динамічному.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ, БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Аналіз умов праці відділу технічної підтримки

Відділ технічної підтримки розташований у будівлі. Площа приміщення відділу технічної підтримки складає 50 м<sup>2</sup>. Відділ технічної підтримки – сервісна структура, яка займається вирішенням технічних питань роботи мережі, проблем користувачів мережі з комп'ютерним обладнанням (як апаратним так і програмним забезпеченням) та оргтехнікою.

До основних видів діяльності відділу належать: забезпечення безперебійної роботи мережі; налагодження та підтримка мережевого обладнання; підтримка системного програмного забезпечення; забезпечення інформаційної безпеки мережі, контроль доступу, захист від віртуальних атак; підтримка та консультування користувачів мережі з приводу правил експлуатації мережі;

Діяльність працівників відділу напряму пов'язана з роботою на комп'ютерному обладнанні (ноутбук або стаціонарний комп'ютер) та користуванням мобільними телефонами. До основних шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, пов'язаних з роботою на персональному комп'ютері, НПАОП 0.00–1.28-10 «Правила охорони праці при експлуатації ОМ» належать: напруга зорових органів та пов'язане з нею перевтомлення; значне навантаження на кисті рук та пальці; тривале знаходження в сидячій позі, що викликає застійні явища в організмі; випромінювання різного виду (рентгенівське, електромагнітне, інфрачервоне, статистичні поля); механічні шуми, пов'язані з роботою кулера, дискового приводу, оргтехніки; іонізація повітря; виділення в повітря робочого приміщення різних хімічних речовин (озон, триметілфосфат, біфеніли).

Мобільний телефон є також джерелом електромагнітного випромінювання, на яке організм певним чином реагує. Наукові дослідни

підтверджують негативний вплив таких пристроїв на мозок. Але вплив мобільного апарату на організм користувача і досі не є достатньо вивченим.

До психологічно шкідливих факторів, які впливають на людину при роботі з комп'ютером можна віднести розумову напругу та нервово-емоційне перевантаження, які виникають внаслідок підвищеної концентрації уваги.

## 5.2 Заходи щодо поліпшення умов праці

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища на працівників відділу технічної підтримки будуть вжити заходи щодо поліпшення їх умов праці. Розміщення робочих місць з ПК у підвальних приміщеннях та на цокольних поверхах заборонено. Кімната, у якій розташоване робоче місце з ПК має природне освітлення, яке здійснюється через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північний схід. Віконні прорізи такого приміщення обладнані регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки). Також приміщення обладнане системою опалення, кондиціонування повітря, або припливно-втяжною вентиляцією для забезпечення оптимальних показників мікроклімату. Загальний контур заземлення будівлі виведений через розетку на кожне робоче місце з ПК. Забороняється для оздоблення інтер'єру приміщень з ПК застосовувати полімерні матеріали (деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. У приміщеннях, де розташовано монітори, потрібно виконувати заходи щодо боротьби зі статичним полем. Був використаний спосіб відповідно до рекомендацій, а саме підтримка відносної вологості повітря на рівні 50-60%, заземлення усіх приладів, а також використання для підлоги антистатичного ліноліму.

Площа на одне робоче місце з ПК становить не менше ніж  $6,0 \text{ м}^2$ , а об'єм не менше ніж  $20,0 \text{ м}^3$ . Відстань від робочого місця з ПК до стіни з вікном становить не менше ніж 1,5 м; від інших стін – на відстані 1 м, а відстань між столами – 1,5 м.

Для зменшення негативного впливу мобільного апарату необхідно: скоротити до мінімуму час розмови по телефону; обирати мобільний телефон з мінімальним значенням SAR (Specific Absorbtion Rate) – одиниця виміру питомої величини поглинання випромінювання організмом людини. Максимальне значення SAR у Європі складає  $2 \text{ Вт/кг}$ .

### 5.3 Пожежна безпека

Найважливішою умовою роботи будь-якого підприємства є дотримання правил пожежної охорони. У приміщенні відділу основні міри для забезпечення пожежної безпеки визначає Інструкція про заходи пожежної безпеки для службових приміщень. Вона є обов'язковою для виконання всіма співробітниками. В інструкції про засоби пожежної безпеки для службових приміщень забороняється:

- улаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні плавкі вставки в запобіжниках, прокладати електричні проводи безпосередньо по пальній основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами), використовувати саморобні подовжувачі, що не відповідають вимогам Правил пристрою електроустановок;
- пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвішування одягу й інших предметів, обгортати електролампи і світильники, заклеювати ділянки електромережі пальною тканиною, папером;
- використовувати побутові електрокип'ятильники, чайники без непальних підставок, залишати без нагляду включеними в електромережу кондиціонери, комп'ютери, рахункові і друкарські машинки і т.п.;

- палити (крім спеціально відведених для цього адміністрацією місць, позначених написом «Місце для паління» і забезпечених урною чи попільницею з непального матеріалу), проводити зварювальні й інші вогневі роботи без оформлення відповідного дозволу, застосовувати легкозаймисті рідини.

Первинні засоби пожежогасіння (зокрема вогнегасники) призначені для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу об'єкта до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони. Визначення видів та кількості вогнегасників слід проводити з врахуванням фізико-хімічних та пожежонебезпечних властивостей горючих речовин, площ і категорії виробничих приміщень за вибухопожежною безпекою, а також класу можливої пожежі.

В даному випадку виробниче приміщення, де розташовані комп'ютери займає площу 50 м<sup>2</sup>. Категорія приміщення за вибухопожежною та пожежною безпекою – В, оскільки в ньому знаходяться тверді горючі матеріали (папір, меблі, тощо). Клас можливої пожежі – А. Згідно даних це приміщення, з огляду на мінімальне псування комп'ютерної техніки під час гасіння пожежі бажано оснастити двома вуглекислотними вогнегасниками типу ВВ – 5.

#### 5.4 Безпека при надзвичайних ситуаціях

Об'єктом розгляду на предмет визначення надзвичайних небезпек та їх наслідків є електрообладнання. Однією із вірогідних загроз може бути раптове виникнення пожежу внаслідок короткого замикання в електромережах або розрядів статистичної електрики, що може привести до пошкодження і руйнування будівлі, устаткування, комунікацій, виділення токсичних продуктів горіння.

Тому розроблено оперативний план гасіння пожежі, який визначає порядок дії персоналу при пожежі, порядок її гасіння в електроустановках, взаємодію з власним складом пожежних підрозділів, а також застосування схем и засобів пожежогасіння з урахуванням заходів безпеки.

Корпус обладнаний мережею протипожежного водо забезпечення, установками виявлення та гасіння пожеж відповідно вимогам нормативно-технічних документів. Кожний працівник повинен чітко знати та виконувати вимоги ППБ та протиаварійний режим на об'єкті, уміти користуватися наявними вогнегасниками, іншими первинними засобами пожежогасіння і знати місце їхнього перебування.

Меблі й устаткування розташовані таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (шириною не менше 1 м). Евакуаційні шляхи і виходи необхідно постійно держатися вільними, нічим не захащовані. Засоби протипожежного захисту в приміщеннях тримаються у справному стані.

При виникненні пожежі у початковій стадії його розвитку випромінюється тепло, накопичуються токсичні продукти згоряння, імовірні руйнування будівельних споруд. Тому слід як можна швидше провести евакуацію людей із палаючої будівлі. Показником ефективності евакуації є час, протягом якого працівники можуть при необхідності залишити окремі приміщення і будівлю в цілому. Безпека евакуації досягається тоді, коли час евакуації не перевищує час настання критичної фази розвитку пожежі, тобто часу від початку пожежі до досягнення граничних для людини впливів факторі пожежі (критичних температур, ступені задимлення, зниження концентрації кисню и т.п.). Число евакуаційних виходів у будівлі - два. Вони розташовувані розосереджено.

Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу із будівлі (приміщення). У кожному приміщенні на видному місці є вивішений план евакуації при пожежі. При пожежі обов'язково необхідно враховувати небезпечні чинники і механізм їх дії на людину. При виникненні пожежі,

після виклику пожежної охорони, необхідно попередити про це усіх, хто знаходиться поруч, після чого евакуюватися самому і по можливості допомогти евакуюватися іншим. Користуватися ліфтом категорично забороняється, за винятком ліфтів, які спеціально призначені для транспортування пожежної охорони. Шахта ліфта є шляхом для поширення диму і отруйних продуктів горіння, до того ж при пожежі ліфт часто відключають і можна опинитися в пастці при пожежі.

Якщо людина знаходиться в приміщенні де немає пожежі, но відрізана вогнем, димом, високою температурою від головних шляхів евакуації, то в першу чергу необхідно заважити доступу диму и продуктів горіння в це приміщення. Для чого необхідно негайно закрити усі щілини у дверях та під ними змоченими водою ганчірками, рушниками, робочими халатами та інш.

Рухатись у задимленій зоні поповзом або максимально пригнувшись, необхідно тому що більшість нагрітих газоподібних отруйних речовин та дим збираються у верхній зоні приміщення, окрім цього, в приміщенні при горінні температура на рівні очей людини у 6 разів вище за температуру на рівні полу, до того ж внизу завжди зберігається більша концентрація кисню. Коли ви опинились біля вікна трохи відкрийте його та дихайте через щілину, очікуючи прибуття пожежників. При їх прибутті негайно звернути на себе увагу. Ніколи не можна стрибати через вікно без відомої на це необхідності (кожний другий стрибок з 4-г поверху при пожежі смертельний).

## Висновки до розділу 5

В наведеному розділі дипломного проекту розроблений комплекс заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Був проведений аналіз умов праці відділу технічної підтримки, розроблені заходи щодо поліпшення умов праці, а саме мікроклімату робочого місця,

облаштування робочого кабінету. Розроблені заходи з пожежної безпеки та в випадку надзвичайних ситуацій.

## ВИСНОВКИ

В першому розділі дипломного проекту виконаний аналіз об'єкту проектування. В рамках проекту проводиться розробка телекомунікаційної мережі для умов бізнес-центру в місті Вінниця. Бізнес-центр «Анкор» розташований в південній частині міста Вінниця. Будівля представляє собою залізобетонну конструкцію, яка має 2 поверхи із загальною площею 5184 м<sup>2</sup>. Виходячи зі специфіки об'єкту проектування, а саме його призначення – бізнес-центр, будуть присутні шість основних категорій абонентів. На підставі визначених категорій була розроблена інформаційна модель, та визначені параметри широкомовних служб і розрахований трафік.

Загальна величина навантаження на телекомунікаційну інфраструктуру становить 583,22 Мбіт/с, яке розподілено з послугами наступним чином: Інтернет – 55,09 Мбіт/с; IP-телефонія – 2,616 Мбіт/с; передача даних – 126,256 Мбіт/с; відеоспостереження – 399,36 Мбіт/с.

Загальна величина навантаження на телефонний комутатор становить 28,91 Ерл, величина навантаження, що спрямована до мережі ТМЗК становить 21,44 Ерл. Таким чином, за таблицею Кеделла-Башаріна, для норми втрат 0,005 та розрахованої величини навантаження, кількість сполучних ліній в бік ТМЗК становить 30 ліній, що дорівнює 1 потоку Е1.

В другому розділі дипломного проекту розроблена концепція побудови мережі. Мережа, що проектується побудована за ієрархічним принципом і містить рівень ядра, розподілу та доступу. Для кожного з рівнів обрана топологія та розроблена топологічна схема. Топологія мережі в цілому складна, на рівня ядра використана топологія зірка, на рівні розподілу – кільце, на рівні доступу – зірка. На підставі обраних топологічних рішень була розроблена структурна схема мережі. Для побудови мережі використовуються технології 802.11 b/g/h (рівень доступу для бездротових користувачів), 1000 Base-LX для побудови рівня розподілу та частково ядра, 100 Base-TX для організації мережі доступу стаціонарних користувачів та

частково рівня ядра. На підставі структурної, топологічної схем та визначених технологій і розрахованих величин навантаження була розроблена функціональна схема мережі та обрані протоколи, які забезпечують безперебійне функціонування мережі в цілому.

В третьому розділі дипломного проекту був проведений вибір активного та пасивного устаткування для реалізації мережі. В якості основних постачальників активного устаткування обрані компанії D-Link та Mikrotsk, постачальниками компонентів СКС обрана компанія R&M.

В ході проведених налаштувань було визначено що обраний адресний простір та визначений необхідний перелік налаштувань вірний. Списки доступу працюють вірно, адреси визначені вірно, служби DHCP працюють вірно, служба NAT також працює вірно як в статичному режимі так і в динамічному.

В заключному розділі дипломного проекту розроблений комплекс заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Був проведений аналіз умов праці відділу технічної підтримки, розроблені заходи щодо поліпшення умов праці, а саме мікроклімату робочого місця, облаштування робочого кабінету. Розроблені заходи з пожежної безпеки та в випадку надзвичайних ситуацій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації до курсового проекту за курсом "Проектування засобів та систем телекомунікаційних мереж" для студентів заочної форми навчання по спеціальності 7.091402 "Телекомунікаційні системи та мережі" / Укл.: доц.. Дегтяренко І.Б. - Донецьк: ДонНТУ, 2007.- 43 с.
2. Олифер Б.В., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы (4-е издание) / Учебное пособие. Питер.: 2010г., 943с.
3. Альваро Ретана, Дон Слайс, Расс Уайт «Принципы проектирования корпоративных IP-сетей» 368 стр., с ил.; ISBN 5-8459-0248-7, 1-57870-097-3; серия Cisco Press; 2002, 1 кв.; Вильямс.
4. "Проектирование и внедрение компьютерных сетей. Учебный курс" Палмер, Питер-Пресс, 2004
5. <http://book.itep.ru/>
6. [www.texnika.com.ua](http://www.texnika.com.ua)
7. [www.panasonic.ru](http://www.panasonic.ru)
8. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
9. [www.cisco.com](http://www.cisco.com)
10. Амато Вито. Основы организации сетей Cisco, том1.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2012. – 512с. : ил. – Парал. тит. англ.
11. Структурированные кабельные системы. Стандарты, компоненты, проектирование, монтаж и техническая эксплуатация/Семенов А.А., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р. – М.: КомпьютерПресс, 1999. – 488 с.

ДОДАТОК А

Схема об'єкту проектування



Рисунок А.1 – План 1-го поверху

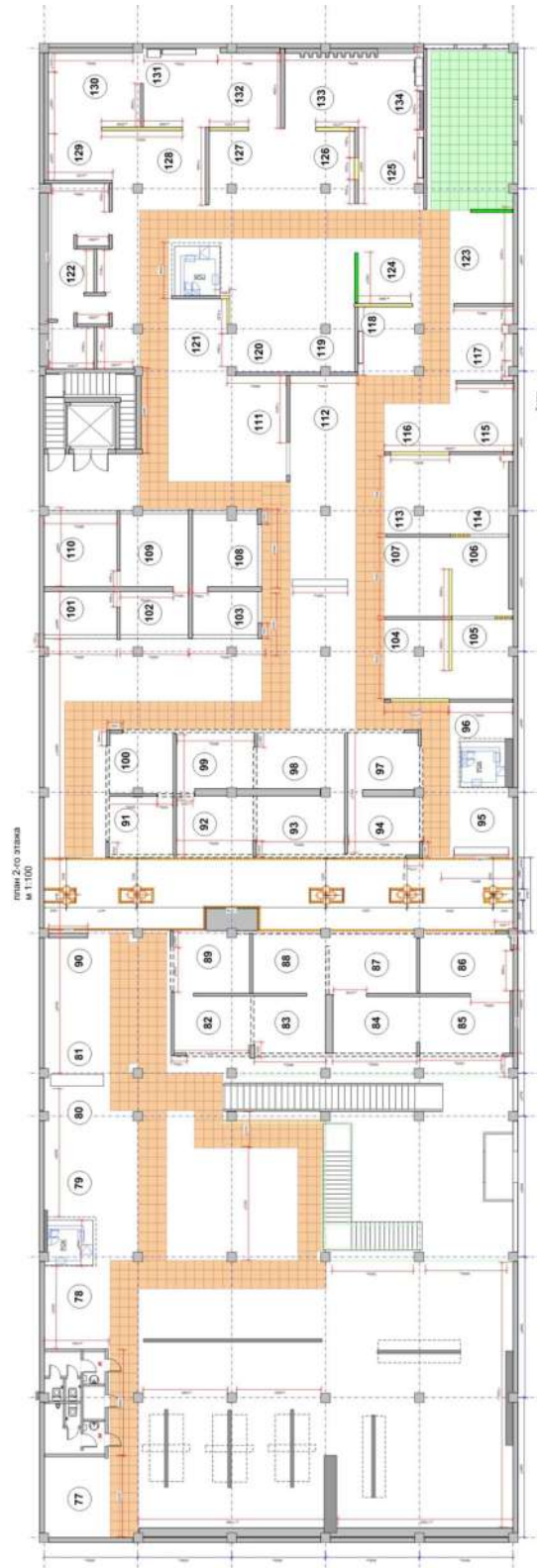


Рисунок А.2 – План 2-го поверху

Таблиця А.1 – Експлікація приміщень будівлі

| № приміщення        | Поверх | Призначення                   | ПК | ТА | ВК |
|---------------------|--------|-------------------------------|----|----|----|
| 1                   | 2      | 3                             | 4  | 5  | 6  |
| Хол першого поверху | 1      | виставкова площа              | 3  | 3  | 22 |
| 1                   | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 2                   | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 3                   | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 4                   | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 5                   | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 6                   | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 7                   | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 8                   | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 9                   | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 10                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 11                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 12                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 13                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 14                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 15                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 16                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 17                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 18                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 19                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 20                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 21                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 22                  | 1      | адміністратор першого поверху | 1  | 1  | 1  |
| 23                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 24                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 25                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 26                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 27                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 28                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 29                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 30                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 31                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 32                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 33                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 34                  | 1      | магазин №1                    | 1  | 1  | 1  |
| 35                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 36                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |
| 37                  | 1      | виставкова площа              | 1  | 1  | 1  |

|    |   |                  |   |   |   |
|----|---|------------------|---|---|---|
| 38 | 1 | виставкова площа | 1 | 1 | 1 |
| 39 | 1 | виставкова площа | 1 | 1 | 1 |

## Продовження таблиці А.1

| 1                 | 2 | 3                    | 4 | 5 | 6 |
|-------------------|---|----------------------|---|---|---|
| 40                | 1 | магазин №2           | 1 | 1 | 1 |
| 41                | 1 | магазин №3           | 1 | 1 | 1 |
| 42                | 1 | магазин №4           | 1 | 1 | 1 |
| 43                | 1 | магазин №4           | 1 | 1 | 1 |
| 44                | 1 | магазин №1           | 1 | 1 | 1 |
| 45                | 1 | магазин №5           | 1 | 1 | 1 |
| 46                | 1 | виставкова площа     | 1 | 1 | 1 |
| 47                | 1 | магазин №6           | 1 | 1 | 1 |
| 48                | 1 | магазин №7           | 1 | 1 | 1 |
| 49                | 1 | магазин №2           | 1 | 1 | 1 |
| 50                | 1 | офісне приміщення №1 | 2 | 2 | 1 |
| 51                | 1 | магазин №8           | 1 | 1 | 1 |
| 52                | 1 | пост охорони №1      | 1 | 1 | 1 |
| 53                | 1 | магазин №6           | 1 | 1 | 1 |
| 54                | 1 | магазин №6           | 1 | 1 | 1 |
| 55                | 1 | магазин №9           | 1 | 1 | 1 |
| 56                | 1 | магазин №9           | 1 | 1 | 1 |
| 57                | 1 | магазин №10          | 1 | 1 | 1 |
| 58                | 1 | магазин №10          | 1 | 1 | 1 |
| 59                | 1 | пост охорони №1      | 1 | 1 | 1 |
| 60                | 1 | магазин №8           | 1 | 1 | 1 |
| 61                | 1 | офісне приміщення №2 | 2 | 2 | 1 |
| 62                | 1 | офісне приміщення №3 | 2 | 2 | 1 |
| 63                | 1 | магазин №11          | 1 | 1 | 1 |
| 64                | 1 | магазин №11          | 1 | 1 | 1 |
| 65                | 1 | магазин №11          | 1 | 1 | 1 |
| 66                | 1 | магазин №10          | 1 | 1 | 1 |
| 67                | 1 | магазин №10          | 1 | 1 | 1 |
| 68                | 1 | магазин №9           | 1 | 1 | 1 |
| 69                | 1 | магазин №9           | 1 | 1 | 2 |
| 70                | 1 | магазин №9           | 1 | 1 | 2 |
| 71                | 1 | офісне приміщення №3 | 2 | 2 | 1 |
| 72                | 1 | офісне приміщення №4 | 2 | 2 | 1 |
| 73                | 1 | офісне приміщення №5 | 2 | 2 | 1 |
| 74                | 1 | офісне приміщення №6 | 2 | 2 | 1 |
| 75                | 1 | магазин №12          | 1 | 1 | 1 |
| 76                | 1 | магазин №12          | 1 | 1 | 1 |
| Кафе              | 2 | кафетерій            | 5 | 5 | 8 |
| Дитячий майданчик | 2 | дитячий майданчик    | 1 | 1 | 4 |
| 77                | 2 | кухня кафетерію      | 1 | 1 | 1 |

|    |   |                                  |   |   |   |
|----|---|----------------------------------|---|---|---|
| 78 | 2 | адміністратор другого поверху    | 1 | 1 | 1 |
| 79 | 2 | відкрита торговельна площадка №1 | 1 | 1 | 1 |

Продовження таблиці А.1

| 1   | 2 | 3                                | 4 | 5 | 6 |
|-----|---|----------------------------------|---|---|---|
| 80  | 2 | відкрита торговельна площадка №2 | 1 | 1 | 1 |
| 81  | 2 | відкрита торговельна площадка №3 | 1 | 1 | 1 |
| 82  | 2 | магазин №13                      | 1 | 1 | 2 |
| 83  | 2 | магазин №13                      | 1 | 1 | 2 |
| 84  | 2 | магазин №14                      | 1 | 1 | 2 |
| 85  | 2 | магазин №14                      | 1 | 1 | 2 |
| 86  | 2 | магазин №14                      | 1 | 1 | 2 |
| 87  | 2 | магазин №15                      | 1 | 1 | 2 |
| 88  | 2 | магазин №15                      | 1 | 1 | 2 |
| 89  | 2 | магазин №13                      | 1 | 1 | 2 |
| 90  | 2 | відкрита торговельна площадка №4 | 1 | 1 | 1 |
| 91  | 2 | магазин №16                      | 1 | 1 | 1 |
| 92  | 2 | магазин №17                      | 1 | 1 | 2 |
| 93  | 2 | магазин №17                      | 1 | 1 | 2 |
| 94  | 2 | магазин №18                      | 1 | 1 | 1 |
| 95  | 2 | пост охорони №2                  | 1 | 1 | 1 |
| 96  | 2 | пост охорони №2                  | 1 | 1 | 1 |
| 97  | 2 | магазин №19                      | 1 | 1 | 1 |
| 98  | 2 | магазин №17                      | 1 | 1 | 2 |
| 99  | 2 | магазин №17                      | 1 | 1 | 2 |
| 100 | 2 | магазин №20                      | 1 | 1 | 1 |
| 101 | 2 | офісне приміщення №7             | 2 | 2 | 1 |
| 102 | 2 | офісне приміщення №8             | 2 | 2 | 1 |
| 103 | 2 | офісне приміщення №9             | 2 | 2 | 1 |
| 104 | 2 | офісне приміщення №10            | 2 | 2 | 1 |
| 105 | 2 | офісне приміщення №10            | 2 | 2 | 1 |
| 106 | 2 | офісне приміщення №11            | 2 | 2 | 1 |
| 107 | 2 | офісне приміщення №11            | 2 | 2 | 1 |
| 108 | 2 | офісне приміщення №12            | 3 | 3 | 1 |
| 109 | 2 | офісне приміщення №13            | 3 | 3 | 1 |
| 110 | 2 | офісне приміщення №14            | 2 | 2 | 1 |
| 111 | 2 | хол                              |   |   | 8 |
| 112 | 2 | хол                              |   |   | 8 |
| 113 | 2 | офісне приміщення №15            | 2 | 2 | 1 |
| 114 | 2 | офісне приміщення №15            | 4 | 4 | 1 |
| 115 | 2 | офісне приміщення №16            | 1 | 1 | 1 |
| 116 | 2 | офісне приміщення №16            | 3 | 3 | 1 |
| 117 | 2 | офісне приміщення №17            | 2 | 2 | 1 |
| 118 | 2 | офісне приміщення №18            | 2 | 2 | 1 |
| 119 | 2 | відділення банку                 | 2 | 2 | 2 |
| 120 | 2 | відділення банку                 | 4 | 4 | 1 |

|     |   |                  |   |   |   |
|-----|---|------------------|---|---|---|
| 121 | 2 | відділення банку | 3 | 3 | 1 |
| 122 | 2 | серверна         | 1 | 1 | 1 |

Продовження таблиці А.1

| 1      | 2 | 3                     | 4   | 5   | 6   |
|--------|---|-----------------------|-----|-----|-----|
| 123    | 2 | офісне приміщення №19 | 3   | 3   | 1   |
| 124    | 2 | офісне приміщення №20 | 2   | 2   | 1   |
| 125    | 2 | кабінет керівника БЦ  | 1   | 1   |     |
| 126    | 2 | секретар керівника БЦ | 1   | 1   | 1   |
| 127    | 2 | робочий кабінет №1    | 1   | 1   | 1   |
| 128    | 2 | робочий кабінет №2    | 1   | 1   | 1   |
| 129    | 2 | робочий кабінет №3    | 2   | 2   | 1   |
| 130    | 2 | робочий кабінет №4    | 2   | 2   | 1   |
| 131    | 2 | робочий кабінет №5    | 2   | 2   | 1   |
| 132    | 2 | робочий кабінет №6    | 3   | 3   | 1   |
| 133    | 2 | кабінет керівника БЦ  | 1   | 1   | 1   |
| 134    | 2 | кабінет керівника БЦ  | 1   | 1   |     |
| Всього |   |                       | 182 | 182 | 195 |

## ДОДАТОК Б

## Аналіз абонентського складу та результат розрахунку навантаження

Таблиця Б.1 – Характеристика абонентського складу за категоріями та приміщеннями

| № приміщення        | Категорія №1 | Категорія №2 |    | Категорія №3 |    |    | Категорія №4 |    | Категорія №5 |    | Категорія №6 |
|---------------------|--------------|--------------|----|--------------|----|----|--------------|----|--------------|----|--------------|
|                     |              | ТА           | ПК | ТА           | ПК | ПТ | ТА           | ПК | ТА           | ПК | ВК           |
| 1                   | 2            | 3            | 4  | 5            | 6  | 7  | 8            | 9  | 10           | 11 | 12           |
| Хол першого поверху | 610          | 3            | 3  |              |    |    |              |    |              |    | 22           |
| 1                   |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 2                   |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 3                   |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 4                   |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 5                   |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 6                   |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 7                   |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 8                   |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 9                   |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 10                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 11                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 12                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 13                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 14                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 15                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 16                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 17                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 18                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 19                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 20                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 21                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 22                  |              |              |    |              |    |    |              |    | 1            | 1  | 1            |
| 23                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 24                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 25                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 26                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 27                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 28                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 29                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 30                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 31                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |
| 32                  |              | 1            | 1  |              |    |    |              |    |              |    | 1            |

Продовження таблиці Б.1

| 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 33 |   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 34 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 35 |   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 36 |   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 37 |   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 38 |   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 39 |   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 40 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 41 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 42 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 43 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 44 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 45 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 46 |   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |    |    | 1  |
| 47 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 48 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 49 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 50 |   |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 51 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 52 |   |   |   |   |   |   |   |   | 1  | 1  | 1  |
| 53 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 54 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 55 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 56 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 57 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 58 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 59 |   |   |   |   |   |   |   |   | 1  | 1  | 1  |
| 60 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 61 |   |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 62 |   |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 63 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 64 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 65 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 66 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 67 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 68 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 69 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 70 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 71 |   |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 72 |   |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 73 |   |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 74 |   |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 75 |   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |

Продовження таблиці Б.1

| 1                    | 2   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 76                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| Кафе                 |     |   |   | 5 | 5 | 5 |   |   |    |    | 8  |
| Дитячий<br>майданчик |     |   |   |   |   |   |   |   | 1  | 1  | 4  |
| 77                   |     |   |   | 1 | 1 |   |   |   |    |    | 1  |
| 78                   |     |   |   |   |   |   |   |   | 1  | 1  | 1  |
| 79                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 80                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 81                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 82                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 83                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 84                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 85                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 86                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 87                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 88                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 89                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 90                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 91                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 92                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 93                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 94                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 95                   |     |   |   |   |   |   |   |   | 1  | 1  | 1  |
| 96                   |     |   |   |   |   |   |   |   | 1  | 1  | 1  |
| 97                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 98                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 99                   |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 2  |
| 100                  |     |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |    |    | 1  |
| 101                  |     |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 102                  |     |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 103                  |     |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 104                  |     |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 105                  |     |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 106                  |     |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 107                  |     |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 108                  |     |   |   |   |   |   | 3 | 3 |    |    | 1  |
| 109                  |     |   |   |   |   |   | 3 | 3 |    |    | 1  |
| 110                  |     |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 111                  | 100 |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 8  |
| 112                  | 108 |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 8  |
| 113                  |     |   |   |   |   |   | 2 | 2 |    |    | 1  |
| 114                  |     |   |   |   |   |   | 4 | 4 |    |    | 1  |
| 115                  |     |   |   |   |   |   | 1 | 1 |    |    | 1  |

Продовження таблиці Б.1

| 1      | 2   | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12  |
|--------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 116    |     |    |    |    |    |    | 3  | 3  |    |    | 1   |
| 117    |     |    |    |    |    |    | 2  | 2  |    |    | 1   |
| 118    |     |    |    |    |    |    | 2  | 2  |    |    | 1   |
| 119    |     |    |    | 2  | 2  | 2  |    |    |    |    | 2   |
| 120    |     |    |    | 4  | 4  | 4  |    |    |    |    | 1   |
| 121    |     |    |    | 3  | 3  | 3  |    |    |    |    | 1   |
| 122    |     |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 1   |
| 123    |     |    |    |    |    |    | 3  | 3  |    |    | 1   |
| 124    |     |    |    |    |    |    | 2  | 2  |    |    | 1   |
| 125    |     |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 0   |
| 126    |     |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 1   |
| 127    |     |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 1   |
| 128    |     |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 1   |
| 129    |     |    |    |    |    |    |    |    | 2  | 2  | 1   |
| 130    |     |    |    |    |    |    |    |    | 2  | 2  | 1   |
| 131    |     |    |    |    |    |    |    |    | 2  | 2  | 1   |
| 132    |     |    |    |    |    |    |    |    | 3  | 3  | 1   |
| 133    |     |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 1   |
| 134    |     |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  |     |
| Всього | 818 | 41 | 41 | 63 | 63 | 62 | 55 | 55 | 23 | 23 | 195 |

### Таблиця Б.2 – Результати розрахунку трафіку

[illegible]

## Продовження таблиці Б.2

| 1  | 2 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    |
|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 14 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 15 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 16 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 17 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 18 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 19 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 20 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 21 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 22 |   |       |       |       | 0,171 |       |       |      | 0,018 |       |       |       | 0,834 | 2,048 | 3,071 |
| 23 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 24 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 25 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 26 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 27 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 28 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 29 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 30 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 31 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 32 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 33 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 34 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 35 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 36 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 37 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 38 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 39 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 |       |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 40 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 41 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 42 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 43 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 44 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 45 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 46 |   | 0,023 |       |       |       | 0,009 | 0     |      |       |       |       |       |       | 2,048 | 2,08  |
| 47 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 48 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 49 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 50 |   |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03 |       |       |       | 2,334 |       | 2,048 | 4,698 |
| 51 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 52 |   |       |       |       | 0,171 |       |       |      | 0,018 |       |       |       | 0,834 | 2,048 | 3,071 |
| 53 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 54 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 55 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |
| 56 |   |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048 | 2,768 |

## Продовження таблиці Б.2

| 1             | 2 | 3 | 4     | 5     | 6     | 7 | 8     | 9    | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15     | 16     |
|---------------|---|---|-------|-------|-------|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 57            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 58            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 59            |   |   |       |       | 0,171 |   |       |      | 0,018 |       |       |       | 0,834 | 2,048  | 3,071  |
| 60            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 61            |   |   |       | 0,286 |       |   |       | 0,03 |       |       |       | 2,334 |       | 2,048  | 4,698  |
| 62            |   |   |       | 0,286 |       |   |       | 0,03 |       |       |       | 2,334 |       | 2,048  | 4,698  |
| 63            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 64            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 65            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 66            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 67            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 68            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 69            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 70            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 71            |   |   |       | 0,286 |       |   |       | 0,03 |       |       |       | 2,334 |       | 2,048  | 4,698  |
| 72            |   |   |       | 0,286 |       |   |       | 0,03 |       |       |       | 2,334 |       | 2,048  | 4,698  |
| 73            |   |   |       | 0,286 |       |   |       | 0,03 |       |       |       | 2,334 |       | 2,048  | 4,698  |
| 74            |   |   |       | 0,286 |       |   |       | 0,03 |       |       |       | 2,334 |       | 2,048  | 4,698  |
| 75            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 76            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| Кафе          |   |   | 0,115 |       |       |   | 0,08  |      |       | 3,335 | 0,07  |       |       | 16,384 | 19,984 |
| Дитячий майд. |   |   |       |       | 0,171 |   |       |      | 0,018 |       |       |       | 0,834 | 8,192  | 9,215  |
| 77            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 |       |       |       | 2,048  | 2,754  |
| 78            |   |   |       |       | 0,171 |   |       |      | 0,018 |       |       |       | 0,834 | 2,048  | 3,071  |
| 79            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 80            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 81            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 82            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 83            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 84            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 85            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 86            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 87            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 88            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 89            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 90            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 91            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 92            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 93            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 4,096  | 4,816  |
| 94            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |
| 95            |   |   |       |       | 0,171 |   |       |      | 0,018 |       |       |       | 0,834 | 2,048  | 3,071  |
| 96            |   |   |       |       | 0,171 |   |       |      | 0,018 |       |       |       | 0,834 | 2,048  | 3,071  |
| 97            |   |   | 0,023 |       |       |   | 0,016 |      |       | 0,667 | 0,014 |       |       | 2,048  | 2,768  |

## Продовження таблиці Б.2

| 1      | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11     | 12    | 13     | 14     | 15     | 16         |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|------------|
| 98     |      |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |       |       | 0,667  | 0,014 |        |        | 4,096  | 4,816      |
| 99     |      |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |       |       | 0,667  | 0,014 |        |        | 4,096  | 4,816      |
| 100    |      |       | 0,023 |       |       |       | 0,016 |       |       | 0,667  | 0,014 |        |        | 2,048  | 2,768      |
| 101    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 102    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 103    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 104    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 105    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 106    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 107    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 108    |      |       |       | 0,429 |       |       |       | 0,045 |       |        |       | 3,501  |        | 2,048  | 6,023      |
| 109    |      |       |       | 0,429 |       |       |       | 0,045 |       |        |       | 3,501  |        | 2,048  | 6,023      |
| 110    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 111    | 0,5  |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |        |        | 16,384 | 16,884     |
| 112    | 0,54 |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |        |        | 16,384 | 16,924     |
| 113    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 114    |      |       |       | 0,572 |       |       |       | 0,06  |       |        |       | 4,668  |        | 2,048  | 7,348      |
| 115    |      |       |       | 0,143 |       |       |       | 0,015 |       |        |       | 1,167  |        | 2,048  | 3,373      |
| 116    |      |       |       | 0,429 |       |       |       | 0,045 |       |        |       | 3,501  |        | 2,048  | 6,023      |
| 117    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 118    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 119    |      |       | 0,046 |       |       |       | 0,032 |       |       | 1,334  | 0,028 |        |        | 4,096  | 5,536      |
| 120    |      |       | 0,092 |       |       |       | 0,064 |       |       | 2,668  | 0,056 |        |        | 2,048  | 4,928      |
| 121    |      |       | 0,069 |       |       |       | 0,048 |       |       | 2,001  | 0,042 |        |        | 2,048  | 4,208      |
| 122    |      |       |       |       | 0,171 |       |       |       | 0,018 |        |       |        | 0,834  | 2,048  | 3,071      |
| 123    |      |       |       | 0,429 |       |       |       | 0,045 |       |        |       | 3,501  |        | 2,048  | 6,023      |
| 124    |      |       |       | 0,286 |       |       |       | 0,03  |       |        |       | 2,334  |        | 2,048  | 4,698      |
| 125    |      |       |       |       | 0,171 |       |       |       | 0,018 |        |       |        | 0,834  | 0      | 1,023      |
| 126    |      |       |       |       | 0,171 |       |       |       | 0,018 |        |       |        | 0,834  | 2,048  | 3,071      |
| 127    |      |       |       |       | 0,171 |       |       |       | 0,018 |        |       |        | 0,834  | 2,048  | 3,071      |
| 128    |      |       |       |       | 0,171 |       |       |       | 0,018 |        |       |        | 0,834  | 2,048  | 3,071      |
| 129    |      |       |       |       | 0,342 |       |       |       | 0,036 |        |       |        | 1,668  | 2,048  | 4,094      |
| 130    |      |       |       |       | 0,342 |       |       |       | 0,036 |        |       |        | 1,668  | 2,048  | 4,094      |
| 131    |      |       |       |       | 0,342 |       |       |       | 0,036 |        |       |        | 1,668  | 2,048  | 4,094      |
| 132    |      |       |       |       | 0,513 |       |       |       | 0,054 |        |       |        | 2,502  | 2,048  | 5,117      |
| 133    |      |       |       |       | 0,171 |       |       |       | 0,018 |        |       |        | 0,834  | 2,048  | 3,071      |
| 134    |      |       |       |       | 0,171 |       |       |       | 0,018 |        |       |        | 0,834  |        | 1,023      |
| Всього | 4,09 | 0,943 | 1,449 | 7,865 | 3,933 | 0,369 | 1,008 | 0,825 | 0,414 | 42,021 | 0,868 | 64,185 | 19,182 | 399,36 | <b>547</b> |

ДОДАТОК В

Схеми мережі

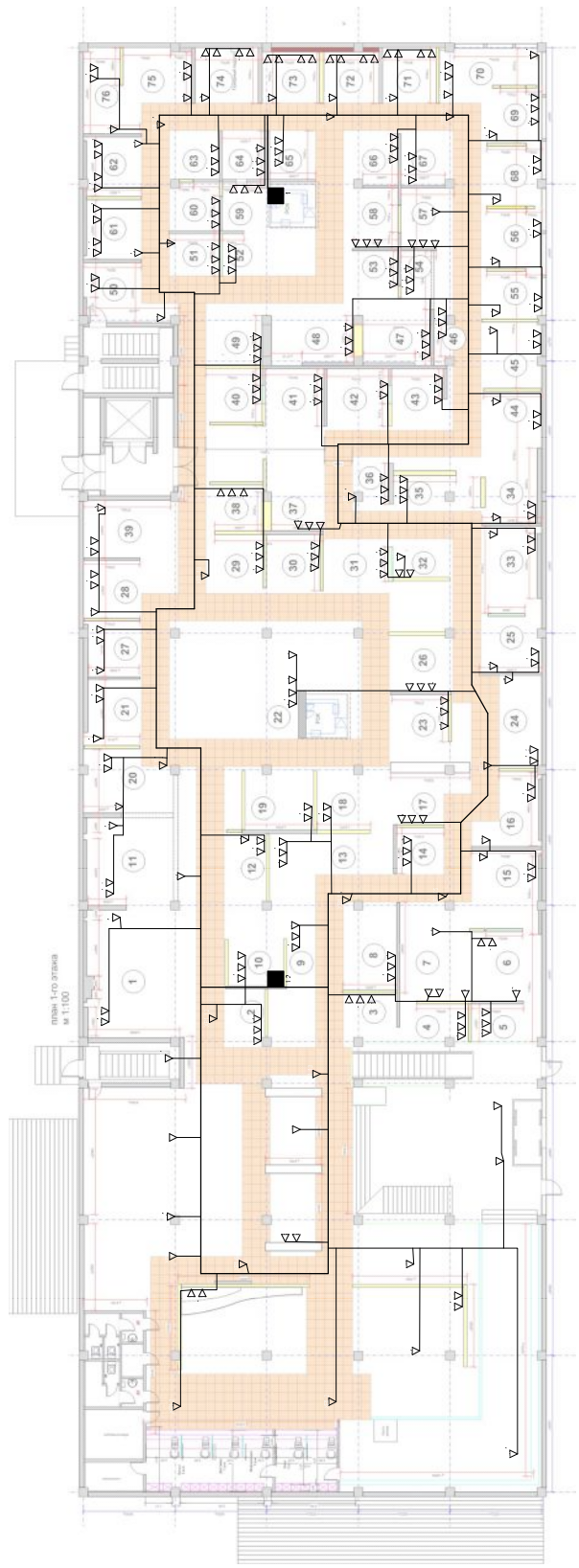


Рисунок В.1 – Топологічна схема першого поверху/схема СКС

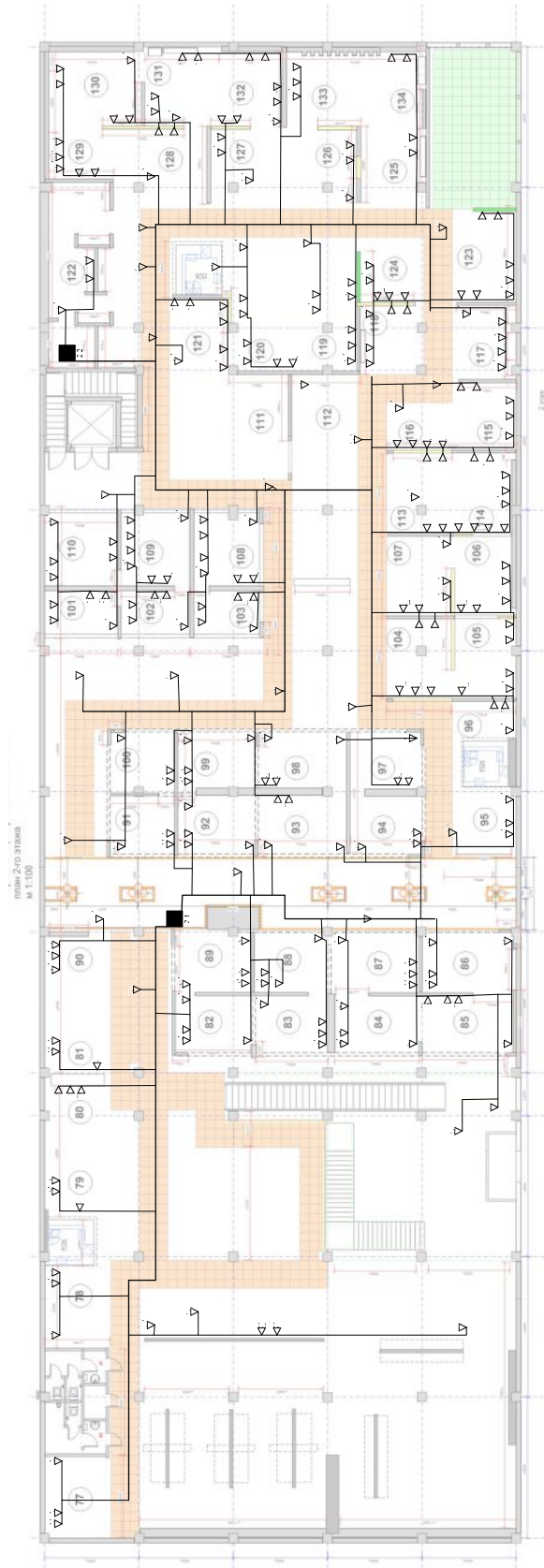


Рисунок В.2 – Топологічна схема другого поверху/схема СКС

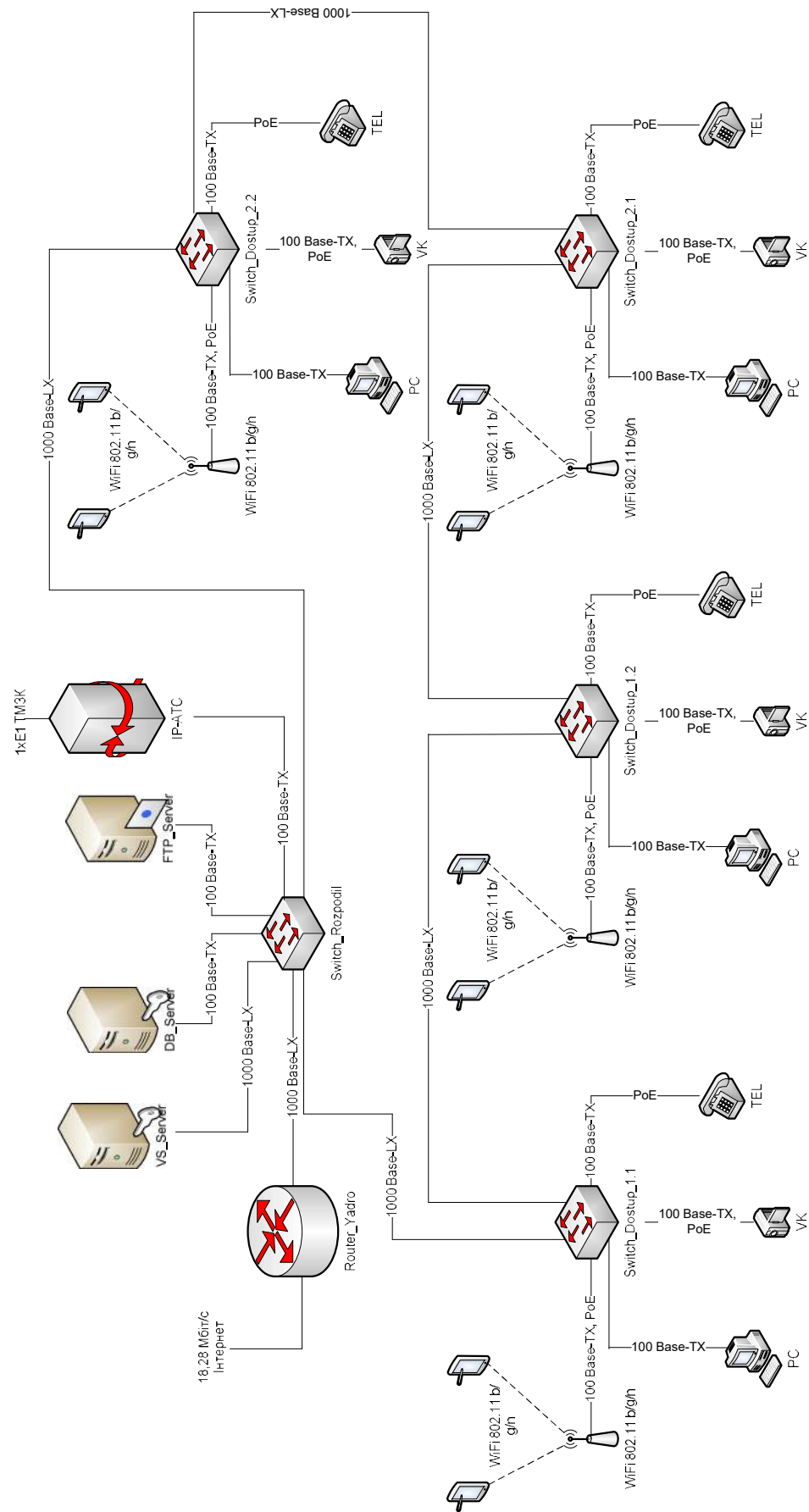
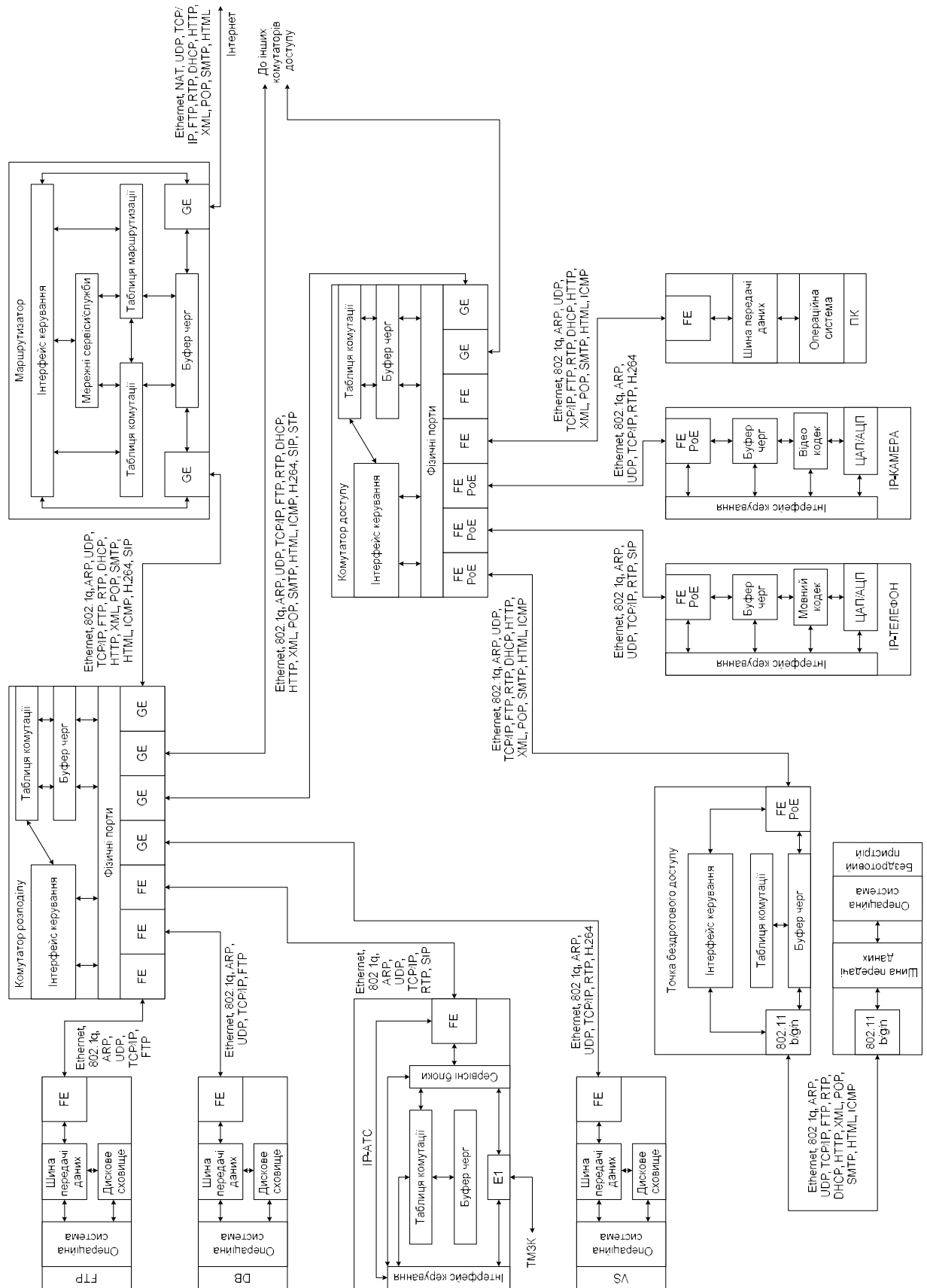


Рисунок В.3 – Структурна схема



## Рисунок В.4 – Функціональна схема

Таблиця В.1 – Специфікація обраного устаткування

| Найменування       | Кількість | Призначення                                                         |
|--------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------|
| Mikrotik RB2011UAS | 1         | Маршрутизатор                                                       |
| DGS-3120           | 24        | комутатор                                                           |
| DWC-1000           | 1         | контролер                                                           |
| DWL-6600AP         | 12        | точка доступу                                                       |
| D-Link DVX-7090    | 1         | IP-АТС                                                              |
| DPH-400SE/E/F3     | 182       | IP-телефон                                                          |
| DCS-7010L          | 195       | IP-камера                                                           |
| DNS-345            | 4         | сервера                                                             |
| RM.R302518         | 575       | Неекранований модуль Outlet connection Module, 1xRJ45/U 5e; Snap-in |
| RM.R305118         | 24        | Комутаційна панель 19" 1U Patch Panel, 24xRJ45/U                    |
| RM.R305062         | 575       | Комутаційний шнур Patch-cord 5e SF/UTP s/u, 1m                      |
| RM.R35292          | 34500     | Кабель R&M UTP кат.5е (LSOH)                                        |

## ДОДАТОК Г

## Технічні характеристики обраного обладнання

Таблиця Г.1 – Порівняння маршрутизаторів

|                       | Juniper J2320-JH                        | Mikrotik RB2011UFS                                        | Cisco 2951              | SmartEdge 100                                                |
|-----------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|
| WAN                   | 4 x GigabitEthernet<br>10/100/100Base-T | 1xGE SFP                                                  | 3 FE FX, 3<br>GE LX     | Ethernet 10Base-T/<br>100Base-TX, RJ-45                      |
| LAN                   | модулі розширення                       | 5 x 10/100 BASE-TX<br>5 x 10/100/1000<br>BASE-LX Ethernet | модулі<br>розширення    | Ethernet 10Base-T/<br>100Base-TX, RJ-45<br>/слоти розширення |
| WiFi                  | -                                       | 802.11b/g/n                                               | -                       | -                                                            |
| DMZ,<br>FireWall      | +                                       | +                                                         | +                       | +                                                            |
| NAT                   | +                                       | +                                                         | +                       | +                                                            |
| Routing               | +                                       | +                                                         | +                       | +                                                            |
| QoS                   | +                                       | +                                                         | +                       | +                                                            |
| Vlan, 802.1q          | +                                       | +                                                         | +                       | +                                                            |
| DCHP                  | +                                       | +                                                         | +                       | +                                                            |
| VPN                   | +                                       | +                                                         | +                       | +                                                            |
| Сфера<br>застосування | операторські<br>рішення                 | офісні мережі                                             | операторські<br>рішення | офісні мережі                                                |

Таблиця Г.2 – Порівняння комутаторів доступу

|        | DGS-3120                                          | Juniper EX3200-48               | HP ProCurve 2520-PoE<br>Switch |
|--------|---------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| UpLink | 2x10/100/1000Base-T/SFP<br>(mini-GBIC)(uplink)    | 2xSC 1000 Mбiт/c                | 2x10/100/1000Base-T,<br>2xSFP  |
| Lan    | 24/48 x Ethernet 10Base-T,<br>Ethernet 100Base-TX | 48xRJ-45 10/100/<br>1000 Mбiт/c | 24/48 x Ethernet<br>100Base-TX |
| STP    | +                                                 | +                               | +                              |
| PoE    | 24/48                                             | 24                              | 24/48                          |
| Vlan   | +/255                                             | +/4096                          | +/255                          |
| 802.1q | +                                                 | +                               | +                              |

Таблиця Г.3 – Порівняння IP-АТС

|                                                  | KX-TDE 200                 | TrixB0x     | D-Link DVX-7090 |
|--------------------------------------------------|----------------------------|-------------|-----------------|
| протокол IP-телефонії                            | H.323, SIP                 | SIP         | SIP             |
| інтерфейс в бік локальної мережі                 | 100 Base-TX                | 100 Base-TX | 100 Base-TX     |
| інтерфейс та кількість<br>інтерфейсів в бік ТМЗК | АЛ/ISDN/IP                 | ISDN/IP     | АЛ/ISDN/IP      |
| кількість та тип внутрішніх<br>абонентів         | 190 ААЛ, 96<br>ЦАЛ, 240 IP | 500 IP      | 400 IP          |
| платформа                                        | апаратна                   | програмна   | програмна       |

Таблиця Г.4 – Порівняння IP-телефонів

|                         | DPH-150SE/F3                                                                                     | DPH-150S/F2                                                                                      | DPH-400SE/E/F3                                                                    |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Протокол IP-телефонії   | SIP                                                                                              | SIP                                                                                              | SIP                                                                               |
| Тип та кількість портів | 1 порт WAN<br>10/100BASE-TX PoE<br>для LAN, 1 порт<br>LAN 10/100BASE-<br>TX для ПК               | 1 порт WAN<br>10/100BASE-TX для<br>LAN, 1 порт LAN<br>10/100BASE-TX для<br>ПК                    | 1 порт WAN<br>10/100BASE-TX PoE<br>для LAN, 1 порт LAN<br>10/100BASE-TX для<br>ПК |
| Аудіо кодек             | G.711a/u (64 Кбіт/с)<br>G.729A/B (8 Кбіт/с)<br>G.723.1<br>(високий/низький)<br>G.726-32<br>G.722 | G.711a/u (64 Кбіт/с)<br>G.729A/B (8 Кбіт/с)<br>G.723.1<br>(високий/низький)<br>G.726-32<br>G.722 | G.711a/u (64 Кбіт/с)<br>G.729A/B (8 Кбіт/с)<br>G.723.1<br>G.722<br>G.726-32       |
| Підтримка PoE           | так                                                                                              | ні                                                                                               | так                                                                               |

Таблиця Г.5 – Характеристика камер спостереження

|                       | DCS-6112                   | DCS-3010                   | DCS-7010L                  | DCS-5211L                  |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Мережний інтерфейс    | 10/100BASE-TX              | 10/100BASE-TX              | 10/100BASE-TX              | 10/100BASE-TX              |
| Матриця               | 1/2.7", CMOS               | 1/4", CMOS                 | 1/4", CMOS                 | 1/4", CMOS                 |
| Цифровий зум          | 16                         | -                          | 10                         | 4                          |
| Нічний режим          | -                          | -                          | +                          | -                          |
| Слот для карт пам'яті | MicroSD                    | MicroSD                    | MicroSD                    | MicroSD                    |
| Вбудована пам'ять     | 256 МБ                     | -                          | 256 МБ                     | -                          |
| Формат відео          | H.264,<br>MJPEG,<br>MPEG-4 | H.264,<br>MJPEG,<br>MPEG-4 | H.264,<br>MJPEG,<br>MPEG-4 | H.264,<br>MJPEG,<br>MPEG-4 |
| PoE                   | +                          | +                          | +                          | +                          |

## ДОДАТОК Д

### Лістинг налаштувань та перевірка роботи мережі

Для повноцінної роботи мережі необхідно провести додаткове налаштування маршрутизатора Router\_Inet. Наведемо лістинг налаштувань цього пристрою:

```
Router_Inet>en
Router_Inet#sh run
Building configuration...
Current configuration : 838 bytes
version 12.4
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
hostname Router_Inet
spanning-tree mode pvst
interface FastEthernet0/0
 ip address 222.222.222.1 255.255.255.248
 duplex auto
 speed auto
interface FastEthernet0/1
 ip address 111.111.111.1 255.255.255.252
 duplex auto
 speed auto
interface Ethernet0/0/0
 ip address 121.121.121.1 255.255.255.252
 duplex auto
 speed auto
interface Ethernet0/1/0
 ip address 100.100.100.1 255.255.255.252
 duplex auto
 speed auto
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
router rip
 network 100.0.0.0
 network 111.0.0.0
 network 121.0.0.0
 network 222.222.222.0
 default-information originate
```

```

ip classless
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
  login
end
Router_Inet#

```

**На першому етапі наведемо перевірку роботи служби DHCP:**

```
Router_Yadro_Rozpodil#sh ip dhcp binding
```

| IP address  | Client-ID/<br>Hardware address | Lease expiration | Type      |
|-------------|--------------------------------|------------------|-----------|
| 10.0.0.2    | 000A.F332.8A16                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.3    | 0001.43E5.1A59                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.4    | 00D0.FF99.980D                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.5    | 00E0.8FD9.C771                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.66   | 00D0.589A.47AB                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.67   | 0002.4A43.6678                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.68   | 0002.162A.0D8B                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.69   | 0002.4AA4.1E05                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.130  | 000D.BD91.C8A6                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.131  | 0050.0F76.3670                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.132  | 00D0.97B2.AB39                 | --               | Automatic |
| 10.0.0.133  | 0001.9796.1954                 | --               | Automatic |
| 10.0.1.2    | 00D0.FF4A.221A                 | --               | Automatic |
| 10.0.1.3    | 0006.2A64.B492                 | --               | Automatic |
| 10.0.1.4    | 00D0.5811.6C79                 | --               | Automatic |
| 10.0.1.5    | 0060.3ED8.EB08                 | --               | Automatic |
| 10.0.2.2    | 0005.5EA8.1153                 | --               | Automatic |
| 10.0.2.3    | 00D0.58E4.8999                 | --               | Automatic |
| 10.0.2.4    | 00D0.5894.64C5                 | --               | Automatic |
| 10.0.2.5    | 0030.F2D6.22CA                 | --               | Automatic |
| 10.0.3.2    | 0060.479C.B55A                 | --               | Automatic |
| 10.0.3.3    | 0090.2122.494B                 | --               | Automatic |
| 10.0.3.4    | 0060.3E52.7206                 | --               | Automatic |
| 10.0.3.5    | 000C.8531.9763                 | --               | Automatic |
| 192.168.0.2 | 0090.219D.7466                 | --               | Automatic |
| 192.168.0.3 | 0005.5E3D.7DCD                 | --               | Automatic |
| 192.168.0.4 | 0001.C7E1.C392                 | --               | Automatic |
| 192.168.0.5 | 000C.8590.EB6B                 | --               | Automatic |
| 192.168.0.7 | 0090.21E8.E38A                 | --               | Automatic |
| 192.168.0.8 | 0060.5CD4.9160                 | --               | Automatic |
| 192.168.0.9 | 00D0.58EE.87B8                 | --               | Automatic |

192.168.0.10

0060.706B.EA45

--

Automatic

**Перевіriamo роботу служби NAT:**

Router\_Yadro\_Rozpodil#sh ip nat tr

| Pro  | Inside global      | Inside local   | Outside local    | Outside global     |
|------|--------------------|----------------|------------------|--------------------|
| icmp | 222.222.222.4:10   | 10.10.10.2:10  | 100.100.100.2:10 | 100.100.100.2:10   |
| icmp | 222.222.222.4:10   | 10.10.10.2:10  | 111.111.111.2:10 | 111.111.111.2:10   |
| icmp | 222.222.222.4:10   | 10.10.10.2:10  | 121.121.121.2:10 | 121.121.121.2:10   |
| icmp | 222.222.222.4:11   | 10.10.10.2:11  | 100.100.100.2:11 | 100.100.100.2:11   |
| icmp | 222.222.222.4:12   | 10.10.10.2:12  | 100.100.100.2:12 | 100.100.100.2:12   |
| icmp | 222.222.222.4:5    | 10.10.10.2:5   | 100.100.100.2:5  | 100.100.100.2:5    |
| icmp | 222.222.222.4:6    | 10.10.10.2:6   | 100.100.100.2:6  | 100.100.100.2:6    |
| icmp | 222.222.222.4:7    | 10.10.10.2:7   | 100.100.100.2:7  | 100.100.100.2:7    |
| icmp | 222.222.222.4:7    | 10.10.10.2:7   | 111.111.111.2:7  | 111.111.111.2:7    |
| icmp | 222.222.222.4:7    | 10.10.10.2:7   | 121.121.121.2:7  | 121.121.121.2:7    |
| icmp | 222.222.222.4:8    | 10.10.10.2:8   | 100.100.100.2:8  | 100.100.100.2:8    |
| icmp | 222.222.222.4:8    | 10.10.10.2:8   | 111.111.111.2:8  | 111.111.111.2:8    |
| icmp | 222.222.222.4:8    | 10.10.10.2:8   | 121.121.121.2:8  | 121.121.121.2:8    |
| icmp | 222.222.222.4:9    | 10.10.10.2:9   | 100.100.100.2:9  | 100.100.100.2:9    |
| icmp | 222.222.222.4:9    | 10.10.10.2:9   | 111.111.111.2:9  | 111.111.111.2:9    |
| icmp | 222.222.222.4:9    | 10.10.10.2:9   | 121.121.121.2:9  | 121.121.121.2:9    |
| icmp | 222.222.222.2:2    | 10.0.0.132:2   | 111.111.111.2:2  | 111.111.111.2:2    |
| icmp | 222.222.222.2:1    | 10.0.0.130:1   | 111.111.111.2:1  | 111.111.111.2:1    |
| icmp | 222.222.222.2:1026 | 10.0.0.131:2   | 111.111.111.2:2  | 111.111.111.2:1026 |
| icmp | 222.222.222.2:1025 | 10.0.0.133:3   | 111.111.111.2:3  | 111.111.111.2:1025 |
| icmp | 222.222.222.2:6    | 10.0.0.5:6     | 111.111.111.2:6  | 111.111.111.2:6    |
| icmp | 222.222.222.2:2    | 192.168.0.10:2 | 111.111.111.2:2  | 111.111.111.2:2    |
| icmp | 222.222.222.2:1024 | 192.168.0.3:2  | 111.111.111.2:2  | 111.111.111.2:1024 |
| icmp | 222.222.222.2:3    | 192.168.0.3:3  | 111.111.111.2:3  | 111.111.111.2:3    |
| icmp | 222.222.222.2:4    | 192.168.0.4:4  | 100.100.100.2:4  | 100.100.100.2:4    |
| icmp | 222.222.222.2:1027 | 192.168.0.9:2  | 111.111.111.2:2  | 111.111.111.2:1027 |
| icmp | 222.222.222.2:1028 | 192.168.0.9:3  | 111.111.111.2:3  | 111.111.111.2:1028 |
| ---  | 222.222.222.4      | 10.10.10.2     | ---              | ---                |

Router\_Yadro\_Rozpodil#sh ip nat st

Total translations: 9 (1 static, 8 dynamic, 8 extended)

Outside Interfaces: FastEthernet0/0

Inside Interfaces: FastEthernet0/1 , Vlan100 , Vlan200 , Vlan300 , Vlan400 , Vlan700

Hits: 54 Misses: 231

Expired translations: 43

**Перевірка роботи кільця:**

//нормальний режим роботи

```
Router_Yadro_Rozpodil#sh spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      32769
```

```
Address      0002.16DE.3380
```

```
This bridge is the root
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID   Priority      32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
```

```
Address      0002.16DE.3380
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Aging Time 20
```

```
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
```

```
-----
```

```
Fa0/1/3        Desg FWD 19          128.10  P2p
```

```
Fa0/1/2        Desg FWD 19          128.9   P2p
```

```
VLAN0100
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      32868
```

```
Address      0002.16DE.3380
```

```
This bridge is the root
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID   Priority      32868 (priority 32768 sys-id-ext 100)
```

```
Address      0002.16DE.3380
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Aging Time 20
```

```
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
```

```
-----
```

```
Fa0/1/3        Desg FWD 19          128.10  P2p
```

```
Fa0/1/2        Desg FWD 19          128.9   P2p
```

```
VLAN0200
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority      32968
```

```
Address      0002.16DE.3380
```

```
This bridge is the root
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID   Priority      32968 (priority 32768 sys-id-ext 200)
```

```
Address      0002.16DE.3380
```

```
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Aging Time 20
```

```
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
```

```
-----
```

```

Fa0/1/3          Desg FWD 19          128.10   P2p
Fa0/1/2          Desg FWD 19          128.9     P2p

```

#### VLAN0300

Spanning tree enabled protocol ieee

```

Root ID      Priority    33068
              Address     0002.16DE.3380
              This bridge is the root
              Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Bridge ID    Priority    33068 (priority 32768 sys-id-ext 300)
              Address     0002.16DE.3380
              Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
              Aging Time  20

```

| Interface | Role | Sts | Cost | Prio.Nbr | Type |
|-----------|------|-----|------|----------|------|
|-----------|------|-----|------|----------|------|

|         |      |     |    |        |     |
|---------|------|-----|----|--------|-----|
| Fa0/1/3 | Desg | FWD | 19 | 128.10 | P2p |
| Fa0/1/2 | Desg | FWD | 19 | 128.9  | P2p |

#### VLAN0400

Spanning tree enabled protocol ieee

```

Root ID      Priority    33168
              Address     0002.16DE.3380
              This bridge is the root
              Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID    Priority    33168 (priority 32768 sys-id-ext 400)
              Address     0002.16DE.3380
              Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
              Aging Time  20

```

| Interface | Role | Sts | Cost | Prio.Nbr | Type |
|-----------|------|-----|------|----------|------|
|-----------|------|-----|------|----------|------|

|         |      |     |    |        |     |
|---------|------|-----|----|--------|-----|
| Fa0/1/3 | Desg | FWD | 19 | 128.10 | P2p |
| Fa0/1/2 | Desg | FWD | 19 | 128.9  | P2p |

#### VLAN0500

Spanning tree enabled protocol ieee

```

Root ID      Priority    33268
              Address     0002.16DE.3380
              This bridge is the root
              Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Bridge ID    Priority    33268 (priority 32768 sys-id-ext 500)
              Address     0002.16DE.3380
              Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
              Aging Time  20

```

| Interface | Role | Sts | Cost | Prio.Nbr | Type |
|-----------|------|-----|------|----------|------|
|-----------|------|-----|------|----------|------|

```

-----
Fa0/0/0          Desg FWD 19          128.3      P2p
Fa0/1/3          Desg FWD 19          128.10     P2p
Fa0/1/2          Desg FWD 19          128.9      P2p
VLAN0600
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID        Priority      33368
                  Address      0002.16DE.3380
                  This bridge is the root
                  Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
  Bridge ID      Priority      33368 (priority 32768 sys-id-ext 600)
                  Address      0002.16DE.3380
                  Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
                  Aging Time 20
Interface        Role Sts Cost          Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1/3          Desg FWD 19          128.10     P2p
Fa0/0/1          Desg FWD 19          128.4      P2p
Fa0/1/2          Desg FWD 19          128.9      P2p
VLAN0700
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID        Priority      33468
                  Address      0002.16DE.3380
                  This bridge is the root
                  Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID      Priority      33468 (priority 32768 sys-id-ext 700)
                  Address      0002.16DE.3380
                  Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
                  Aging Time 20
Interface        Role Sts Cost          Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1/3          Desg FWD 19          128.10     P2p
Fa0/1/2          Desg FWD 19          128.9      P2p
VLAN0800
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID        Priority      33568
                  Address      0002.16DE.3380
                  This bridge is the root
                  Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
  Bridge ID      Priority      33568 (priority 32768 sys-id-ext 800)
                  Address      0002.16DE.3380

```

```

Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 20

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/0/2        Desg FWD 19        128.5    P2p
Fa0/1/3        Desg FWD 19        128.10   P2p
Fa0/1/2        Desg FWD 19        128.9    P2p
Fa0/0/3        Desg FWD 19        128.6    P2p
//режим роботи без зв'язку між комутатором 1.1 та маршрутизатором
Router_Yadro_Rozpodil#sh spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority      32769
Address      0002.16DE.3380
This bridge is the root
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Bridge ID    Priority      32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address      0002.16DE.3380
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 20

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1/3        Desg FWD 19        128.10   P2p
VLAN0100
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority      32868
Address      0002.16DE.3380
This bridge is the root
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Bridge ID    Priority      32868 (priority 32768 sys-id-ext 100)
Address      0002.16DE.3380
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
Aging Time 20

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1/3        Desg FWD 19        128.10   P2p
VLAN0200
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority      32968
Address      0002.16DE.3380
This bridge is the root
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID  Priority    32968  (priority 32768 sys-id-ext 200)
Address    0002.16DE.3380
Hello Time 2 sec    Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Aging Time 20

```

```

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----

```

```

Fa0/1/3        Desg FWD 19      128.10  P2p

```

```

VLAN0300

```

```

Spanning tree enabled protocol ieee

```

```

Root ID      Priority    33068
Address      0002.16DE.3380
This bridge is the root
Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID    Priority    33068  (priority 32768 sys-id-ext 300)
Address      0002.16DE.3380
Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Aging Time   20

```

```

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----

```

```

Fa0/1/3        Desg FWD 19      128.10  P2p

```

```

VLAN0400

```

```

Spanning tree enabled protocol ieee

```

```

Root ID      Priority    33168
Address      0002.16DE.3380
This bridge is the root
Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID    Priority    33168  (priority 32768 sys-id-ext 400)
Address      0002.16DE.3380
Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Aging Time   20

```

```

Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----

```

```

Fa0/1/3        Desg FWD 19      128.10  P2p

```

```

VLAN0500

```

```

Spanning tree enabled protocol ieee

```

```

Root ID      Priority    33268
Address      0002.16DE.3380
This bridge is the root
Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID    Priority    33268  (priority 32768 sys-id-ext 500)
Address      0002.16DE.3380
Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

```

```

Aging Time 20
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/0/0        Desg FWD 19      128.3    P2p
Fa0/1/3        Desg FWD 19      128.10   P2p
VLAN0600
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID        Priority      33368
                Address      0002.16DE.3380
                This bridge is the root
                Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Bridge ID      Priority      33368 (priority 32768 sys-id-ext 600)
                Address      0002.16DE.3380
                Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
                Aging Time 20
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1/3        Desg FWD 19      128.10   P2p
Fa0/0/1        Desg FWD 19      128.4     P2p
VLAN0700
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID        Priority      33468
                Address      0002.16DE.3380
                This bridge is the root
                Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

Bridge ID      Priority      33468 (priority 32768 sys-id-ext 700)
                Address      0002.16DE.3380
                Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
                Aging Time 20
Interface      Role Sts Cost      Prio.Nbr Type
-----
Fa0/1/3        Desg FWD 19      128.10   P2p
VLAN0800
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID        Priority      33568
                Address      0002.16DE.3380
                This bridge is the root
                Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Bridge ID      Priority      33568 (priority 32768 sys-id-ext 800)
                Address      0002.16DE.3380
                Hello Time 2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

```

| Aging Time 20 |      |     |      |          |      |
|---------------|------|-----|------|----------|------|
| Interface     | Role | Sts | Cost | Prio.Nbr | Type |
| -----         |      |     |      |          |      |
| Fa0/0/2       | Desg | FWD | 19   | 128.5    | P2p  |
| Fa0/1/3       | Desg | FWD | 19   | 128.10   | P2p  |
| Fa0/0/3       | Desg | FWD | 19   | 128.6    | P2p  |

Перевірку доступу до внутрішнього серверу проведемо за допомогою команди ping та tracert:

```
PC>ping 222.222.222.4
Pinging 222.222.222.4 with 32 bytes of data:
Reply from 222.222.222.4: bytes=32 time=16ms TTL=126
Reply from 222.222.222.4: bytes=32 time=32ms TTL=126
Reply from 222.222.222.4: bytes=32 time=31ms TTL=126
Reply from 222.222.222.4: bytes=32 time=16ms TTL=126
Ping statistics for 222.222.222.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 16ms, Maximum = 32ms, Average = 23ms
PC>tracert 222.222.222.4
Tracing route to 222.222.222.4 over a maximum of 30 hops:
  1    0 ms      0 ms      0 ms      100.100.100.1
  2    0 ms      16 ms     0 ms      222.222.222.4
  3    0 ms      32 ms     32 ms     222.222.222.4

Trace complete.
PC>tracert 10.10.10.2
Tracing route to 10.10.10.2 over a maximum of 30 hops:
  1    0 ms      15 ms     0 ms      100.100.100.1
  2    0 ms      *          1 ms      100.100.100.1
  3    *          16 ms     *          Request timed out.
  4    0 ms      *          0 ms      100.100.100.1
  5
Control-C
^C
PC>
```

Перевірка роботи списку доступу Інтернет:

```
//доступ дозволений
PC>ping 111.111.111.2
Pinging 111.111.111.2 with 32 bytes of data:
Reply from 111.111.111.2: bytes=32 time=110ms TTL=126
Reply from 111.111.111.2: bytes=32 time=78ms TTL=126
```

```

Reply from 111.111.111.2: bytes=32 time=94ms TTL=126
Reply from 111.111.111.2: bytes=32 time=95ms TTL=126
Ping statistics for 111.111.111.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 78ms, Maximum = 110ms, Average = 94ms
PC>tracert 111.111.111.2
Tracing route to 111.111.111.2 over a maximum of 30 hops:
  1    63 ms    46 ms    62 ms    192.168.0.1
  2    48 ms    78 ms    32 ms    222.222.222.1
  3    46 ms    36 ms    62 ms    111.111.111.2
Trace complete.
PC>
//доступ заборонено
PC>ping 111.111.111.2
Pinging 111.111.111.2 with 32 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Ping statistics for 111.111.111.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
PC>tracert 111.111.111.2
Tracing route to 111.111.111.2 over a maximum of 30 hops:
  1    62 ms    0 ms    0 ms    10.0.2.1
  2    *        *        *        Request timed out.
  3    *        *        *        Request timed out.
  4    *
Control-C
^C
PC>

```

### Перевіримо роботу списку доступу Server:

```

//доступ дозволено
PC>ping 172.16.0.2
Pinging 172.16.0.2 with 32 bytes of data:
Reply from 172.16.0.2: bytes=32 time=95ms TTL=127
Reply from 172.16.0.2: bytes=32 time=46ms TTL=127
Reply from 172.16.0.2: bytes=32 time=42ms TTL=127
Reply from 172.16.0.2: bytes=32 time=30ms TTL=127
Ping statistics for 172.16.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:

```

Minimum = 30ms, Maximum = 95ms, Average = 53ms

PC>tracert 172.16.0.2

Tracing route to 172.16.0.2 over a maximum of 30 hops:

|   |       |       |       |            |
|---|-------|-------|-------|------------|
| 1 | 31 ms | 16 ms | 0 ms  | 10.0.0.1   |
| 2 | 31 ms | 31 ms | 32 ms | 172.16.0.2 |

Trace complete.

PC>

//доступ заборонено

PC>ping 172.16.0.2

Pinging 172.16.0.2 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.2.1: Destination host unreachable.

Reply from 10.0.2.1: Destination host unreachable.

Reply from 10.0.2.1: Destination host unreachable.

Reply from 10.0.2.1: Destination host unreachable.

Ping statistics for 172.16.0.2:

Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

PC>tracert 172.16.0.2

Tracing route to 172.16.0.2 over a maximum of 30 hops:

|    |       |       |       |          |
|----|-------|-------|-------|----------|
| 1  | 0 ms  | 16 ms | 56 ms | 10.0.2.1 |
| 2  | 16 ms | 0 ms  | 0 ms  | 10.0.2.1 |
| 3  | 0 ms  | 0 ms  | 0 ms  | 10.0.2.1 |
| 4  | 15 ms | 15 ms | 15 ms | 10.0.2.1 |
| 5  | 15 ms | 15 ms | 15 ms | 10.0.2.1 |
| 6  | 15 ms | 15 ms | 15 ms | 10.0.2.1 |
| 7  | 31 ms | 79 ms | 16 ms | 10.0.2.1 |
| 8  | 32 ms | 48 ms | 0 ms  | 10.0.2.1 |
| 9  | 15 ms | 31 ms | 16 ms | 10.0.2.1 |
| 10 | 16 ms | 16 ms | 16 ms | 10.0.2.1 |
| 11 | 16 ms | 16 ms | 16 ms | 10.0.2.1 |
| 12 | 32 ms | 62 ms | 1 ms  | 10.0.2.1 |
| 13 | 0 ms  | 16 ms | 0 ms  | 10.0.2.1 |
| 14 | 0 ms  | 0 ms  | 16 ms | 10.0.2.1 |
| 15 | 16 ms | 16 ms | 16 ms | 10.0.2.1 |
| 16 | 15 ms | 15 ms | 15 ms | 10.0.2.1 |
| 17 | 15 ms | 31 ms | 46 ms | 10.0.2.1 |
| 18 | 71 ms | 0 ms  | 15 ms | 10.0.2.1 |
| 19 | 0 ms  | 0 ms  | 16 ms | 10.0.2.1 |
| 20 | 31 ms | 15 ms | 15 ms | 10.0.2.1 |
| 21 | 15 ms | 15 ms | 31 ms | 10.0.2.1 |
| 22 | 16 ms | 16 ms | 32 ms | 10.0.2.1 |
| 23 | 16 ms | 0 ms  | 0 ms  | 10.0.2.1 |
| 24 | 0 ms  | 0 ms  | 0 ms  | 10.0.2.1 |

|    |       |       |       |          |
|----|-------|-------|-------|----------|
| 25 | 15 ms | 15 ms | 31 ms | 10.0.2.1 |
| 26 | 16 ms | 16 ms | 16 ms | 10.0.2.1 |
| 27 | 16 ms | 16 ms | 16 ms | 10.0.2.1 |
| 28 | 16 ms | 79 ms | 0 ms  | 10.0.2.1 |
| 29 | 47 ms | 0 ms  | 0 ms  | 10.0.2.1 |
| 30 | 16 ms | 0 ms  | 0 ms  | 10.0.2.1 |

Trace complete.

PC>