

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри автоматики та
телекомунікацій

_____ Валерій ПОЦЕПАЄВ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«___» _____ 2022 р.

Випускна кваліфікаційна робота

_____ магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка та дослідження інформаційно-комунікаційної мережі з
впровадженням системи голосового оповіщення про надзвичайні ситуації в
умовах ЖК М.Park»

Виконала студентка 2 курсу, групи ТКРм-21

(шифр групи)

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

_____ Савьолкова Дар'я Олександрівна

(Прізвище, Ім'я та По-батькові)

(підпис)

Керівник доц. каф. АТ, к.т.н., доц.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я)

_____ Анна ВОРОПАЄВА

(підпис)

Рецензент доц. каф. ЕТ, к.т.н., доц.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я)

_____ Олександр ШТЕПА

(підпис)

Рецензент гол.майстер тех.відділу ТОВ «Альтаір»

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я)

_____ Євгеній ЧЕСТА

(підпис)

Нормоконтроль:

_____ Дар'я Жуковська

19.12.2022

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

Студент _____

(підпис)

Луцьк – 2022 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій

(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____

Секретар ЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота
_____магістра_____

Тема: «Розробка та дослідження інформаційно-комунікаційної мережі з впровадженням системи голосового оповіщення про надзвичайні ситуації в умовах ЖК М.Park»

Виконавець, студент(и)

гр. ТКРМ–21 _____ Дар'я САВЬОЛКОВА
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник _____ Анна ВОРОПАЄВА
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти: _____ Вікторія ВОРОПАЄВА
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ Валерій ПОЦАПАСВ
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ Глеб СТУПАК
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ Олександр ІСАЄНКОВ
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтроль _____ Дар'я ЖУКОВСЬКА
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

"Донецький національний технічний університет"

(шифр і назва)

«_____» _____ 2022 року

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

2. Строк подання студентом проекту (роботи)

4)

4) Схема моделювання мережі

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормо контроль	Жуковська Д.О., старший викладач	01.10.22	19.12.2022
5	Ісаєнков О.О., доцент кафедри, к.т.н	06.12.22	08.12.22

7. Дата видачі завдання 01.10.22

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Затвердження теми дипломної роботи та наукового керівника	01.10.22	
2	Постановка задачі дослідження (розділ 1)	05.10.22 – 15.10.22	
3	Аналіз технологій (розділ 2)	16.10.22 – 19.12.22	
4	Побудова мережа (розділ 3)	20.10.22 – 01.11.22	
5	Проведення моделювання (розділ 4)	02.11.22 – 09.11.22	
6	Підготовка та оформлення розділів 1-4	10.11.22 – 12.11.22	
7	Виклад теоретичної та практичної частин диплому та додатку	13.11.22 – 20.11.22	
8	Представлення дипломної роботи науковому керівнику	13.12.22	
9	Захист дипломної роботи	22.12.22	

Студент

(підпис)

Дар'я САВЬОЛКОВА

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Анна ВОРОПАЄВА

(прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Савьолкова Дар'я Олександрівна. Розробка та дослідження інформаційно-комунікаційної мережі з впровадженням системи голосового оповіщення про надзвичайні ситуації в умовах ЖК М.Park. Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 172 «Телекомунікації і радіотехніка». – ДВНЗ Донецький національний технічний університет, Луцьк, 2022.

Робота містить _79_ сторінки, складається з вступу та 5 розділів, висновків до розділів, __28__ рисунків, __9_ таблиць, списку використаних джерел, які містять _13__ найменування.

Дана випускна кваліфікаційна робота спрямована на дослідження та розробку інформаційно-комунікаційної мережі з впровадженням системи голосового оповіщення про надзвичайні ситуації в умовах ЖК М.Park. Проаналізовано існуючу інфраструктуру ЖК М.Park та розроблено комплекс вимог до побудови високошвидкісної мережі абонентського доступу з впровадженням системи голосового оповіщення про надзвичайні ситуації.

Розроблено варіант реалізації мережі зв'язку, з вибором виробника обладнання, типів обладнання та середовища розповсюдження сигнал.

Надані рекомендації з проектування мережі для обраного об'єкту та для будь-якого житлового комплексу.

Ключові слова: МЕРЕЖА, СИСТЕМА СПОВІЩЕННЯ, СОУЕ, НАДЗВИЧАЙНА СИТУАЦІЯ, ЖИТЛОВИЙ КОМПЛЕКС, ДАТЧИК, СТРУКТУРА, МОДЕЛЬ.

Список публікацій здобувача

Савьолкова Д.О. Впровадження системи голосового оповіщення про надзвичайні ситуації в інформаційно-комунікаційні мережі / Савьолкова Д.О.,

Воропаєва, А.О. // зб. доповідей Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, 1-2 грудня 2021 р.(Луцьк, 1 грудня 2022 року). - С. 30-33.

ABSTRACT

Savolkova Daria. Research and development of an information and communication network with the implementation of a voice notification system for emergency situations in the conditions of the M.Park residential complex. Graduation qualification work for obtaining the Master's degree in the specialty 172 "Telecommunications and radio engineering". - Donetsk National Technical University, Luts'k, 2022.

The work contains 79 a page consisting of an introduction and 5 sections, conclusions to sections, 28 drawings, 9 tables, a list of used ones that contain 13 name.

This graduation thesis is aimed at the research and development of an information and communication network with the implementation of a voice notification system for emergency situations in the conditions of the M.Park residential complex. The existing infrastructure of the M.Park residential complex was analyzed and a set of requirements for the construction of a high-speed subscriber access network with the implementation of a voice notification system for emergency situations was developed.

A variant of the implementation of the communication network has been developed, with the choice of the equipment manufacturer, types of equipment and signal distribution medium.

Recommendations for designing the network for the selected object and for any residential complex are provided.

Keywords: NETWORK, NOTIFICATION SYSTEM, SOUE, EMERGENCY, RESIDENTIAL COMPLEX, SENSOR, STRUCTURE, MODEL.

Publisher publication list

Savyolkova D.O. Implementation of a voice notification system for emergency situations in information and communication networks / Savyolkova D.O., Voropaeva, A.O. // coll. reports of the All-Ukrainian science and practice conf. of young scientists, December 1-2, 2021 (Lutsk, December 1, 2022). - P. 30-33.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ.....	14
1.1 Загальна інформація про абонентів та послуги	14
1.1.1 Опис об'єкту та його характеристики	14
1.2 Актуальність впровадження систем сповіщення населення ..	17
1.3 Проектування інформаційної моделі та прорахунок можливого навантаження на телекомунікаційну мережу	19
Висновки до розділу 1	24
2 ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ	27
2.1 Загальні принципи проектування	27
2.2 Топологія мережі	27
2.3 Вибір необхідної мережі IP телефонії	31
2.4 Мережа IPTV та її спосіб побудови.....	33
2.5 IP відеоспостереження	35
2.6 Технології побудови мереж та архітектурна модель	36
2.7 Комунікаційне обладнання комп'ютерної мережі	37
2.8 Структурна схема мережі.....	41
2.9 Функціональна схема мережі.....	46
Висновки до розділу 2.....	49
3 АНАЛІЗ ТА ВИБІР СИСТЕМИ СПОВІЩЕННЯ	50
3.1 Типи систем оповіщення.....	52
3.2 Вибір типу звукової сигналізації	54
3.3 Принципи проектування системи	54
3.4 Вибір обладнання	56
Висновки до розділу 3.....	59
4 СИНТЕЗ МЕРЕЖІ ТА IP ПРОЕКТУВАННЯ	61
4.1 Підготовка до моделювання	61
4.2 Розподіл адресного простору.....	63

4.3 Розробка та налаштування моделі	65
Висновки до розділу 4.....	73
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	74
ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
Додаток А. СТРУКТУРНА СХЕМА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ.....	79
Додаток Б. ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ.....	81

ВСТУП

Інформаційні технології відіграють важливу роль у розвитку суспільства. Вони спрямовані на полегшення життєдіяльності та підвищення ефективності праці та виробництва. Засоби масової інформації (ЗМІ) стрімко розвиваються та базують свою роботу на інформаційно-комунікаційних технологіях. Людині стало набагато легше отримувати необхідну інформацію і обмінюватися їй. Завдяки розвитку глобальних мереж, можна в будь-якій точці світу бути в курсі актуальних новин, спілкуватися з друзями і близькими.

Поширення мережі Інтернет та вдосконалення протоколів передачі даних призвели до зростання користувачів і до обсягу інформації, що зберігається та передається мережею.

Раніше найбільш популярними телекомунікаційними послугами були телефонія та Інтернет, сьогодні перелік послуг розширюється постійно, а саме, відео за запитом, онлайн-банкінг, телемедицина, доставка їжі, замовлення таксі. Провайдери прагнуть закріпитися серед конкурентів, пропонуючи більш просунуті послуги, а також підвищують їх якість і намагаються знижувати вартість. Будуючи нові фрагменти мережі, провайдер відповідально підходить до вибору технології, тому що це дозволить в подальшому економити фінанси на підтримку працездатності.

Сьогодні вибір технології безпосередньо пов'язаний з необхідністю повністю задовольняти потреби абонентів у телекомунікаційних послугах. У великих містах швидкість передачі в 100 Мбіт / сек вже не рідкість, актуальність тарифів зі швидкістю в 200,300 і навіть 500 Мбіт/з постійно зростати.

Оповіщення та інформування населення є однією з головних складових системи управління у період воєнного часу. Вона починається зі своєчасно-го оповіщення та інформування про виникнення або загрозу будь-якої не-безпеки.

Актуальність даної кваліфікаційної роботи обумовлена необхідністю використання сучасних мережевих технологій для задоволення попиту інфокомунікаційного характеру та завчасного інформування о небезпеці мешканців ЖК М.Park.

Мета проекту - розробити та дослідити інформаційно-комунікаційної мережі з впровадженням системи голосового оповіщення про надзвичайні ситуації в умовах ЖК М.Park.

Данна мережа повинна забезпечувати певні види послуг, а саме:

Відеоспостереження, голосове сповіщення та IPTV, вихід до мережі інтернету, серверу та IP – телефонії.

Для досягнення поставленої цілі необхідно виконати наступні завдання:

- Аналіз існуючої інфраструктури ЖК М.Park та розробка комплексу вимог до побудови високошвидкісної мережі абонентського доступу з впровадженням системи голосового оповіщення про надзвичайні ситуації.
- Розрахунок навантаження на обладнання та канали зв'язку
- Вибір варіанту реалізації мережі зв'язку, з вибором виробника обладнання, типів обладнання та середовища розповсюдження сигнал.
- Опрацювання структурованої кабельної системи і плану лінійно-кабельних споруд.
- Моделювання мережі.

Об'єкт дослідження. Житловий комплекс «М.Park», який знаходиться в в Одесі.

Предмет дослідження. Впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у житловий комплекс.

Методи дослідження – методи обчислювального аналізу, аналітичного проектування, методи порівняння, статистичні методи, моделювання.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота обсягом ____ машинописних сторінок, складається з вступу, чотирьох розділів, висновків,

переліка використаних джерел, що складається з ____ найменувань. Робота містить ____ рисунків, ____ таблиць, ____ додатки.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Загальна інформація про абонентів та послуги

1.1.1 Опис об'єкту та його характеристики

М. PARK - це житловий комплекс, що складається з двох 18-поверхових будівель з підземним паркінгом, висота стель 2.8 метра, 1/2/3 кімнатні квартири, площа квартир від 32 м² до 79 м². ЖК нараховує у собі 160 квартир та має упорядковану територію, розташований в Одесі на Михайлівській площі, 16, в центрі району Молдаванка [1].

Зовнішній вигляд ЖК М. PARK наведено на (рис1.1).



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд ЖК М. PARK

Характеристики ЖК:

- будинків – 2;
- секцій – 2;

- поверховість – 17;
- висота стель – 2.8 м (від підлоги до стелі);
- кімнатність квартир – 1/2/3;
- площа квартир - 32 - 79 м²
- кількість квартир – 160;
- територія – закритий двір;
- паркінг – підземний (300 м²).

План типового першого поверху (рис 1.2)



Рисунок 1.2 – План типового першого поверху

План типового першого поверху дома 2 (рис 1.3)



Рисунок 1.3 – План типового першого поверху

Будинок 1, 2 має декілька різновидів однокімнатних квартир, площа, яких змінюється від 32.1 м^2 до 43.55 м^2 . Всього на поверсі, як для першого, так і для другого будинку 4 однокімнатні квартири. Також у будинку є дві двокімнатні квартири розмірами 57.38 м^2 та 62.88 м^2 , у другому будинку також знаходиться двокімнатна квартира розміром 63.24 м^2 , у першому двокімнатна квартира розміром 64.1 м^2 . Однаковою для обох будинків є одна трьохкімнатна квартира розміром 78.87 м^2 .

Холл у будинках має розмір 61.50 м^2 , лестнична клетка 21.80 м^2 .

В ЖК М.Park будуть надаватися такі типи послуг, як доступ до Інтернету, відеоспостереження, IPTV, IP телефонія, система сповіщення. Передбачено, що в однокімнатній квартирі кількість користувачів послуг Інтернет буде двоє, у двокімнатній троє та у трьохкімнатній четверо. Кількість домофонів, відеокамер та маршрутизаторів для такої кількості користувачів необхідна у розмірі однієї одиниці. Кількість ТВ для однокімнатної та двокімнатної квартири передбачена у розмірі однієї одиниці, для трьохкімнатної у розмірі

трьох одиниць. Загальна кількість однокімнатних квартир становить 85, двокімнатних квартир 41, трьохкімнатних квартир 34.

Характеристика абонентського складу по типах квартир наведено у таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Характеристика абонентського складу

Тип квартири	Кількість ТА	Кількість домофонів	Кількість відеокамер	Кількість маршрутизаторів	Кількість ТВ	Кількість квартир
1-кімнатна	1	1		1	1	85
2-кімнатна	1	1	1	1	1	41
3-кімнатна	1	1	1	1	2	34

У таблиці 1.1 зведено кількість абонентських пристроїв для кожного типу квартири, та спільну кількість користувачів інформаційно-комунікаційними послугами відповідно до категорій у ЖК. Результати розрахунків наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Характеристика конструкції учасників ЖК

Тип квартири	Кількість ТА	Кількість домофонів	Кількість відеокамер	Кількість маршрутизаторів	Кількість ТВ
1-кімнатна	85	85	42	81	80
2-кімнатна	41	41	30	41	35
3-кімнатна	34	34	25	34	26
Всього	160	160	97	156	141

Спільна кількість активних пристроїв в районі житлового комплексу " М. PARK " становить 714 одиниць. Активні пристрої складаються з персональних комп'ютерів та ноутбуків, телефонних апаратів, домофонів, відеокамер зовнішнього та внутрішнього відеоспостереження, телевізійних пристроїв та мобільні пристрої користувачів. Кількість маршрутизаторів в сумі становить 156.

1.2 Актуальність впровадження систем сповіщення населення

Однією з ключових вимог для забезпечення необхідного рівня громадської безпеки у ці надзвичайні часи є організація, створення та експлуатація ефективних систем оповіщення населення про загрозу та виникнення НС.

Інформування населення – одна з основних складових системи управління у період воєнного часу. Вона починається зі своєчасного попередження та повідомлення про виникнення чи загрозу будь-якої небезпеки.

Система оповіщення ЖК була створена для забезпечення своєчасної доставки попереджувальних сигналів та інформації про загрозу або виникнення Надзвичайної ситуації (НС) внаслідок бойових дій чи небезпек, що виникають внаслідок таких дій.

Оповіщення починаються з направлення населенню узгоджених, заздалегідь визначених і чітких попереджувальних сигналів (звуки сирен, гудки, часті удари по предметах, що видають звуки тощо). Потім необхідно довести відомості про небезпеку та послідовність дій в умовах, створених для запобігання ураження людей внаслідок дії шкідливих факторів у конкретній аварійній ситуації.

Однією з головних проблем є те, що громадяни не знають, що робити в екстреній ситуації. Крім того, не всі біжать до телевізора чи радіо, почувши сирену. Тому це питання актуальне нині.

Державна служба з надзвичайних ситуацій в Україні надає наступні дані щодо кількості надзвичайних ситуацій та виникнення пожеж за добу та за весь 2022 рік (рис 1.4)

Надзвичайні ситуації	Всього	техногенного	природного	соціального	воєнного	Загинуло осіб	Постраждало осіб
За добу	—	—	—	—	—	—	—
З початку року	58	28	27	2	1	6764	10482
Пожежі	Всього	житловий сектор	виробнича сфера	транспорт	інші	Загинуло осіб	Постраждало осіб
За добу	142	91	10	7	34	10	6
З початку року	73653	25253	2419	2823	43158	1468	1622

Рисунок 1.4 – Статистика виникнення НС за 2022 рік

Дивлячись на надану статистику можна побачити, що з початку року у житловому секторі виникло 25253 пожежі, а лише за добу кількість можеж становить 91. Загиблих від пожеж за добу становить 10 чоловік, а за 2022 рік 1468. Подана кількість лише підтверджує необхідність впровадження системи оповіщення в ЖК.

1.3 Проектування інформаційної моделі та розрахунок навантаження на телекомунікаційну мережу

У даній мережі будемо використовувати наступні типи інформаційних сервісів:

- IP-телефонія;
- вихід до мережі інтернету;
- голосове сповіщення;
- відеоспостереження
- IPTV;
- передача даних.



Рисунок.1.5 – Інформаційна модель мережі

На даному рисунку можна побачити приблизну структуру мережі, послуги, які будуть надаватися в майбутньому для абонентів. Послуги розподілені порівно між абонентами.

Усім абонентам повинні бути доступні наступні служби: телефонія, передача файлів, відеотелефонія, інтернет.

Трафік розраховується окремо для кожного виду послуги. Формула (1.1) для розрахунку має вигляд [1]:

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

де k – номер мережної послуги;

i – номер вузла;

$\gamma_i^{(k)}$ – математичне очікування трафіке, який генерується k -ю послугою на i -му вузлі;

$B_{cp}^{(k)}$ – швидкість передачі даних (у бітах чи пакетах на секунду) – середня пропускна здатність каналу зв'язку, якої достатньо для якісної передачі трафіка k -ї послуги;

$N_{аб_i}^{(k)}$ – кількість абонентів на i -му вузлі, які користуються k -ю послугою;

$T_c^{(k)}$ – середня тривалість сеансу зв'язку для k -ї послуги;

$f_{викл_i}^{(k)}$ – середня кількість викликів у час найбільшого навантаження для користувачів i -го вузла, які використовують k -у послугу.

Тут швидкість передачі даних $B_{cp}^{(k)}$ знаходиться за формулою (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 вибухообразність трафіку.

В таблиці 1.3 наведемо характеристики послуг, що надаються з мережі

Таблиця 1.3 - Характеристики послуг мережі

Послуга	Кодек	Швидкість Мбіт./с	Пачеч- ність	Тривалість Зв'язку,с	Частота викликів в ГНН
Доступ до інтернету		10.24	5	10	50
ІР-телефонія	G.711	0.0856	1	180	3
ІР-телебачення з сервісом VoD	MPEG-4	4,096	1	1200	2
Відеоспостереження	H.264	4,096	1	3600	1

Основне завдання, яке вирішуватиметься у цьому розділі, це розрахунок трафіку для всієї мережі в цілому. Необхідно визначити параметри навантаження, що створюється учасниками у вузлах мережі, величину навантаження на основні канали, навантаження, що йде у зовнішні мережі та навантаження на пристрої зв'язку.

Вихідними даними для розрахунку є топологія мережі, типи абонентів, типи послуг, що надаються мережею, та розподіл абонентів за вузлами.

Оскільки топологія та структурна схема мережі ще не зафіксовані, розрахунок навантаження послуги IPTV проводиться, виходячи з того, що вона надаватиметься в режимі unicast. Загальна кількість телеканалів – 70.

Імовірнісні властивості потоків даних, що генеруються різними мережевими програмами, лежать в основі методології розрахунку трафіку.

Трафік розраховується окремо для кожного типу послуги кожного вузла мережі.

Формула (1.3) дія розрахунку має вигляд [2]:

$$\gamma_i^{(k)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)}, \quad (1.3)$$

k - номер мережної послуги;

i - номер вузла;

$\gamma_i^{(k)}$ - математичне очікування трафіка, що генерується k -ю послугою на k -му вузлі;

$B_{cp}^{(k)}$ - швидкість передачі даних (у бітах або пакетах у секунду) – середня пропускна здатність каналу зв'язку, якої досить для якісної передачі графіка k -ї послуги;

$N_{аб_i}^{(k)}$ - кількість абонентів на i -му вузлі, які користуються k -ю послугою;

$T_c^{(k)}$ - середня тривалість сеансу зв'язку - для k -ї послуги;

$f_{викл_i}^{(k)}$ - середня кількість викликів у годину найбільшого навантаження для користувачів i -го вузла, які використовують k -у послугу.

Швидкість передачі даних $B_{cp}^{(k)}$ визначається формулою (1.4):

$$B_{cp}^{(k)} = \frac{B_{max}^{(k)}}{p^{(k)}}, \quad (1.4)$$

$B_{cp}^{(k)}$ - максимальна пропускна здатність каналу зв'язку:

$P^{(k)}$ - пачечність одного абонента - відношення між максимальною та середньою пропускнуою здатністю, необхідною для забезпечення к-ї послуги.

Сумарний трафік, що генерується на i -му вузлі дорівнює:

$$\gamma_{\Sigma i} = \sum_{k=1}^{N_k} \gamma_i^{(k)}, \quad (1.5)$$

Параметри послуг, що надаються в мережі приведені з таблиці 1.3.

На прикладі будинку №2 проведемо розрахунок трафіку за формулами (1.3)-(1.5):

- для доступу в Інтернет:

$$\begin{aligned} \gamma_i^{(k)} &= B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} = \frac{B_{max}^{(k)}}{P^{(k)}} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} = \\ &= \frac{10.24}{5} \cdot 28 \cdot 10 \cdot \frac{100}{3600} = 15,9 \text{ Мбіт/с} \end{aligned}$$

- для IP-телефонії:

$$\begin{aligned} \gamma_i^{(k)} &= B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} = \frac{B_{max}^{(k)}}{P^{(k)}} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} = \frac{0.0856}{1} \cdot 12 \cdot \\ &180 \cdot \frac{3}{3600} = 0.86 \text{ Мбіт/с} \end{aligned}$$

- для IPTV та VoD:

$$\begin{aligned} \gamma_i^{(k)} &= B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} = \frac{B_{max}^{(k)}}{P^{(k)}} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} = \\ &= \frac{4,096}{1} \cdot 28 \cdot 1200 \cdot \frac{2}{3600} = 97,51 \text{ Мбіт/с} \end{aligned}$$

- для відеоспостереження:

$$\begin{aligned} \gamma_i^{(k)} &= B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} = \frac{B_{max}^{(k)}}{P^{(k)}} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} = \\ &= \frac{4,096}{1} \cdot 4 \cdot 3600 \cdot \frac{1}{3600} = 42,688 \text{ Мбіт/с} \end{aligned}$$

Просумувавши всі значення навантаження, загальна величина на будинок становитиме 600,96 Мбіт/с.

Результати розрахунків по кожному будинку окремо та мережі в цілому зведемо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 - Розрахунок навантаження на мережу.

№ Будинку	Навантаження ПК. Мбіт/с	Навантаження ТА. Мбіт/с	Навантаження ТВ. Мбіт/с	Навантаження камер. Мбіт/с	Всього. Мбіт/с
1	160,71	3,15	1542,83	132,77	1739,45
2	138,24	2,44	1179,65	132,77	1353,10
Всього	298,95	5,59	2722,48	265,54	3092,55

Як виходить з наведеної таблиці, загальна величина навантаження на мережне устаткування в цілому складає більше 1 Гбіт/с, а саме: $\approx 3,093$ Гбіт/с. Зовнішній канал до мереж: Інтернет повинен становити не менш 298,95 Мбіт/с, навантаження на устаткування IP-телефонії – 5,59 Мбіт/с. IPTV – 2722,48 Мбіт/с. відео спостереження – 265,54 Мбіт/с.

Висновки до розділу

У даному розділі було розглянуто актуальність даної роботи та впровадження системи оповіщення в новобудови, наведено статистику виникнення ЧС у житлових будинках. Описаний об'єкт, для якого проектується мережа, яка об'єднує абонентів ЖК М. PARK. Було визначено, що для даного ЖК будуть надаватися наступні послуги доступ до Інтернету, відеоспостереження, IPTV, IP телефонія, система сповіщення. Були визначені групи використовуваних сервісів. Також був спрогнозовано трафік розроблювальної мережі. Він становить $\approx 3,093$ Гбіт/с.. Розрахунок трафіку мережі та приблизна інформаційна модель дає нам змогу в наступному розділі обрати технологію кожного з вузлів, міжвузлову технологію та визначитись з типом ліній зв'язку.

2 ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ

2.1 Загальні принципи проектування мережі

Для того, щоб спроектувати мережу необхідно виконати послідовно ряд кроків. В залежності від роду діяльності організації важливість окремих кроків змінюється. У даній роботі для проектування мережі визначити причини впровадження мережі, місце розташування мережі, визначити необхідне обладнання для побудування мережі, визначитись з вибором топології, розробити структурну та функціональну схему [3].

2.2 Топологія мережі

Топологія - це конфігурація з'єднань елементів. Топологія мережі описує, як різні пристрої об'єднані в мережу. Значною мірою топологія визначає такі важливі характеристики мережі, як надійність, продуктивність, вартість і безпека.

Одним із способів класифікації топологій локальних комп'ютерних мереж є призначення двох основних топологій: широкомовної та послідовної.

У широкомовній конфігурації сигнал, що передається кожним ПК, може бути прийнятий іншими комп'ютерами; у послідовній конфігурації кожен фізичний підрівень передає інформацію лише одному ПК.

Топології мереж відрізняються один від одного за трьома основними критеріями:

- Спосіб доступу до мережі;
- Методи управління передачею та відновленням даних;
- Можливість зміни кількості вузлів мережі.

Найбільша базова топологія не складна. Однак на практиці часто зустрічаються досить складні комбінації, що поєднують властивості та характеристики кількох топологій.

Шинна топологія

Шинна топологія - це топологія, в якій всі пристрої LAN підключені до лінійного мережного середовища передачі. Це лінійне середовище часто називають каналом, шиною або доріжкою. кожен пристрій, будь то робоча станція або сервер, не має значення, використовує спеціальні роз'єми для підключення до традиційних шинних кабелів. На кінці кабелю шини повинен бути відповідний резистор або термінатор, який поглинає електричний сигнал і запобігає його відображенню та розповсюдженню по шині в протилежному напрямку. Коли джерело передає сигнали в мережному середовищі, вони поширюються і назад від джерела. Ці сигнали доступні для всіх пристроїв у локальній мережі.

Мережа з топологією «шина» (рис 2.1).

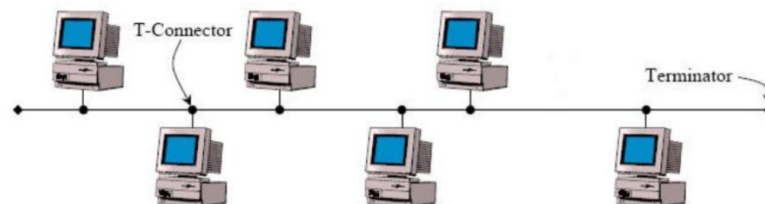


Рисунок 2.1 – Топологія «шина»

Мережа з топологією «шина» має такі характеристики:

- Найпростіший і дешевий з усіх існуючих;
- Всі комп'ютери з'єднані одним кабелем, в певний момент тільки один комп'ютер може передавати інформацію, і вона передається по кабелю на призначений комп'ютер;
- На обох кінцях шини є невеликий пристрій, так званий термінатор, який перешкоджає відображенню сигналу та поверненню його в мережу, заважаючи передачі наступних сигналів;

- Немає необхідності в центральному пристрої підключення;
- Процес підключення інших комп'ютерів до мережі складний, оскільки вимагає завершення всієї мережі;
- При виході з ладу одного з комп'ютерів мережа не припиняє функціонувати;
- З'єднання зазвичай здійснюється за допомогою коаксіального кабелю.

Топологія «зірка» (рис 2.2).

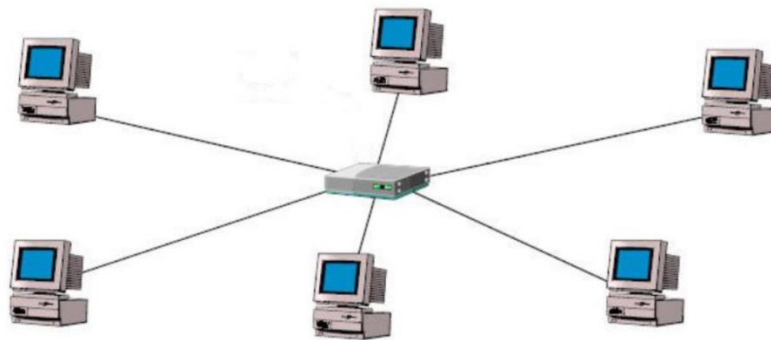


Рисунок 2.2 – Топологія «Зірка»

У мережі, яка використовує топологію «зірка», оператор мережі з'єднує центральний концентратор з кожним підключеним пристроєм. У цій топології керування використовується з центральної точки, а зв'язок між пристроями, підключеними до мережі, здійснюється через двоточкову лінію між кожним пристроєм і центральним каналом або концентратором. Весь мережевий трафік у зіркоподібній топології проходить через концентратор. Дані спочатку надсилаються до концентратора, а концентратор пересилає їх на пристрій на основі адреси, що міститься в даних. У мережі з топологією «зірка» концентратори можуть бути активними і пасивними. Активні концентратори не тільки з'єднують різні частини середовища передачі, але й регенерують сигнал, тобто діють як багатопортовий повторювач. Виконуючи регенерацію сигналу, активні концентратори дозволяють передавати дані на великі відстані. На

відміну від активних концентраторів, пасивні концентратори з'єднують лише частини мережевого середовища.

Мережа з топологією «зірка» має такі характеристики:

- Кожен комп'ютер та інший пристрій підключено до центрального з'єднання;
- Якщо комп'ютер у мережі виходить з ладу, а інші комп'ютери продовжують працювати, вони не лише втрачають доступ до ресурсів цього комп'ютера;
- Відстань між комп'ютером і підключеним пристроєм не повинна перевищувати 100 м;
- До кожного центрального роз'єму можна підключити до 24 комп'ютерів;
- Зіркові мережі трохи дорожчі за інші мережі, оскільки для їх створення потрібно більше проводів.

Топологічні «кільце» (рис 2.3).

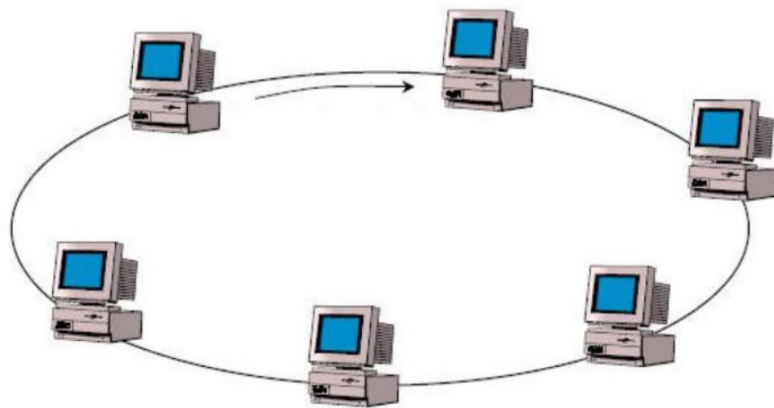


Рисунок 2.3 – Топологія «Кільце»

Кільцева топологія (топологія замкнутої мережі) — це топологія мережі, в якій усі комп'ютери підключені до замкнутого каналу зв'язку. У кільці сигнал поширюється лише в одному напрямку. Сигнали в кільцевих топологіях можуть бути посилені.

Щоб гарантувати, що обрив кабелю не виведе з ладу всю мережу, комп'ютери з'єднані один з одним через комутатор.

Існує також маркерний метод доступу до середини передачі даних.

Комп'ютер, який очікує надсилання даних, отримує маркер, додає до нього адресу одержувача та надсилає дані в мережу. Дані проходять через кожен комп'ютер у кільці, поки не досягнуть комп'ютера, адреса якого збігається з адресою комп'ютера призначення, який копіює дані та повертає їх у мережу.

Потім він надсилає підтвердження отримання даних на комп'ютер відправника. Отримавши підтвердження, відправник отримує дані з токена та повертає їх у мережу [4].

У кільці кожен комп'ютер діє як повторювач, усуваючи заважаючі сигнали та підсилюючи їх. Тобто це активна топологія.

При виході з ладу одного комп'ютера вся мережа перестає працювати, тому використовуються спеціальні засоби автоматичного перемикання з'єднань.

Ця топологія досить дорога і використовується в кампусах або на великих підприємствах.

Мережа з кільцевою топологією має такі характеристики:

- Комп'ютери знаходяться близько один до одного.
- Немає центрального пристрою підключення.
- Мережа не має ні початку, ні кінця, тому термінатор не потрібен.
- Труднощі з пошуком і усуненням причини проблеми.
- Збій будь-якої частини мережі може призвести до її збою.
- Для підключення нового комп'ютера до мережі потрібно вимкнути всю мережу.

Коміркова топологія (рис 2.4)

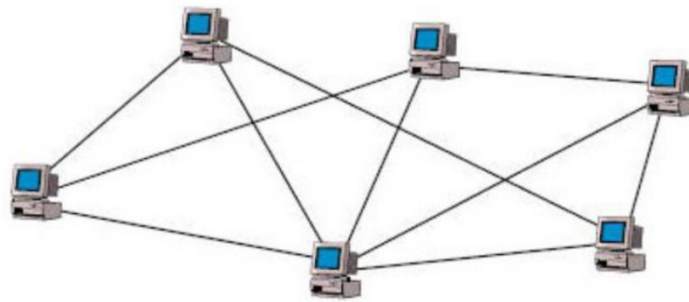


Рисунок 2.4 – Коміркова топологія

Вказана топологія є базовою для побудови меш-мереж - базова повністю сітчаста топологія комп'ютерної мережі, у якій кожна робоча станція в мережі підключена до всіх інших робочих станцій у тій же мережі. Характеризується високою відмовостійкістю, складною конфігурацією та надмірним споживанням кабелю. Кожен комп'ютер має багато можливих способів підключення до інших комп'ютерів. Обірваний кабель не призведе до втрати зв'язку між двома комп'ютерами.

Після порівняння всіх типів топологій було вирішено, що для данного проекту найкращою буде топологія «зірка».

2.3 Вибір необхідної мережі IP телефонії

Основою IP-телефонії є передача голосових або відеоповідомлень користувачам у будь-якій точці світу через стабільне підключення до Інтернету.

IP-телефони потребують спеціального обладнання:

- Виділена серверна станція;
- АТС та інші розподільні пристрої;
- інтернет;

Термінали зв'язку (системні телефони, комп'ютери з гарнітурами та інша сумісна персональна електроніка).

Суть передачі інформації полягає в наступному - сигнал перетворюється з аналогового формату (мови) в цифровий і подається на комутаційне обладнання, де шифрується і стискається [5].

Надалі пакет інформації доставляється по Інтернету до одержувача, де за допомогою спеціальних програм і обладнання декодується в початковий вигляд.

Технологія, яка перетворює голос у цифровий сигнал і декодує його назад, називається VoIP (Voice over IP). Таким чином, відбувається телефонний зв'язок між абонентами по мережі.

Варто відзначити, що технологія IP-телефонії дозволяє практично безкоштовно (і дуже дешево) спілкуватися з користувачами, які знаходяться в будь-якій точці світу.

Для налаштування мережі використовуються спеціальні протоколи IP-телефонії SIP та H.323. Для правильного налаштування послуги необхідно порівняти два типи протоколи та обрати оптимальний для умов проектування.

Обидва протоколи досить старі. H.323 працює на рівні бітового поля і може заощаджувати мережевий трафік в ідеальних умовах використання (не в Інтернеті) порівняно з SIP. Однак з широкосмуговим Інтернетом, що швидко розвивається, ця перевага стає менш очевидною. SIP – це протокол прикладного рівня, який працює на мережній моделі OSI.

Основний принцип протоколу SIP:

- Простота: містить лише шість методів.
- Незалежно від транспортного рівня: можна використовувати UDP, TCP, ATM тощо.
- Особиста мобільність користувача. Оскільки користувачам надаються унікальні ідентифікатори, вони можуть переглядати мережу без обмежень.
- Масштабованість мережі. Структура мережі, заснована на протоколі SIP, дозволяє легко розширювати та збільшувати кількість елементів.

- Масштабованість протоколу. Протокол примітний своєю здатністю додавати нові функції нових сервісів у міру їх появи.
- Інтеграція в існуючий стек інтернет-протоколу. Протокол SIP є частиною глобальної мультимедійної архітектури, розробленої IETF. Архітектура також включає протоколи RSVP, RTP, RTSP та SDP.
- Взаємодія з іншими сигнальними протоколами. Протокол SIP можна використовувати з іншими протоколами IP-телефонії, протоколами PSTN та інтелектуальним мережевим зв'язком.

SIP є найбільш зручним протоколом, тому розробляти та підтримувати програмне забезпечення для SIP простіше, ніж для H.323. Популярність протоколу також підтверджують дані, наведені в Google Trends (рис 2.5)

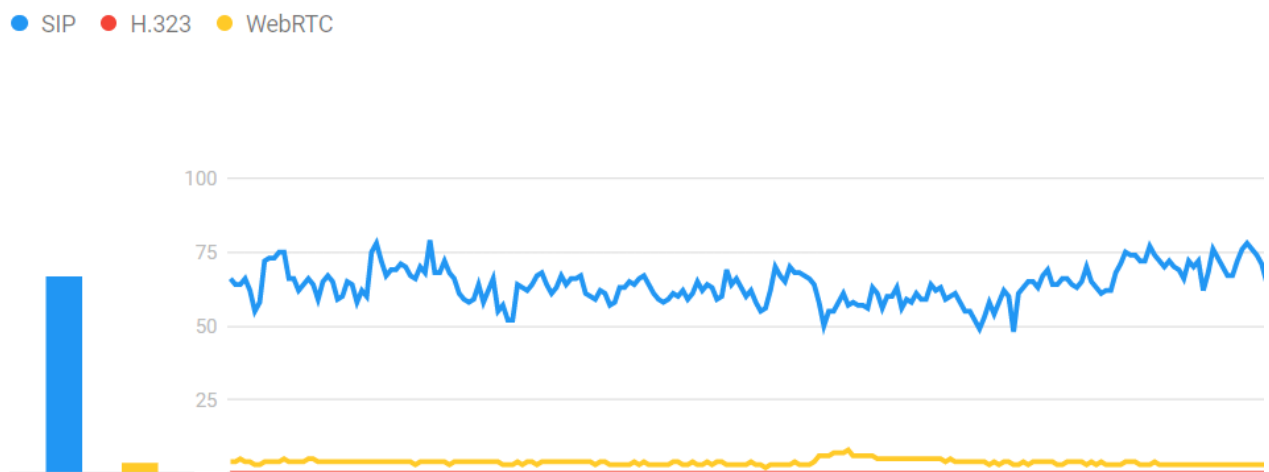


Рисунок 2.5 – Динаміка популярності протоколів

Завдяки простішій реалізації порівняно з H.323 зв'язок на основі протоколу SIP став популярною послугою VoIP, яку пропонують багато постачальників послуг Інтернет-телефонії, підключаючи УВАТС до телефонної мережі загального користування (PBX) через Інтернет.

На даному етапі кваліфікаційної роботи було встановлено, що використання протоколу SIP є більш перспективним.

2.4 Мережа IPTV та її спосіб побудови

IPTV — це концепція передачі цифрової інформації через Інтернет-протокол. Це просто спосіб передачі цифрових даних користувачеві використовуючи безпечне з'єднання через посередника у вигляді оператора/провайдера. Дозволяє самостійно вибирати цікаві шоу або фільми і дивитися їх з будь-якого пристрою, незалежно від платформи.

Відрізняється від мультимедійного потоку обов'язковою наявністю провайдера. IP-мережі складаються з великих провайдерів і користувачів-моніторів, що дає можливість використовувати таргетовану (персоніфіковану) рекламу. Платформи, створені постачальниками послуг, також контролюються постачальниками послуг [6].

Контент доставляється на пристрої в IPTV-рішеннях наступними способами: Live TV по multicast, а VoD і DVR по unicast.

Використовуючи multicast (рис 2.6) відправка одного пакета виконується до деякої обмеженої групи хостів.

Плюси: Зменшує навантаження на мережу та збільшує пропускну здатність.

Недолік: практично неможливо організувати багатоадресну трансляцію, якщо IP-мережа управляється кількома провайдерами.

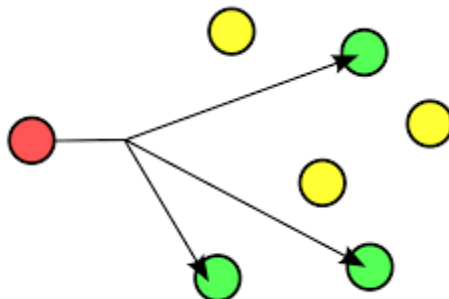


Рисунок 2.6 – Спосіб multicast

Під час unicast (рис 2.7) трансляції виконується передача пакета від одного хоста до іншого

Пристрій абонента встановлює з'єднання з широкомовним сервером і отримує потік для використання.

Плюси: Легше доставляти такий вміст через Інтернет. Можливо доставка контенту в IP-мережах інших операторів.

Мінуси: якість контенту безпосередньо залежить від пропускної здатності, тому ні гарантовано.

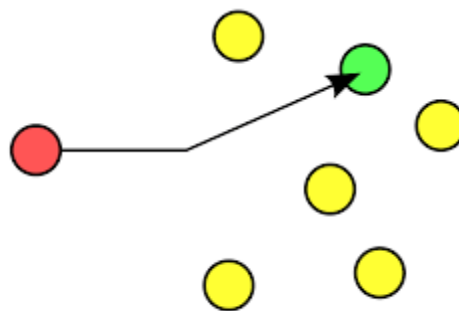


Рисунок 2.7 – Спосіб unicast

2.5 IP відеоспостереження

IP-камери відеоспостереження знімають відео та транслують відеопотік у цифровому форматі за допомогою мережевих протоколів, які забезпечують маршрутизацію пакетів. По суті, мережева камера - це камера спостереження плюс мікрокомп'ютер. Він складається з матриці, лінзи, центрального процесора, процесора обробки, процесора стиснення та мережевого інтерфейсу.

IP-камери працюють на Ethernet, технології, яка підключає пристрої до локальної мережі (LAN) для передачі пакетів. Системи відеоспостереження на основі мережевих камер цілком достатньо для звичайної локальної офісної мережі, яка звикла об'єднувати комп'ютери.

Ethernet описується групою стандартів IEEE 802.3. Ці стандарти визначають формат кадру та протокол керування доступом до носіїв каналного рівня моделі для взаємодії між пристроями.

Головною відмінністю і першою перевагою мережевих камер відеоспостереження є передача цифрового відеосигналу від фоточутливої матриці на сервер.

Основні переваги IP камер:

- Масштабованість системи: кілька потоків запускаються по одному кабелю.
- Картинка має високу деталізацію.
- Великі цифрові та апаратні функції покращення зображення (WDR, BLC, HLC, EIS, DIS, DNR тощо).
- Стабільність якості картини під час трансляції.
низька відволікання.
- Транспортна безпека, що забезпечується кодерами та методами шифрування.
- Висока швидкість - До 50 кадрів в секунду і вище, значно підвищує інформативність знімків.
- Трансляція сигналу без втрати чіткості зображення.

2.6 Технології побудови мереж та ієрархічна модель

У попередніх пунктах було визначено, що для створення мережі буде використана топологія «зірка». На основі максимальних значень, отриманих від навантаження та аналізу взаємного розташування телекомунікаційної інфраструктури в житлових районах "М.Park", основні вимоги до технологій на всіх рівнях ієрархії мережі зведені в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Вимоги до технологій

	ядро	розподіл	доступ
Топології	«зірка»	«дерево»	«зірка»
Мультисервіс	так	так	так
Пропускна здатність (Мбіт/с)	1000	833	21
Довжина ділянки (м)	50	500	75

Ключовими факторами при виборі технології організації сегментів мережі є довжина кабелю та пропускна здатність. Ще один важливий фактор при побудові мережі – її організаційні витрати [7].

Завдяки технології сімейства Gigabit Ethernet можна налаштувати свою мережу на базовому рівні. Існує три різних стандарти фізичного рівня для Gigabit Ethernet, що використовують волоконну оптику (1000Base-X), виту пару (1000Base-T) або збалансовану мідь (1000Base-CX). У таблиці 2.2 наведено основні особливості стандарту.

Таблиця 2.2 – Логічні інтерфейси Gigabit Ethernet

Стандарт	Тип середовища	Відстань, км
1000BASE-CX	Кабель – мідний	0.023
1000BASE-BX10	Одномодове волокно, по signale – strand fiber: 1490 нм прямий канал 1310 нм зворотній канала\	10
1000BASE-T	Вита пара (CAT-5, CAT-5e, CAT-6, CAT-)	0.1
1000BASE-SX	Волокно - багатомодове	0.55
1000BASE-LX	Волокно - одномодове	5
1000BASE-SX	Довжина хвилі багатомодового волокна – 850 нм	0.55
1000BASE-LH	Довжина хвилі багатомодового та одномодового волокна – 1310 нм	10
1000BASE-ZX	Довжина хвилі одномодового волокна –	70

	1510 нм	
1000BASE-LX10	Довжина хвилі одномодового волокна – 1310 нм	10

Виходячи з наведених вище стандартних специфікацій, рекомендовано використовувати технологію 1000 Base-T, яка забезпечує мережу з різножильних проводів для мідних кабелів зв'язку на основі крученої пари. Ця технологія була обрана через зручність підключення, якість інтернету, а також ця технологія буде більш краща для того, щоб використовувати її у жилому комплексі.

Після аналізу даних у таблиці 2.2 для побудови магістрального сегменту розподільчої мережі (між будівлями) слід використовувати оптичну технологію Gigabit Ethernet або технологію пасивної оптичної мережі.

2.7 Комунікаційне обладнання комп'ютерної мережі

Мережевий адаптер (мережева карта) — пристрій двостороннього обміну даними між комп'ютером та комп'ютерною мережею як середовищем передачі даних. Крім організації обміну даними між персональними комп'ютерами та комп'ютерними мережами, мережні адаптери виконують функції буферизації (кешування даних) та зв'язку комп'ютерів із мережними кабелями. Мережевий адаптер реалізує функції фізичного рівня, а функції канального рівня семирівневої моделі ISO реалізуються мережним адаптером та його драйвером.

Адаптер має власний процесор і пам'ять. Карти класифікуються за типом порту, який вони підключають до комп'ютера: ISA, PCI, USB. Найпоширенішими з них є мережеві карти PCI. Плата зазвичай встановлюється в слот розширення PCI на материнській платі ПК і підключається до мережевого кабелю з роз'ємом RJ-45 або BNC.

Існує два типи мережевих карт, серед яких є, адаптери для клієнтських комп'ютерів та серверний адаптер.

Залежно від технології застосування комп'ютерної мережі Ethernet, Fast Ethernet або Gigabit Ethernet мережева карта забезпечує швидкість передачі даних: 10, 100 або 1000 Мбіт/с.

Мережевий кабель для комп'ютерної мережі.

В якості кабелів для з'єднання персональних ПК і комунікаційного обладнання в комп'ютерну мережу використовуються такі кабелі:

- кручена пара;
- коаксіальний кабель;
- Волоконно-оптичні кабелі.

Віта пара - це кабель зв'язку, що є парою скручених мідних проводів (або пар), загорнутих в екрановану оболонку. Пари дротів скручені разом, щоб зменшити перешкоди. Віта пара дуже несприйнятлива до перешкод. Існує два типи цього кабелю: неекранована кручена пара UTP і екранована кручена пара STP.

Цей кабель простий у встановленні. Цей кабель є найдешевшим і найпоширенішим способом зв'язку та широко використовується в найбільш поширених локальних мережах з архітектурою Ethernet, побудованих за зіркоподібною топологією. Кабелі підключаються до мереж із роз'ємами RJ45.

Цей кабель використовується для передачі даних на швидкостях 10 Мбіт/с та 100 Мбіт/с. Віта пара зазвичай використовується для зв'язку на відстані до декількох сотень метрів. До недоліків крученої пари можна віднести можливість легкого несанкціонованого підключення до мережі.

Коаксіальний кабель є кабелем з центральною мідною жилою, оточеною шаром ізоляційного матеріалу для відділення центральної жили від зовнішнього екрана (оплетки або мідної фольги). Зовнішній струмопровідний екран кабелю покритий ізолюючим шаром.

Існує два типи коаксіального кабелю: тонкий коаксіальний кабель діаметром 5 мм та товстий коаксіальний кабель діаметром 10 мм. Товстий

коаксіальний кабель має менше загасання, ніж тонкий коаксіальний кабель. Коаксіальний кабель дорожчий за кручений пари, а встановлення мережі складніше, ніж кручена пара.

Наприклад, коаксіальні кабелі використовуються в ЛОМ з архітектурою Ethernet, побудованою за топологією «загальна шина». Коаксіальні кабелі більш стійкі до перешкод і зменшують власне випромінювання, ніж кручені пари. Пропускна спроможність – 50-100 Мбіт/с. Допустима довжина ліній зв'язку становить кілька кілометрів. Несанкціоноване підключення коаксіального кабелю складніше, ніж підключення кручений пари.

Волоконно-оптичний кабель є оптичним волокном на основі кремнію або пластику, укладеного в матеріал з низьким показником заломлення і покриті зовнішньою оболонкою.

Оптичні волокна передають сигнали лише одному напрямку, тому кабель і двох волокон. На передавальній стороні оптичного кабелю електричний сигнал повинен бути перетворений на світло, а на стороні, що приймає, — зворотне перетворення.

Основною перевагою цього кабелю є його висока схибленість і відсутність випромінювання. Несанкціоновані підключення дуже складні. Швидкість передачі 3 Гбіт/с. Основними недоліками волоконно-оптичних кабелів є складний монтаж, низька механічна міцність та чутливість до іонізуючого випромінювання.

Проміжний пристрій зв'язку у комп'ютерній мережі. Як проміжні пристрої зв'язку можуть використовуватися такі пристрої: приймачі, повторювачі, концентратори, комутатори, мости, маршрутизатори, шлюзи. Повторювачі — апаратні пристрої, призначені для відновлення та посилення сигналу в комп'ютерній мережі з метою збільшення його довжини [8].

Трансивер — це апаратний пристрій, який використовується для двонаправленої передачі між адаптером і мережевим кабелем або двома сегментами кабелю. Основною функцією трансивера є посилення сигналу.

Трансивери також використовуються як перетворювачі для перетворення електричних сигналів в інші типи сигналів (оптичні або радіо) для використання з іншими засобами передачі інформації.

Концентратор — це апаратний пристрій множинного доступу, який об'єднує окремі фізичні сегменти кабелю в одній точці для формування спільного середовища передачі даних або фізичного сегмента мережі.

Комутатор - це програмно-апаратний пристрій, який розділяє все середовище передачі даних на логічні сегменти. Логічні сегменти утворюються шляхом об'єднання кількох фізичних сегментів за допомогою концентраторів. Кожен логічний сегмент підключається до окремого порту комутатора.

Мости — це програмні та апаратні пристрої, які забезпечують зв'язок між декількома локальними мережами або частинами однієї мережі, які працюють за допомогою різних протоколів. Мости призначені для логічної побудови мереж або для з'єднання по суті ідентичних мереж з деякими фізичними відмінностями. Міст ізолює трафік в одній частині мережі від трафіку в іншій, покращуючи загальну продуктивність передачі даних.

Маршрутизатор — це комунікаційний пристрій, який забезпечує маршрутизацію для передачі даних між кількома мережами з різними архітектурами або протоколами. Маршрутизатори використовуються лише для з'єднання однорідних мереж і мереж гілок із кількома паралельними маршрутами. Маршрутизатори та програмні модулі мережевої операційної системи реалізують функції мережевого рівня. Шлюз — це комунікаційний пристрій (наприклад, комп'ютер), який об'єднує різні мережі з різними протоколами обміну. Шлюз повністю перетворює весь потік даних, включаючи код, формат, метод керування тощо.

Комунікаційне обладнання: мости, маршрутизатори та шлюзи в локальній мережі зазвичай є спеціальними комп'ютерами зі спеціальним програмним забезпеченням.

2.8 Структурна схема мережі

Структурна схема телекомунікаційної мережі наведена у додатку А. Вона показує розміщення елементів мережі стосовно один одного та розподіл самої мережі на рівні. Сучасна мережа створюється на основі трьох рівнів: ядра (Core), розподілу (Distribution) і доступу (Access), як це показано на рис.2.2. На рівні доступу забезпечується підключення кінцевих робочих станцій. На рівні розподілу реалізується маршрутизація пакетів і їх фільтрація (на основі списків доступу й т.п). Завдання устаткування рівня ядра – максимально швидко передати трафік між устаткуванням рівня розподілу. Також ядро мережі повинне мати можливість нарощування ємності і бути найнадійнішим обладнанням у всій мережі.

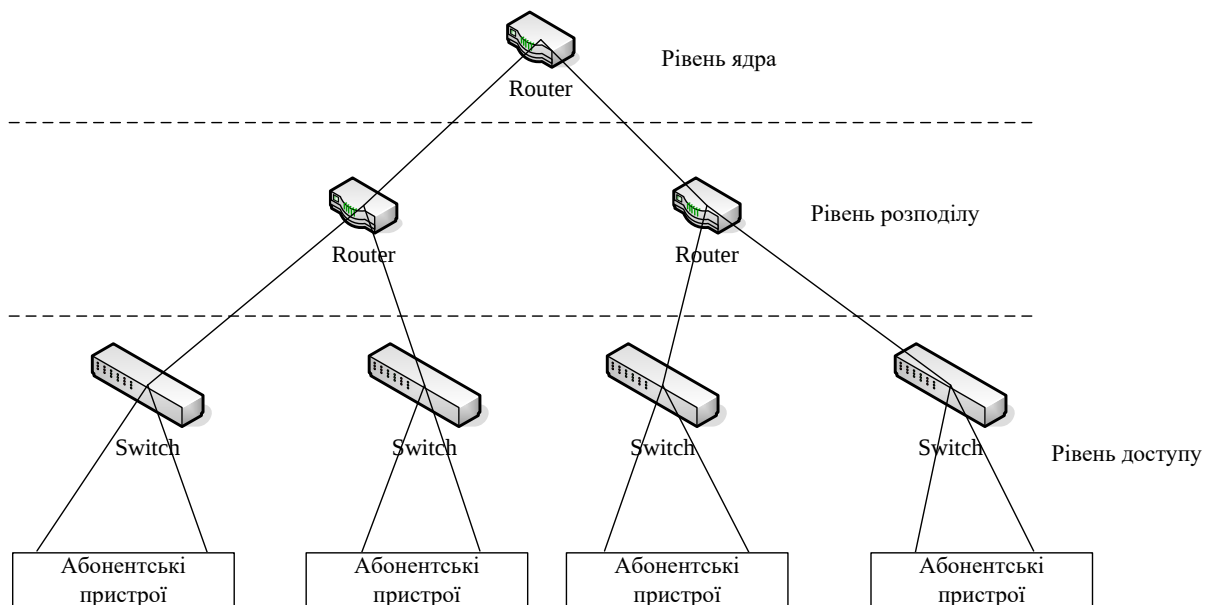


Рисунок 2.2 – Трирівнева структура мережі

В мережі, що проектується, маршрутизатором рівня ядра виступає маршрутизатор, що знаходиться у будівлі одного з будинків. Від нього йдуть лінії на численні маршрутизатори рівня розподілу. У їх ролі виступають маршрутизатори, що розташовані у 2х будівлях ЖК. Також є маршрутизатор рівня розподілу, незалежно від маршрутизатора рівня ядра. Комутатори ж, що наявні у нашій схемі, виконують роль обладнання рівня доступу, що поєднує обладнання доступу та кінцеві абонентські пристрої (це, так названа, остання

миля). У схемі присутні також комутатори, що просто об'єднують комутатори доступу, для більш оптимального використання маршрутизатора рівня розподілу.

Також треба зазначити, що кожна з ліній дублюється. Це робиться для забезпечення резервного зв'язку. Таким чином набагато зменшилася імовірність того, що якийсь вузол не зможе працювати через пошкоджену лінію.

У структурній схемі можна побачити, які типи кінцевого обладнання підключаються до мережі та у якій кількості. Це і комп'ютери, й IP-телефони, і камери відео спостереження, пристрої, що підключаються за технологією wi-fi датчики пожежної сигналізації, з яких інформація передається у базу даних та нп пульт дичпетчера, і сервери, що виконують різноманітні функції. Усе це зображено не для кожного вузла, а тільки для деяких, щоб показати сам принцип побудови мережі. Усі інші вузли обладнуються таким самим чином.

Структурна схема системи сповіщення представлена окремо та докладно на рис.2.3.

Для забезпечення всіх функціональних можливостей системи сповіщення застосовані наступні рішення:

Кожен будинок розділений на зони оповіщення:

- Адміністративні приміщення;
- Квартири 1ї секції 1ї будівлі;
- Квартири 2ї секції 2ї будівлі;
- Квартири 1ї секції 1ї будівлі;
- Квартири 2ї секції 2ї будівлі;
- Коридори;
- Сходові приміщення;
- Прилегла зовнішня територія (двір);
- Підземний паркінг 1ї будівлі;
- Підземний паркінг 2ї будівлі.

Даний розподіл на зони оповіщення дозволить, у випадку виникнення пожежі, у першу чергу забезпечити оповіщення диспетчерського пункту житлового комплексу. Зробити передачу тривожного повідомлення по всіх інших зонах або провести евакуацію в ручному режимі.

За допомогою блоку інтерфейсу передбачають використання 3-х провідної лінії трансляції для забезпечення можливості автоматичного відключення звукопідсилювальних комплексів великих зон у випадку трансляції тривожних повідомлень.

Коридорні приміщення виділені в окрему зону для забезпечення можливості ведення радіотрансляції тільки по коридорах. При необхідності можливе ведення радіотрансляції по інших зонах оповіщення.

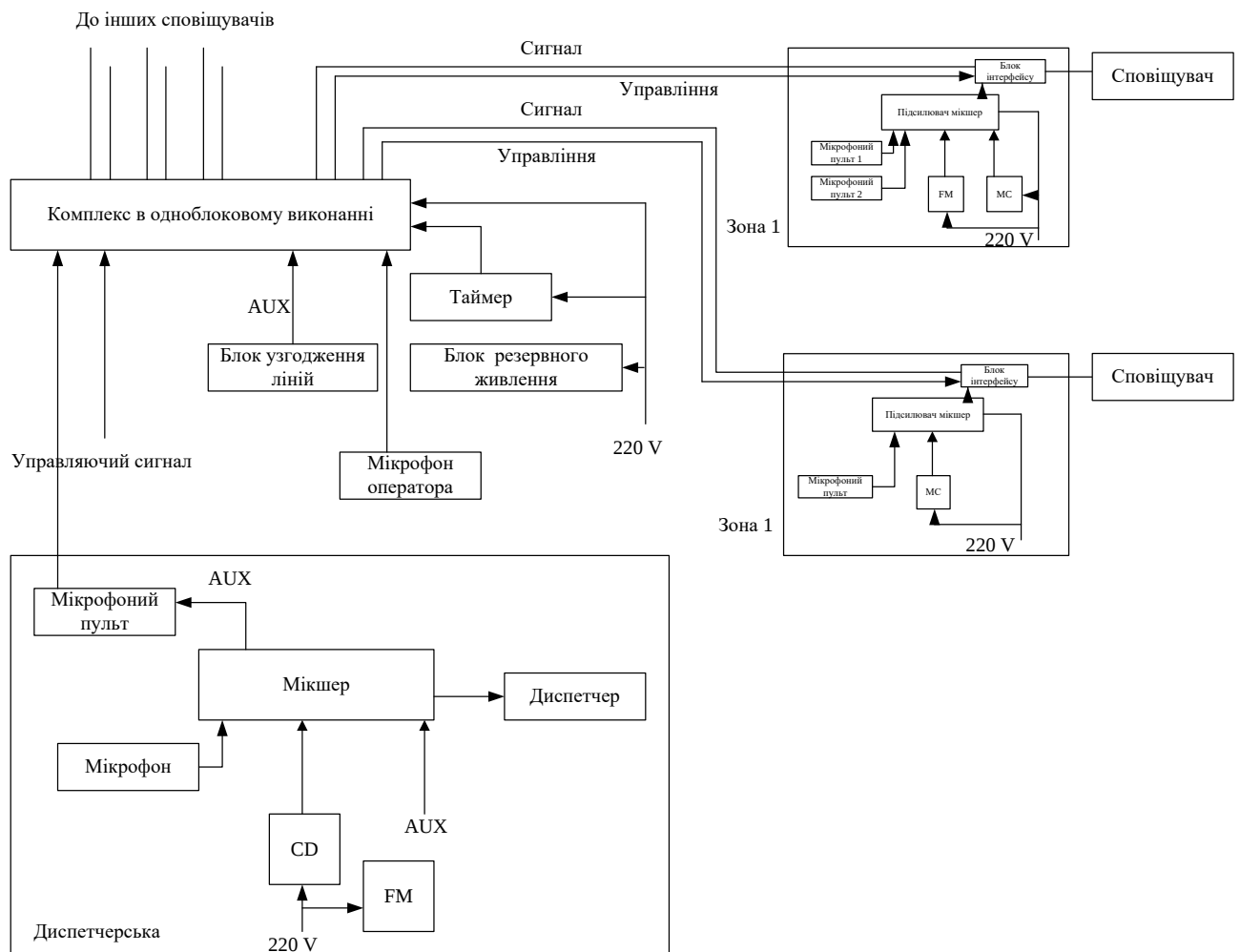


Рисунок 2.3 – Структурна схема системи сповіщення для ЖК

На рис 2.4 приведена конструкція операторського місця диспетчерського пульта сповіщення про надзвичайні ситуації.

На рис 2.5 приведена конструкція операторського місця диспетчерського пульта системи відеоспостереження.

На рис. 2.4 – 2.5 прийняті наступні позначення:

- 1 – телекомунікаційна шафа UA-MGSE4288B;
- 2 – дисплей 34" 34UM68-P;
- 3 – динаміки;
- 4,5,6,7 – компоненти ПК оператора.

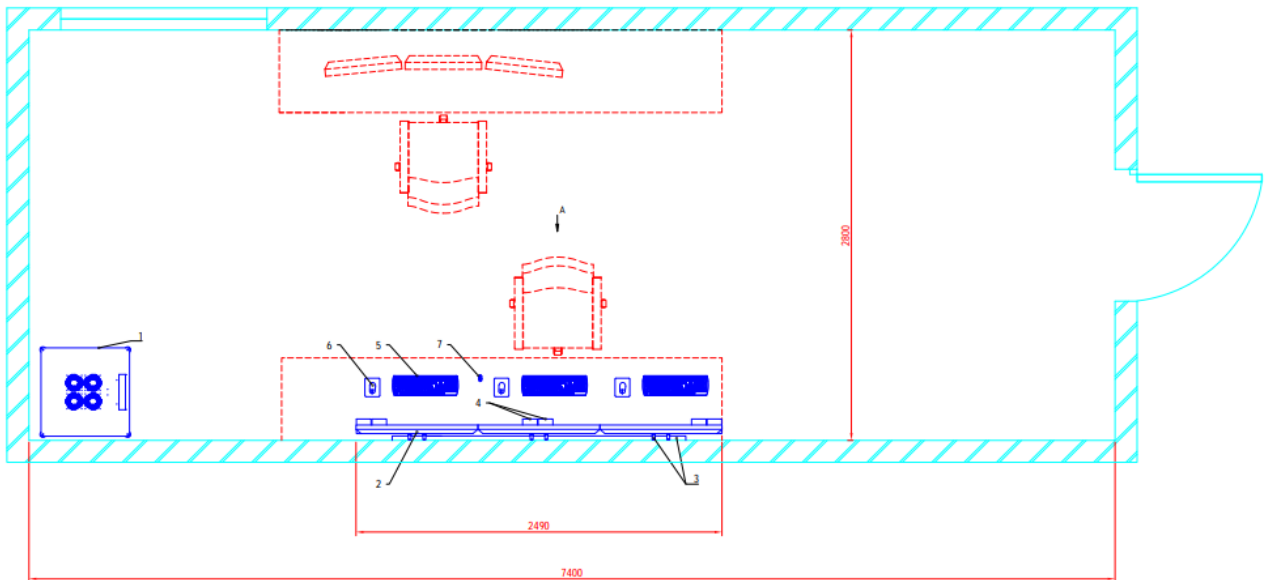


Рисунок 2.4 – Конструкція операторського місця диспетчерського пульта сповіщення

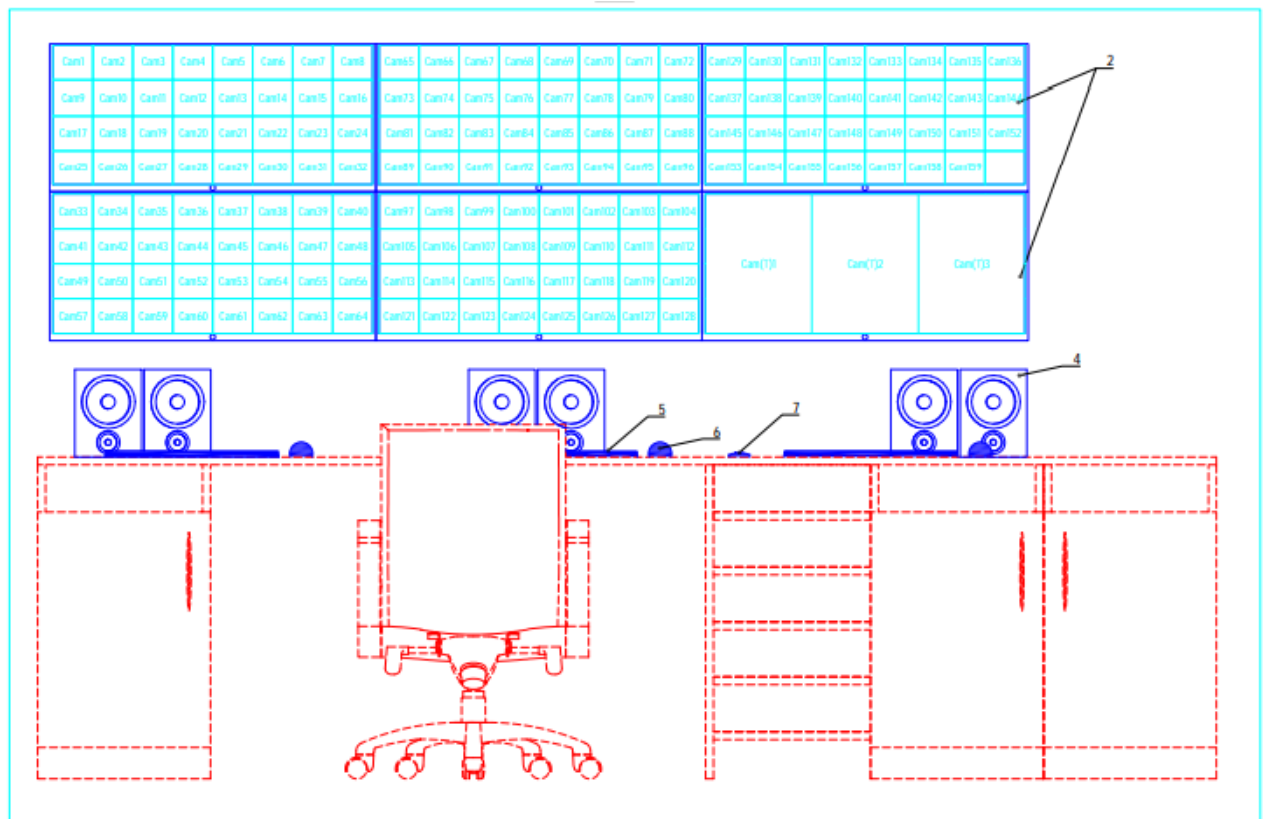


Рисунок 2.5 – Конструкція операторського місця диспетчерського пульта системи відеоспостереження

2.9 Функціональна схема мережі

Проектована інформаційна-комунікаційна мережа є мультисервісною (тобто передає різні види трафіку: дані, голос, відео). Вона має деревовидну топологію, що включає у себе рівень ядра, рівень розподілу та рівень доступу. Усе це реалізовано за допомогою маршрутизаторів, комутаторів різних рівнів та різного типу кінцевого обладнання. Для мережі використана технологія Ethernet для всіх рівнів.

Проаналізувавши передбачуваний трафік на різних ділянках мережі було обрано певні інтерфейси. Так, у якості інтерфейса між маршрутизатором ядра та маршрутизаторами розподілу було обрано 1000BASE-LX. 1000BASE-LX - це стандарт, що використовує одномодове волокно. Швидкість тут приблизно 3 Гбіт/с, цього нам вистачає з запасом (тобто, є можливість у майбутньому

наростити нашу мережу, тим паче, що використовувана технологія Ethernet це дозволяє). Дальність проходження сигналу без повторювача до 5 кілометрів. На ділянці між маршрутизаторами одного й того ж рівня (рівня розподілу) було використано інтерфейс 100BASE-FX. Це стандарт, що використовує багатомодове волокно. Максимальна швидкість тут становить 100Мбіт/с (що також обрано з запасом). Максимальна довжина обмежена тільки величиною загасання в оптичному кабелі й потужністю передавачів, по різних матеріалах від 2-х до 10 кілометрів. На ділянках мережі від маршрутизатору розподілу до комутаторів різних типів використовується інтерфейс 100BASE-TX. Цей стандарт - це розвиток стандарту 10BASE-T для використання в мережах топології "зірка". Задіяна кручена пара категорії 5, фактично використовуються тільки дві неекрановані пари провідників, підтримується дуплексна передача даних, відстань до 100 м, максимальна швидкість передачі інформації 100Мбіт/с. Інтерфейс, що використовується на ділянці між серверами та комутатором, що їх поєднує, такий самий (100BASE-TX), бо потік даних на сервери та від них досить великий [9].

На рівні доступу (остання миля) у якості інтерфейсу використовується також інтерфейс 100BASE-TX. 10BASE-T зараз майже не використовується, треба дивитися в майбутнє при проектуванні мережі.

Що стосовно типу кабеля, то Fast Ethernet використовує неекранований кабель зі скручених пар провідників (UTP), як зазначено у специфікації IEEE 802.3u для 100BASE-T. Стандарт рекомендує використовувати кабель категорії 5 із двома або чотирма парами провідників, поміщених у пластикову оболонку. Кабелі категорії 5 сертифіковані для смуги пропускання 100 Mhz. В 100BASE-TX одна пара використовується для передачі даних, друга - для виявлення колізій і прийому.

Для підключення оптоволокна до обладнання використовують модуль SFP. Модулі SFP використовуються для приєднання плати мережного обладнання (комутатора, маршрутизатора або подібного обладнання) до оптоволокну або неекранованій крученому парі, що виступають у ролі

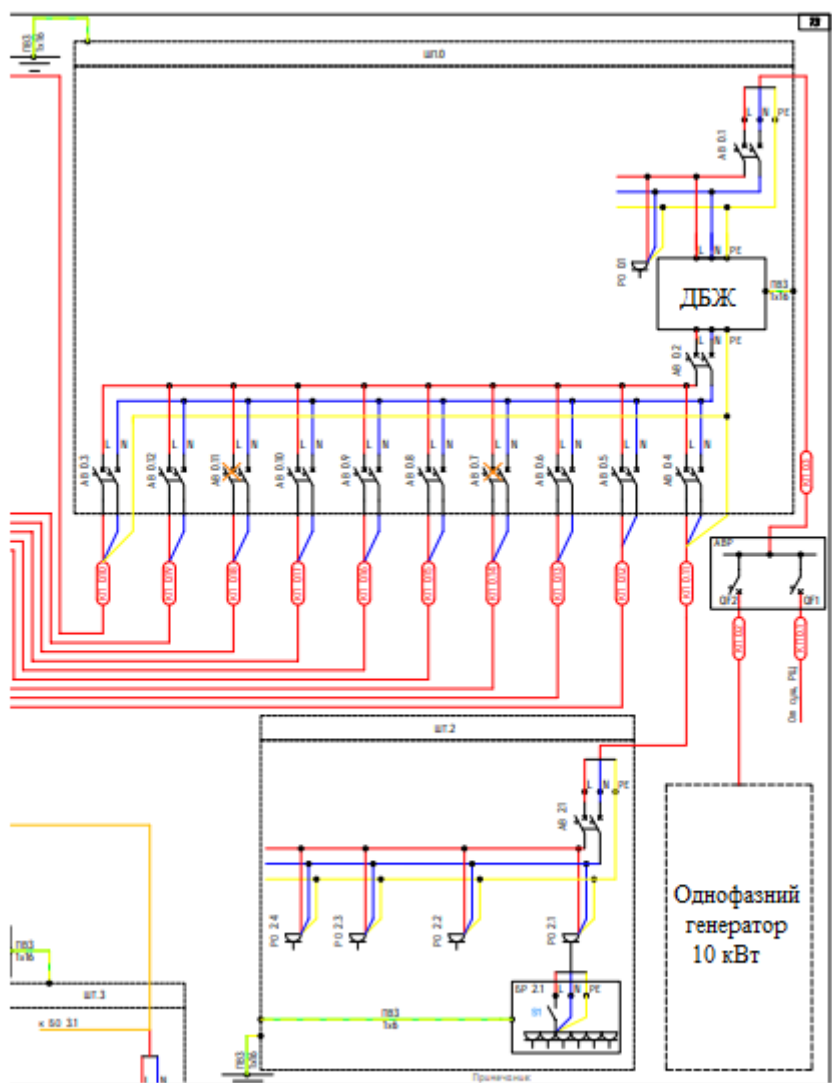
мережного кабелю. Модуль SFP прийшов на зміну більш громіздкому модулю GBIC. Модуль має роз'єм, що можна порівняти по розміру з роз'ємом RJ45. Найпоширеніші області застосування SFP-модулів - передача даних у телекомунікаційних мережах на швидкостях вище 100 Mbps.

Так як у нашій мережі широко використовується IP-телефонія (Voip - Voice over IP) –технологія, яка використовується для передачі мовних сигналів в Інтернет, зв'язуючи тим самим два різні світи - світ телефонії та світ Інтернет.

Мережа IP-телефонії (згідно з рекомендаціями ITU-T H.323) являє собою набір наступних обладнань, з'єднаних по IP- Мережі:

- шлюз (gateway);
- диспетчер (gatekeeper);
- монітор (administration manager).

На сьогодні досить актуальним є забезпечення функціонування системи сповіщення при відсутності електропостачання задля своєчасного швидкого реагування при виникненні надзвичайної ситуації. Для забезпечення альтернативного та резервного живлення телекомікаційної системи, що має у складі проектовану систему сповіщення пропонується наступна система, яка представлена на рис. 2.6.



Римунок 2.6 – Фрагмент резервної системи живлення

На рис.2.6 прийняті наступні позначення:

- РО п.п – розетка на din рейку;
- АВ п.п – автоматичний вимикач;
- ДБЖ – джерело безперебійного живлення;
- БР п.п – блок на 9 розеток типу Schuko;
- АВР – автоматичний ввід резерву.

Висновки до розділу

У даному розділі було обрано топологію мережі, а саме «зірка». Було обрано протокол мережі SIP для IP телефонії. Розглянуто способи побудови IPTV, та переваги IP відеоспостереження.

Обрано технологію побудови мережі 1000 Base-T, виділено її переваги для ЖК М.Park. Проведено аналіз необхідного комунікаційного обладнання. Створено структурну та функціональну схему мережі.

3 АНАЛІЗ ТА ВИБІР СИСТЕМИ СПОВІЩЕННЯ

3.1 Типи систем оповіщення

Система оповіщення та управління евакуацією (СОУЕ): комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на одночасне повідомлення людям інформації про надзвичайні ситуації та необхідних шляхах евакуації.

На (рис 3.1) можна побачити приблизну класифікацію СОУЕ

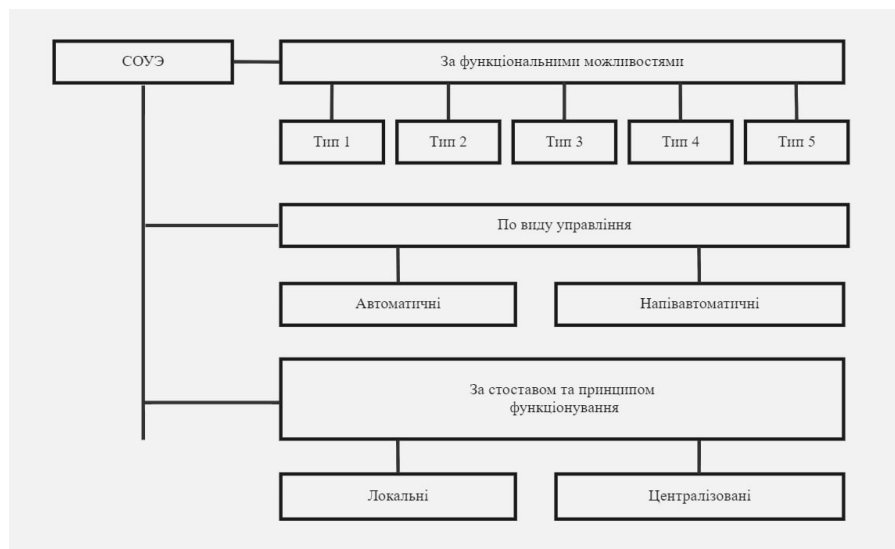


Рисунок 3.1 - Класифікація СОУЕ

В залежності від способу оповіщення, поділу будівель на зони попередження тощо СОУЕ поділяються на 5 типів, опис яких наведено в нормативних документах [1].

Перший тип характеризується наявністю способів звукового сповіщення (мелодії, тональні сигнали тощо);

Другий тип характеризується наявністю звукового способу сповіщення та індикатора «виходу». Повідомлення здійснюються одночасно в усіх кімнатах;

Третій тип характеризується голосовим способом сповіщення (запис і передача спеціального тексту) та наявністю індикатора «вихід». Порядок

оповіщення передбачає: спочатку обслуговуючий персонал, потім усі інші у спеціально сформульованому порядку;

Четвертий тип характеризується наявністю способів голосового оповіщення, показчиків напрямку руху та показчиків «виходу». Повинен бути забезпечений зв'язок між зоною охорони та диспетчерською. Порядок оповіщення передбачає: спочатку обслуговуючий персонал, потім усі інші у спеціально сформульованому порядку;

П'ятий тип характеризується наявністю способу голосового сповіщення, показчика напрямку руху та показчика «виходу». Індикатори напрямку руху повинні бути включені в кожній зоні окремо. Повинен бути забезпечений зв'язок між зоною охорони та диспетчерською. Прописується порядок оповіщення: спочатку обслуговуючий персонал, а потім у спеціально встановленому порядку.

Можливість забезпечити повну автоматизацію та впровадження системи управління сигналізацією

Безліч варіантів організації евакуації з кожного оточеного району.

3.2 Вибір типу звукової сигналізації

Для більшості малих і середніх об'єктів норми пожежної безпеки визначають установку СОУЕ 1 і 2 категорії. Завчасне оповіщення та управління евакуацією персоналу при виникненні пожежі в таких об'єктах здійснюється шляхом подачі звукових і світлових сигналів на всі місця постійного або тимчасового перебування персоналу в об'єкті.

На невеликих об'єктах панелі керування (РРС) або панелі керування (СР) для пожежної та охоронної сигналізації використовуються як елементи керування для цих типів систем керування, але, як правило, джерело живлення для більшості панелей керування та засобів керування живить пристрої попередження Панелі обмежені.

Для вирішення цієї проблеми при реалізації функцій оповіщення на невеликих об'єктах необхідно використовувати реле ППК і КП (як схеми управління) і джерела безперебійного живлення системи (пристрої як схеми сигналізації). Але в обох випадках необхідно пам'ятати про виконання обов'язкових вимог до подушок безпеки - реалізації функції апаратного контролю цілісності сигнальної лінії (шлейф), контрольованої роботи апаратури управління та живлення.

При виборі звукових оповіщувачів для СОУЕ типів 1 і 2 необхідно враховувати, що тон сигналу пожежної тривоги повинен відрізнятися від звукового сигналу, який використовується не за призначенням (п. 3.24 НПБ 104-03). Крім того, при виборі тієї чи іншої сирени, в першу чергу, слід орієнтуватися не на її вартість, а на характеристики, які виробник має додавати до свого товару у вигляді паспорта, або вказувати в інструкції з установки.

Окрім таких важливих характеристик, як звуковий тиск, який забезпечує звуковий сигналізатор, слід також звернути увагу на струм споживання пристрою, оскільки велике споживання струму звуковим сигналізатором може значно збільшити енергоспоживання системи.

Це в свою чергу впливає на енергоспоживання СОУЕ, а також на ємність батареї і перетин лінії живлення, що неодмінно призведе до збільшення вартості всієї системи. В якості світлових сповіщувачів найчастіше використовуються світлове табло «вихід» і світловий показчик «напрямок руху». Їх використання також суворо регламентується нормами пожежної безпеки. У деяких випадках доводиться використовувати нові на ринку України миготливі сповіщувачі (строби), які активно використовуються в розвинених країнах Європи та Америки.

Вони необхідні, перш за все, там, де можуть проживати, відпочивати чи перебувати люди з вадами слуху, або де використання звукових і голосових оповіщувачів неефективно через дуже високий рівень шуму. Необхідно також враховувати, що в задимленості традиційні світлові оповіщувачі втрачають своє

функціональне навантаження за своїми характеристиками, шлях евакуації можуть вказати лише сповіщувачі стробоскопів.

При проектуванні СОУЕ 3, 4 і 5 типів необхідно пам'ятати, що ці системи є автоматизованими, тобто основна роль ініціювання та управління системою оповіщення покладається на автоматизацію. Ці системи запускаються командними імпульсами від автоматичної пожежної сигналізації чи пристроїв пожежогасіння чи ручних сповіщувачів, і через останнє нові вимоги не поширюються на використання звичайних побутових вимикачів та іншого несертифікованого обладнання. Роль людини в управлінні такими системами зведена до мінімуму, що виключає так званий «людський елемент».

У СОУЕ категорій 3, 4 і 5 одним із основних методів оповіщення є голос – передача тексту, спеціально розроблена для запобігання паніці та допомоги в ефективній евакуації. Попередньо записаний текст повідомлення повинен містити не лише інформацію про потреби евакуації, а й про шляхи евакуації, напрямки руху та інші дії, спрямовані на безпеку людей. При цьому система повинна мати можливість одночасно надавати необхідну інформацію в різні зони оповіщення у разі загрози здоров'ю та життю персоналу, а головне – автоматично коригувати інформацію про зміну маршруту евакуації у разі надзвичайної ситуації. Екстрені зміни обстановки під час пожежі.

Третій, четвертий і п'ятий типи СОУЕ також повинні мати функції живлення та керування звуковими, світловими та комбінованими оповіщувачами, а також функції живлення та керування електромагнітним замком запасного виходу. Тому, вибираючи блок управління СОУЕ 3-5, важливо стежити не тільки за лінією (шлейфом) мовного оповіщення, а й за лінією (шлейфом) світлової та звукової сигналізації!

Згідно з вимогами НПБ 77-98, будь-яка система попередження, яка використовується для генерації СОУЕ категорії 3, категорії 4 і 5, а також SOUE категорії 1 і 2, повинна залишатися повністю працездатною у разі втрати живлення від мережі. При цьому вони повинні автоматично переходити в автономний режим, сигналізувати про зміну режиму оператору і повертатися в

нормальний стан після відновлення живлення без помилкових тривог. Тому, проектуючи СОУЕ категорії 3, 4 і 5, будь ласка, переконайтеся, що обладнання, яке ви надаєте, відповідає цим технічним вимогам і містить спеціальне обладнання для моніторингу та відповідного заряджання акумуляторів.

3.3 Принципи проектування системи

СОУЕ має бути структуровано таким чином, щоб реалізувати план евакуації на випадок пожежі. Плани евакуації - це не просто знайомі кожному схеми, як правило, на стінах коридорів і вестибюлів, а серйозна технічна документація, розроблена спеціально для кожного об'єкта на етапі обстеження або проектування.

При проектуванні СОУЕ необхідно мати на увазі, для чого власне потрібна система - по-перше, щоб інформувати людей про пожежу і контролювати їх переміщення в безпечну зону. Невиправдана складність структури СОУЕ призведе до неможливості гарантувати належний рівень надійності, і система не зможе працювати в критичні моменти.

На практиці доводиться стикатися з бажанням проектувальника побудувати голосову СОУЕ з великою кількістю охоронних зон. Хочу звернути особливу увагу на те, що побудова зонування СОУЕ має бути чіткою. Слід розуміти, що зона пожежної сигналізації і зона трансляції – це зовсім не одне і те ж. Якщо в звуковій системі (системі передачі) необхідні перегородки може визначити замовник, а кількість перегородок обмежена лише економічними можливостями, то в СОУЕ кількість перегородок може бути збільшена тільки в двох випадках.

Неможливо евакуювати всіх людей з об'єкта одночасно, тому необхідно по чергово оповіщати осіб, які знаходяться в різних частинах будівлі;

Щоб запобігти паніці та підготуватися до евакуації, необхідно спочатку повідомити персонал, відповідальний за безпечний об'єкт, а потім весь інший персонал.

Необґрунтоване збільшення кількості зон оповіщення ускладнить алгоритми евакуації людей у разі виникнення пожежі, суттєво здорожить побудову такої багатозонної системи та зробить ефективний процес малоїмовірним навіть при повністю автоматизованому контролі.

Іноді доводиться стикатися з цим явищем, коли замовники хочуть використовувати голосові ресурси СОУЕ в якості радіо та музичного озвучення будівлі. Сучасне СОУЕ дозволяє повністю реалізувати ці вимоги. Але іноді поєднання цих ознак досягає абсурдних масштабів. Це суворо заборонено, коли використовують пристрій користувача з регулюванням гучності, наприклад, як голосову підказку.

У деяких випадках використовуються аттенюатори з вбудованими реле для регулювання гучності оповіщувача, відключаючи аттенюатор при спрацюванні системи оповіщення. Необхідно визначити, як контролювати цілісність лінії сповіщувача та чи варто намагатися об'єднати систему сигналізації з мережею радіомовлення будівлі.

По-перше, вартість такого завдання, швидше за все, перевищила б вартість самої мережі радіомовлення, а по-друге, надійність системи раннього оповіщення значно знизилася, що зробило б дотримання нормативних вимог предметом припущень. Основна складність при проектуванні сигналізації полягає в правильному підборі кількості сигналізаторів, комутаційної потужності та оптимального розміщення.

Розташування оповіщувача слід вибрати не з міркувань простоти монтажу чи конструкції, а виходячи з досягнення максимальної чутності та розбірливості інформації, що передається. Діапазон мовних частот, який найбільше сприймає людське вухо, знаходиться в діапазоні від 400 Гц до 4 кГц.

Будь-яке розширення цього діапазону, особливо в області низьких частот, знижує розбірливість переданої інформації. Вибір кількості та потужності включення сирен в конкретному приміщенні безпосередньо залежить від наступних основних параметрів: рівня шуму приміщення, розміру приміщення та звукового тиску встановлених сирен.

Багато разів рівень гучності звуку сирени пов'язаний із потужністю, яку він містить у лінії трансляції – що зовсім не так. Гучність залежить від рівня звукового тиску, який може створити сирена. Одиницею вимірювання цього параметра є децибели (дБ). Характеристикою кожного сповіщувача є рівень звукового тиску, виміряний на відстані 1 м уздовж осі випромінювання.

Енергетичною характеристикою сирени є потужність, яку вона споживає з лінії трансляції (комутаційна потужність). Тут він вимірюється у ватах (Вт). Цей параметр в основному використовується для розрахунку необхідної потужності підсилювача. Думка про те, що гучність звуку безпосередньо залежить від потужності сирени, помилкова. При виборі потужності для включення сирени основним параметром є звуковий тиск, який вона забезпечує при цій потужності.

Сьогодні на ринку є велика кількість сирен на вибір, і всі вони мають різні унікальні характеристики. Як правило, виробники вказують ці характеристики. Російський ринок систем пожежної безпеки в даний час пропонує велику кількість систем або окремих компонентів систем сигналізації, як імпортованих, так і вітчизняних виробників. Освоєння ринку систем раннього оповіщення вітчизняними виробниками тільки почалося, якому саме обладнанню буде віддана перевага в майбутньому, покаже час.

3.4 Вибір обладнання

Основними елементами системи оповіщення є вибір джерел трансляції та підсилювачів звуку. В роботі буде розглянута автоматична система оповіщення РАС-5000А. Система має вихідну потужність 300 Вт і може підтримувати 24 зони сигналізації. Він здатний транслювати аудіосигнали з мікрофонів, компакт-дисків, пристроїв USB і пристроїв, підключених через AUX.

Характеристики:

- Номінальна вихідна потужність, Вт: 600

- Максимальна споживана потужність, Вт не більше: 790
- Споживана потужність в черговому режимі, Вт: –
- Напруга живлення АС, В: 220/24|
- Вбудовані джерела сигналу: CD / USB / MP3 програвач / АМ / FM тюнер
- Кількість мікрофонних входів: 1
- Параметри виходу підсилювача, в / Ом: 10
- Діапазон частот, Гц: 50 ... 20000
- Кількість зон: 24
- Відношення сигнал / шум, дБ: більше 75
- Габаритні розміри, мм: 440x192x412
- Маса, не більше, кг: 12



Рисунок 3.2 – Автоматична система сповіщення РАС-5000А

Наступним ключовим елементом системи є акустична система IPS-W20W (рис. 3.3).

Настінні гучномовці IPS-W20W є двосмуговими настінними гучномовцями з вбудованим трансформатором 70 В / 100 В, який дозволяє значно знизити втрати в лінії і передавати сигнал на великі відстані при паралельному підключенні декількох гучномовців.

Вбудовані двосмугові динаміки 4" та 1,5" забезпечують широкий частотний діапазон 120 – 18000 Гц. Виводи обмоток трансформатора дозволяють підключити колонки різну потужність 2,5 Вт, 5 Вт, 10 Вт і 20 Вт, залежно від вимог кожного конкретного приміщення.

Гучномовці оснащені металевими ґратами, ABS корпусом та монтажним кронштейном з нержавіючої сталі. Просту та безпечну настінну установку забезпечує металевий монтажний кронштейн, що постачається у комплекті. Це ідеальний вибір для промислового та комерційного застосування в готелях, школах, офісах промислових підприємств, де потрібне фонове озвучування.



Рисунок 3.3 – Настінний гучномовець IPS-W20W

Настільний мікрофон RMC-02 (рис. 3.4) підключається до системи оповіщення для можливості голосового сповіщення.



Рисунок 3.4 – Настільний мікрофон RMC-02

Характеристики мікрофона RMC-02

- Тип: Електретний;
- Діаграма спрямованості: односпрямований;
- Діапазон відтворюваних частот: 40 Гц-16 кГц;
- Чутливість / опір: -45 дБ / 600 Ом;
- Відношення сигнал / шум: більше 65 дБ;
- Вихідний рівень: 1В;
- Максимальна довжина кабелю: до 500 м.;
- Живлення: 3В, два елементи "АА" або зовнішнє фантомне живлення 18-24В;
- Час роботи від батареї: не менше 20 год.;
- Розміри / вага: підстава - 100x56x150 мм, тримач мікрофона - d22x530 мм, 1,6 кг;
- Групова упаковка: 820x200x480 мм, 20,44 кг, 10 шт.

Висновки до розділу

У даному розділі було розглянуто типи систем сповіщення та обрано тип сповіщення СОУЕ 3-5. Розглянуто принципи проектування систем сповіщення та обрано обладнання, яке буде використовуватися для сповіщення населення об надзвичайних ситуаціях.

4 СИНТЕЗ МЕРЕЖІ ТА ІР ПРОЕКТУВАННЯ

4.1 Вибір середовища для створення симуляційної моделі мережі

Після завершення кроку проектування структурних та функціональних схем для умов ЖК М.Park, наступним кроком є створення симуляційної моделі телекомунікаційної мережі в поєднанні з системою сповіщення, це зазвичай робиться з використанням прикладних програм, віртуальних за стосунків чи онлайн-срвісів. Завдяки процесу моделювання проектувальники перевіряють адекватний стан спроектованої мережі, відповідність характеристикам та працездатність обладнання, щоб зробити висновок про доречність розробки в цілому [10].

Для вирішення цієї задачі існує велика кількість сервісів, як з відкритим доступом – глобальних, так і більш обмежених, закритих або специфічних для конкретних підприємств і корпорацій – локальних. Кожен з таких сервісів має як переваги так і недоліки у застосуванні, отже, розглянемо найбільш популярні відкриті сервіси:

1. Інструмент пакетного моделювання з відкритим вихідним кодом є також і NS, орієнтований на програмування на C++ та OTcl, зовнішні програми для візуалізації. Незважаючи на велику популярність і можливість завдання багатьох моделей, що масштабуються. Має GNU GPLv2 ліцензію, затверджену OSI, яка відповідає вимогам визначення відкритого вихідного коду та орієнтована на використання у дослідницькій роботі з програмуванням на C++ та Python API (як скриптовий, і для автоматичної генерації прив'язок C++ Python у складі NS є спеціальна утиліта), має якісне ядро та сучасну архітектуру. Для моделювання використовуються зовнішні програми. Цей програмний засіб реалізує такі моделі як: модель безпроводового каналу, модель фізичного рівня, модель інтерференції, модель протоколів канального, мережного, транспортного рівня, модель додатків та поведінки абонентів.

Пакети в NS є сховищем серіалізованих даних (у здебільшого заголовків). На кожному етапі можна порівняти вміст пакета-моделі з реальним пакетом, пакети можна записувати в trace-файли для перегляду у спеціалізованих програмах захоплення пакетів Packet Capture, що полегшує верифікацію моделі.. Але значним недоліком щодо використання даної системи – є її складність для звичайного користувача-проектувальника.

2. Комплекс інструментальних засобів «Optimum Performance Network» (OPNET) є віртуальним мережевим середовищем («Virtual Network Environment»), яке моделює поведінку мереж, що включають маршрутизатори, комутатори, протоколи, сервери та мережні програми. Віртуальне мережеве середовище дозволяє ефективно діагностувати складні проблеми, тестувати модифікації мереж перед їхньою практичною реалізацією, планувати майбутні сценарії, такі як зростання трафіку, збої та відмови мережі. Комплекс дозволяє моделювати локальні та глобальні мережі; аналізувати роботу клієнт-серверних додатків у мережі, дослідити вплив різних факторів та технологій на роботу мережі; здійснювати оцінку та аналіз продуктивності, аналіз та перевірку взаємодій мережевих протоколів, виконувати оптимізацію та планування мереж тощо. Основний недолік – висока ціна для проектування масштабних мереж, доступна безкоштовно тільки студентська версія при умові реєстрації.

3. Cisco Packet Tracer створений Cisco Systems, є інструментом моделювання, який дозволяє логічно створити топологію мережі, навіть не реалізуючи її фізично. Його можна використовувати для розуміння всіх основних концепцій комп'ютерних мереж, головним чином CCNA, для створення простих і складних мережних топологій. Існує дві версії Cisco Packet Tracer: версія для студентів і версія для викладачів. Однією відмінністю в обох є те, що у версії для інструктора можна створити власний іспит. З часом Cisco багато чого в ньому вдосконалила. Остання версія CPT тепер підтримує більше типів маршрутизаторів, брандмауер Cisco 5505, стільникову вежу, СО-сервер, Sniffer. Також є деякі покращення в режимі командного рядка. Справжні пристрої Cisco (маршрутизатори та комутатори) дуже дорогі, і зазвичай для

реального тестування проекрованої мережі проектувальники не купують одразу обладнання. За допомогою Packet Tracer можна створювати, налаштовувати та усувати неполадки в мережі з майже необмеженою кількістю пристроїв. І найкраща частина цього; не потрібно купувати справжній пристрій.

Основний недолік – це наявність обладнання лише фірми Cisco, але це не є ключовим при створенні симуляційної моделі, того обладнання, що наявне у Packet Tracer достатньо для якісного моделювання частин мережі, тестування та перевірки адекватності проектовано рішення.

Отже, саме середовище Packet Tracer буде використано для побудови симуляційної моделі для спроектованої інфокомунікаційної мережі з використанням системи сповіщення про надзвичайні ситуації для умов житлового комплексу.

4.2 Розподіл адресного простору

Виходячи з наявних даних, робимо перший етап проектування – призначення унікальних IP-адрес всім пристроям, що наявні у стимуляційній моделі.

Для здійснення правильного і логічного структурування мережі існує кілька досить простих методів, заснованих на використанні певного діапазону адрес для кожної групи мережі. Розбиття та ізоляція одна від одної мереж за допомогою технології VLAN, застосування брандмауера та списків ACL. Все це працює, коли застосовано підключення через активне обладнання мережі (маршрутизатори та комутатори 2-го і 3-го рівня). Отже, обрано метод віртуальних локальних мереж VLAN 802.1q [11].

При збірці та налаштуванні мережі використовується група віртуальних локальних підмереж, обладнання буде розділяється на категорії, як показано в таблиці 4.1 з накладанням обмежень на ту чи іншу категорію. Для категорій VLAN застосовано певний адресний простір. Протокол DHCP дозволяє

реалізувати розподіл адрес для пристроїв за допомогою спеціального сервера, встановленого у спеціальному приміщенні. Розподіл адресного простору показаний в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 – Перелік прав доступу до ресурсів мережі

VLAN	Name	Інтернет	файловий сервер	сервер спостереження
101	detect	-	-	+
102	client	+	+	-
103	camera	-	-	+

Таблиця 4.2 – Проектування адресного простору між VLAN

VLAN	Name	Кількість користувачів	Мережа	Маска
101	Detect	89	192.168.0.128	25
102	Client	109	192.168.0.256	24
103	Camera	15	192.168.0.32	27

4.3 Розробка та налаштування симуляційної моделі

Як середовище середовища для створення і моделювання розробленої мережі, використовується симулятор Cisco Packet Tracer версії 8.0.

Типи технологій обрано з урахуванням відстані лінії зв'язку.

Застосовані для моделювання елементи наступні:

- мережа системи відеоспостереження – використано для реалізації в Cisco Packet Tracer – IP-камери;
- мережа абонентських пристроїв та пристроїв служби диспетчеризації, охорони, адміністрації – використано для реалізації в Cisco Packet Tracer – персональні комп'ютери;
- глобальна мережа Інтернет.

Симуляційна модель не охоплює всю структурну та функціональну схеми, а лише їх фрагмент для перевірки та тестування розробки та включає в себе наступні компоненти:

- коммутатор (у якості ядра) з'єднаний із мережею Internet за допомогою оптичного волокна та технології GigabitEthernet. Він підключений до комутаторів розподілу, серверів та комутатору COUE.
- поверхові коммутатора (у якості розподілу) , що з'єднується із маршрутизаторами мережі через кручену пару TX-Base100;
- ПК пульту диспетчерської мережі, які з'єднано з комутатором 2го рівня;
- ПК пульту диспетчерської мережі, які з'єднано з комутатором 3го рівня за віртуальними інтерфейсами;
- IP-камери для системи відеоспостереження.

Мережа Інтернет має наступний склад:

- прикордонний маршрутизатор для виходу в мережу Internet.
- серверне устаткування.
- ПК для імітації зовнішнього користувача мережі Internet.

Рис 4.1 демонструє модель, яка відповідає фрагменту проектованої для тестування та перевірки функціональності обладнання.

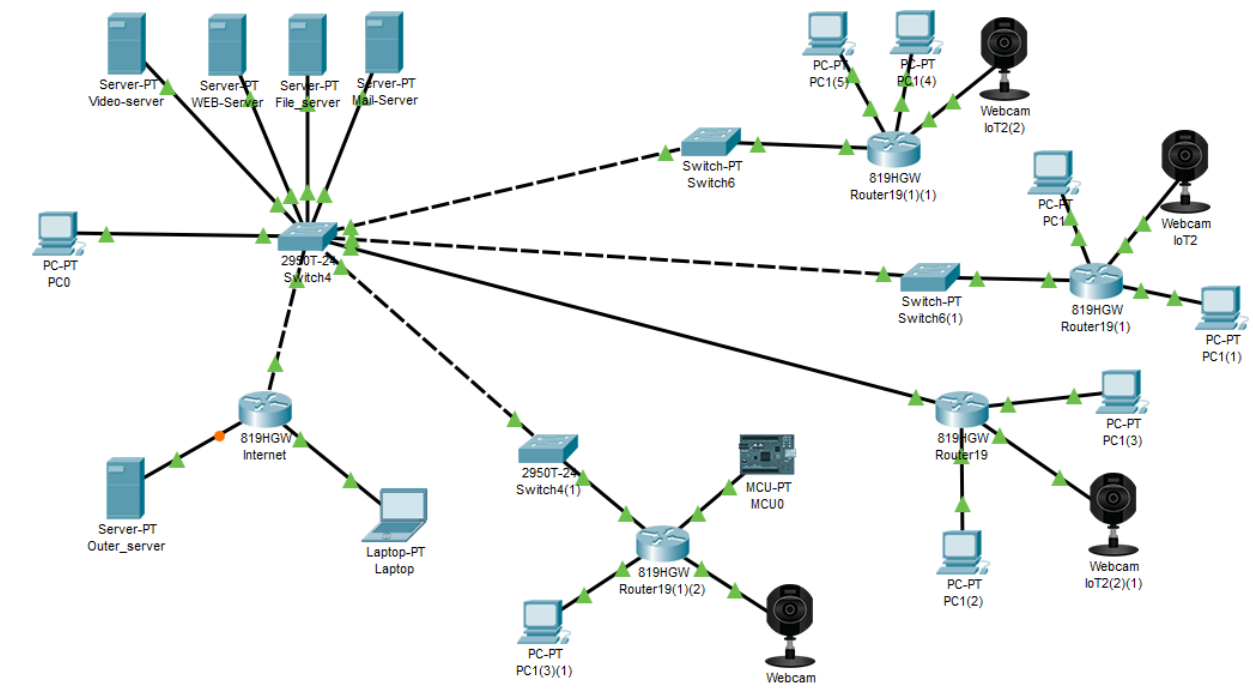


Рисунок 4.1 – Схема моделі фрагменту мережі

Програмовані файли для встановленого обладнання мають починатися з використання VLAN на комутаторах і налаштування відповідним портам необхідний зазначений vlan.

Приклад налаштування VLAN101:

```
Switch>en
Switch#conf
Switch#configure t
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 101
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#int fa1/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 101
Switch(config-if)#ex
```

Конфігураційний файл по налаштуванню DHCP:

```
Switch(config)#ip routing
Switch(config)#ip dh
Switch(config)#ip dhcp pool v101
Switch(dhcp-config)#network 192.168.0.128 255.255.255.128
Switch(dhcp-config)#de
Switch(dhcp-config)#default-router 192.168.0.129
Switch(dhcp-config)#ex
Switch(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.0.129 192.168.0.130
```

Щоб виконати функцію ізоляції доступу та обмеження до певних ресурсів необхідно створити таблицю з тими правами та ресурсами, що застосовані у проєктованій мережі. Такі правила представлені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Організація прав доступу відповідним категоріям до відповідних сервісів

Обладнання	WEB сервер	Файловий сервер	сервер БД	Сервер відеоспостереження	Інтернет
Відеокамери	-	-	-	+	
Датчики	-	+	+	-	-
Квартирні абоненти	+	+	-	-	+
Охорона та диспетчери	+	+	+	+	-
Адміністрація	+	+	+	+	+

Конфігураційні файли для маршрутизатора, що відповідає за внутрішні служб, для брикладу обрано вузол, що містить відеокамери:

```
Router>en
```

```
Router#conf term
```

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
```

```
Router(config)#acc 122 permit ip 192.168.0.128 0.0.0.127 host 10.0.7.83
```

```
Router(config)#acc 122 deny ip 192.168.0.128 0.0.0.127 host 10.0.7.84
```

```
Router(config)#acc 122 deny ip 192.168.0.128 0.0.0.127 host 10.0.7.82
```

```
Router(config)#acc 122 deny ip 192.168.0.128 0.0.0.127 host 10.0.7.85
```

```
Router(config)#acc 122 deny ip 192.168.0.128 0.0.0.127 host 210.210.2
```

```
Router(config)#acc 122 permit ip any any
```

```
Router(config)#int gig0/0
```

```
Router(config-if)#ip access-group 122 in
```

```
Router(config-if)#ex
```

Таким же чином необхідно провести налаштування по всім іншим вузлам мережі.

Особливу увагу приділено налаштуванню підключення до мережі Інтернет, що виконане проводиться на маршрутизаторі внутрішніх служб [12].

Конфігураційні файли налаштування підключення до мережі Інтернет:

```
Router>en
Router#conf term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int gig0/1
Router(config-if)#ip nat inside
Router(config-if)#int gig0/0
Router(config-if)#ip nat outside
Router(config-if)#ex
Router(config)#ip access-list standard NatIntOne
Router(config-std-nacl)#permit 10.0.0.0 0.0.7.255
Router(config-std-nacl)#ex
Router(config)#ip nat pool Pool 210 210.210.2.2 210.210.2.50 netmask 255.255.2255.0
Router(config)# ip nat inside source list NatIntTwo interface gig0/0 overload
Router(config)#ex
```

Одним із важлих завдань при побудові мережі є додавання до вже створеної сисмуляційної моделі датчиків системи сповіщення. У побудованій моделі не включені усі наявні в мережі датчики, так як їх велика кількість по усій площі Ж, але декілька датчиків достатньо для демонстрації принципу їх роботи та власне підключення у локальну мережу. Дане підключення представлено на рис. 4.2.

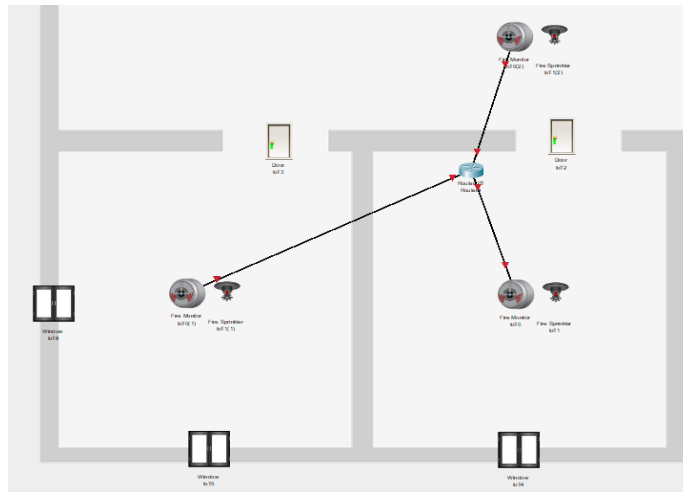


Рисунок 4.2 – Фрагмент локальної мережі датчиків пожежної безпеки

Щодо використаного обладнання, то воно включає наступні компоненти:

- датчик диму
- сирена;
- розприскувач.

Коли станеться надзвичайна ситуація і у приміщенні буде наявний дим чи дим з вогнем, то датчик диму зреагує, відпрацює ситуацію та надішле сигнал щоб автоматично включити систему тушіння через розприскувач. Обов'язково вмикається сирена та через сповіщувач надодитиме команда від оператора, все це відпрацьовується в автоматичному режимі.

Сама сирена не може вмикатись без ПК пульту диспетчера. Для того щоб організувати автоматичну роботу системи сповіщення на сервері здійснюється налаштування протоколу DHCP. Пристрої системи мають підключитись по протоколу DHCP та пройти аутентифікацію.

Відповідні налаштування здійснюються на тому комутаторі, до якого підключені відповідні пристрої. Всі комутатори з'єднані між собою лініями зв'язу та з сервером DHCP [13].

Конфігураційні файли по налаштуванню зазначених вище функцій не створюються, налаштування протоколу DHCP проводиться на сервері. Основні моменти приведені на рисунку 4.3. Сама модель протоколу DHCP працює як модель «клієнт-сервер».

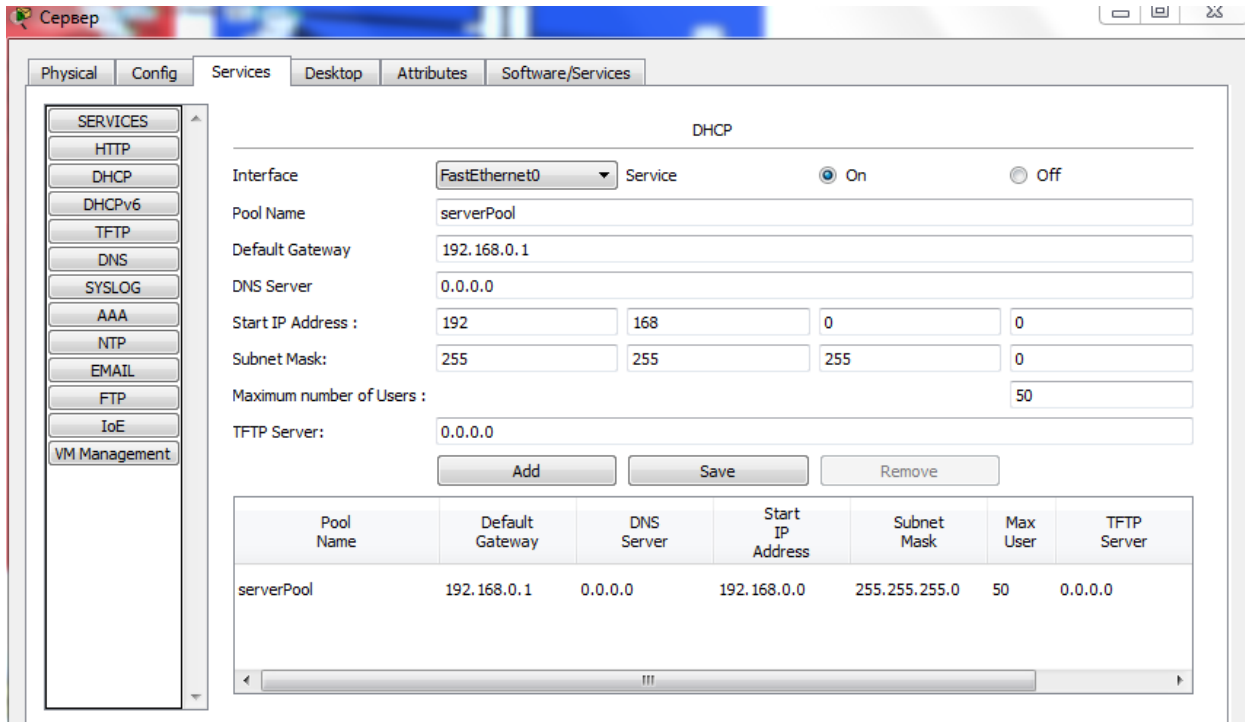


Рисунок 4.3 – Функціонування протоколу DHCP на сервері

Для загальної адреси мережі обрано мережа 192.168.0.0, маска під мережі – 255.255.255.0, можливе підключення кількості адрес обмежено 50.

Щоб підключити необхідні мережні пристрої системи за протоколом DHCP треба також провести необхідні налаштування. Для прикладу розглянемо підключення сирени. Алгоритм наведено на рис. 4.4.

Стосовно більш глобальних налаштувань по підключенню кожного мережного пристрою, то спочатку треба задати потрібний шлях до серверу, а також мережне ім'я та пароль, як це зазвичай робиться для організації функціонування системи безпеки. Алгоритм таких налаштувань приведено на рис. 4.5.

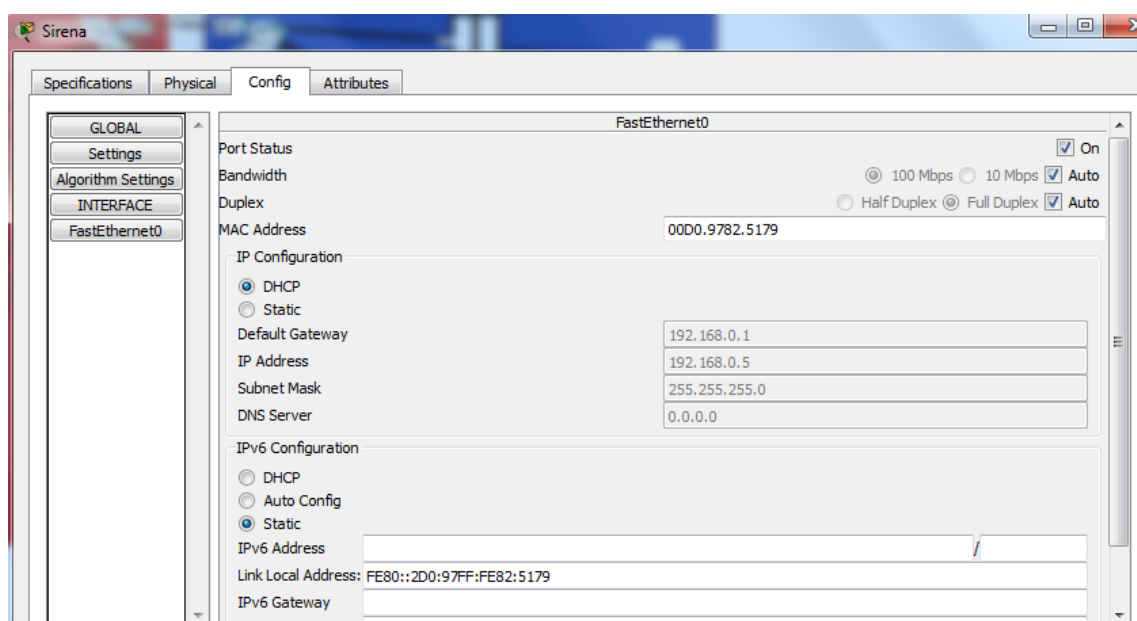


Рисунок 4.4 – Додавання мережного пристрою по протоколу DHCP

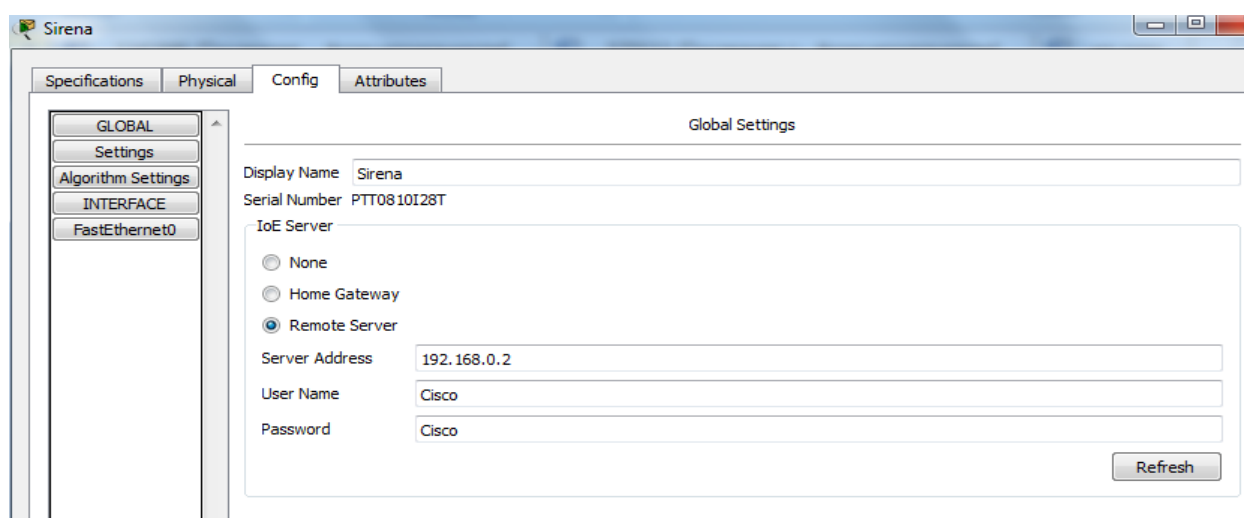


Рисунок 4.5 – Налаштування доступу через процедуру аутентифікації

Щоб система пожежної безпеки працювала справно та виконувала правильно свої функції необхідно здійснити відповідні налаштування на сервері по заданому алгоритму роботи для кожного пристрою. Саме такий алгоритм наведено на рис.4.6. Всі зони налаштовуються аналогічно, тому немає необхідності показувати абсолютно всі пристрої та алгоритму по налаштуванню всієї мережі.

Edit Rule [X]

Name

Enabled ☒

If:

Match

is

Then set:

to

to

Рисунок 4.6 – Алгоритм налаштування системи пожежної безпеки у випадку займання або присутності диму

Скажемо кілька слів по системі охоронної сигналізації. Щоб система охоронної сигналізації працювала справно та виконувала правильно свої функції необхідно здійснити відповідні налаштування на сервері по заданому алгоритму роботи для кожного пристрою.

Рис. 4.7 демонструє налаштування алгоритму роботи сирени. Налаштування алгоритму роботи для сирени кожної кімнатита зони аналогічні.

Edit Rule [X]

Name:

Enabled: ☒

If:

Match:

DatchukRuhu	On	is	true	-
Door	Lock	is	Lock	-
Window	On	is	false	-

Then set:

Sirena	On	to	true	-
Lampa	Status	to	On	-
Camera	On	to	true	-

Рисунок 4.7 – Алгоритм налаштування системи сповіщення через увімкнення сирени

Висновки до розділу 4

Розглянутий розділ кваліфікаційної роботи присвячений побудові симуляційної моделі та саме процедурі моделюванню фрагменту інформаційно-комунікаційної мережі в умовах ЖК М.Park з використанням інструменту моделювання та візуалізації мережі Cisco Packet Tracer. У розділі було спроектовано стимуляційну модель із обраним обладнанням, а саме: маршрутизатори, комутатори 2-го і 3-го рівня, ПК, IP-камери відеоспостереження, серверне устаткування та система з датчиків та сповіщення. Моделювання здійснювалось після створення конфігураційних файлів по налаштуванню віртуальних мереж. Особливу увагу було приділено конфігурації активного обладнання, обмеженню прав доступу за допомогою списків ACL. Окремо розглянуто введення в мережу IoT пристроїв та їх підключення, що саме імітують роботу системи сповіщення у надзвичайних ситуаціях.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Проектною документацією на будівництво та реконструкцію лінійно-кабельного зв'язку повинні бути передбачені конкретні дії для забезпечення безпечних умов для проведення будівельно-монтажних робіт на провідних лініях зв'язку відповідно до діючих вимог законодавства.

На робочих кресленнях для будівництва лінійних вантових споруд телекомунікацій, слід визначити небезпечні робочі місця (близькість підземних лінійних споруд і ділянок газопроводів, нафтопроводи та інші продуктопроводи, силові кабелі та кабелі зв'язку). Повинні бути надані повідомлення, щоб попередити про обережність при виконанні робіт, а також конструкція повинна передбачати технічне рішення, що забезпечує захист праці під час роботи та експлуатації об'єкта.

Для захисту виробничого персоналу під час будівництва та роботи кабельної мережі зв'язку від зовнішніх електромагнітних впливів лінії електропередач, електрифікована тягова мережа змінного струму, удари блискавки, проектом повинен бути передбачений комплекс захисних заходів згідно зі вимогами нормативних документів

ВИСНОВКИ

Метою роботи було розробити та дослідити інформаційно-комунікаційну мережу з впровадженням системи голосового оповіщення про надзвичайні ситуації в умовах ЖК М.Park.

У першому розділі роботи був описаний об'єкт, для якого проектується мережа, яка об'єднує абонентів ЖК М. PARK. Були визначені групи використовуваних сервісів. Також був спрогнозовано трафік розроблювальної мережі. Він становить $\approx 3,093$ Гбіт/с.. Розрахунок трафіку мережі та приблизна інформаційна модель дає нам змогу в наступному розділі обрати технологію кожного з вузлів, міжвузлову технологію та визначитись з типом ліній зв'язку.

У другому розділі було обрано топологію мережі, а саме «зірка». Було обрано протокол мережі SIP для IP телефонії. Розглянуто способи побудови IPTV, та переваги IP відеоспостереження.

Обрано технологію побудови мережі 1000 Base-T, виділено її переваги для ЖК М.Park. Проведено аналіз необхідного комунікаційного обладнання. Створено структурну та функціональну схему мережі.

У третьому розділі було розглянуто типи систем сповіщення та обрано тип сповіщення COUE 3-5. Розглянуто принципи проектування систем сповіщення та обрано обладнання, яке буде використовуватися для оповіщення населення об надзвичайних ситуаціях.

Четвертий розділ кваліфікаційної роботи присвячений побудові симуляційної моделі та саме процедурі моделюванню фрагменту інформаційно-комунікаційної мережі в умовах ЖК М.Park з використанням інструменту моделювання та візуалізації мережі Cisco Packet Tracer. У розділі було спроектовано стимуляційну модель із обраним обладнанням, а саме: маршрутизатори, комутатори 2-го і 3-го рівня, ПК, IP-камери відеоспостереження, серверне устаткування та система з датчиків та сповіщення. Моделювання здійснювалось після створення конфігураційних

файлів по налаштуванню віртуальних мереж. Особливу увагу було приділено конфігурації активного обладнання, обмеженню прав доступу за допомогою списків ACL. Окремо розглянуто введення в мережу IoT пристроїв та їх підключення, що саме імітують роботу системи сповіщення у надзвичайних ситуаціях.

Таким чином поставлені задачі вирішено і основну мету досягнуто. Дане дослідження та готове технічне рішення може бути застосоване як для обраного об'єкту, так і в умовах будь-якого житлового комплексу з урахуванням характеристик та модернізації під умови впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ 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.

1. Структурированные кабельные системы. Стандарты, компоненты, проектирование, монтаж и техническая эксплуатация/Семенов А.А., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р. – М.: КомпьютерПресс. – 488 с.

2. "Проектирование и внедрение компьютерных сетей. Учебный курс" Палмер, Питер-Пресс, 2004

3. Назаров С.В. и др. Локальные вычислительные сети. – М.: Финансы и статистика. – 208 с.

4. Спортак М.А. и др. Высокопроизводительные сети. Энциклопедия пользователя / Пер. с англ. - к.: издательство Диа Софт, 2008.- 432 с.

5. Microsoft Corporation. Компьютерные сети. Учебный курс / Пер. с англ. – М.: Русская редакция.- 696 с.

6. Нессер Д.ДЖ. Оптимизация и поиск неисправностей в сетях. – К.: Диалектика.- 384 с.

7. 11. Анализ локальных сетей Net Ware / Пер. с англ. – М.: ЛОРИ, 2019. - 596 с.

8. 12. CISCO WS-C3560-48PS-S [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://xn--h1aemkx.com.ua/WS-C3560-48PS-S> – Дата доступу: травень 2018. – Назва з титул. екрана.

9. 13. Cisco Catalyst Compact Switch [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-2960-8tc-l-compact-switch/model.html> – Дата доступу: листопад 2022. – Назва з титул. екрана.

10. Беспроводной маршрутизатор 8 портами LAN, поддержкой 3G/LTE и USB-портом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dlink.ru/ch/products/5/1407.html> – Дата доступа: листопад 2022. – Назва з титул. екрана.

11. Гоман В.В. Проектирование и расчет систем искусственного освещения: учебное пособие / авт.-сост. В. В. Гоман, Ф.Е. Тарасов ; Мин-во образ. РФ, ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Уральский энерг. ин-т. – Екатеринбург: УрФУ, 2013 – 76 с.

12. Иозус А.П. Безопасность и экологичность проекта: методические указания по выполнению раздела дипломного проекта / Сост. А. П. Иозус; Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2010. – 19 с.

13. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности : Учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. Под общей редакцией С.В. Белова. – М.: Высшая школа. – 448 с.

Додаток А СТРУКТУРНА СХЕМА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

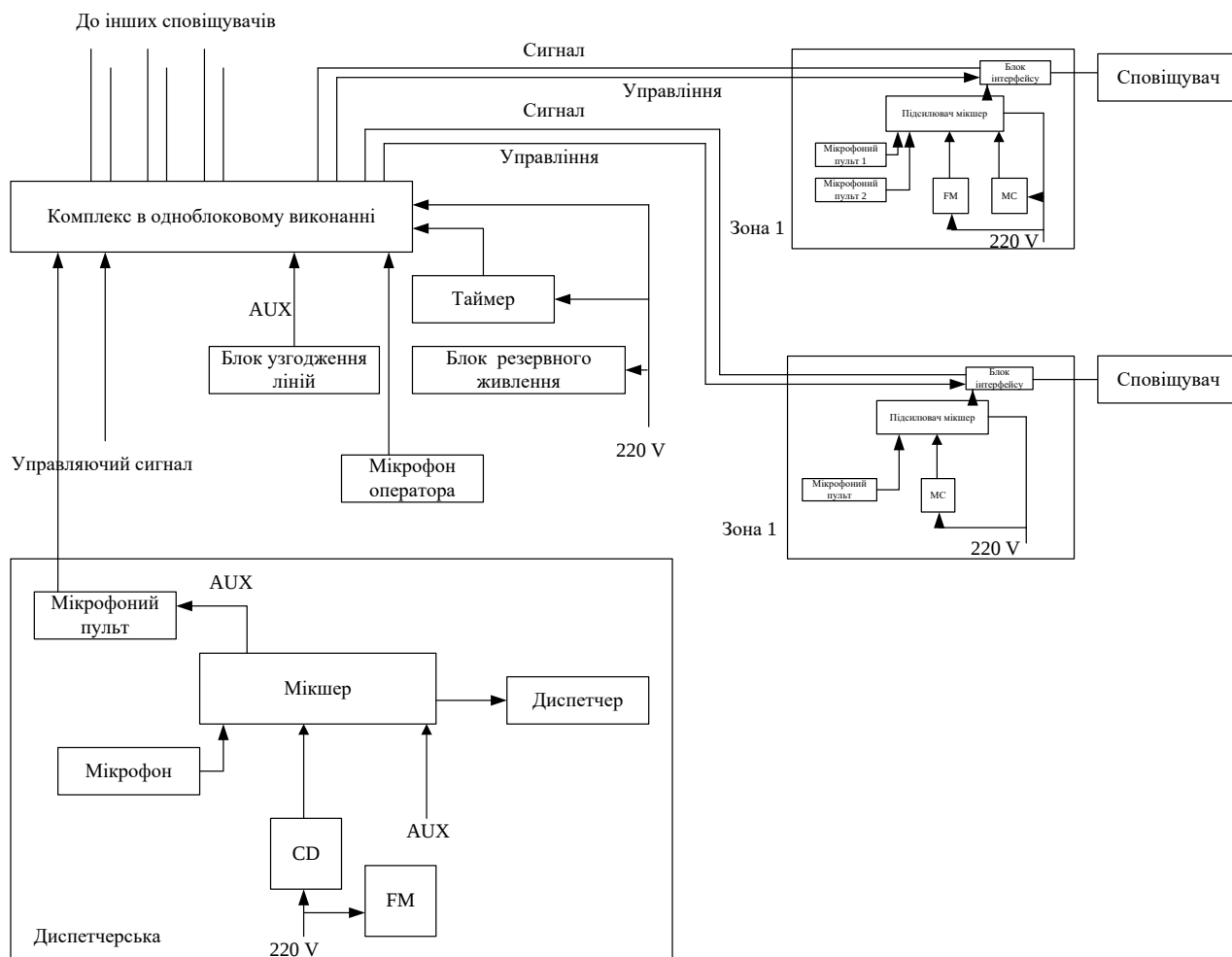


Рисунок А.1 – Структурна схема системи сповіщення для ЖК

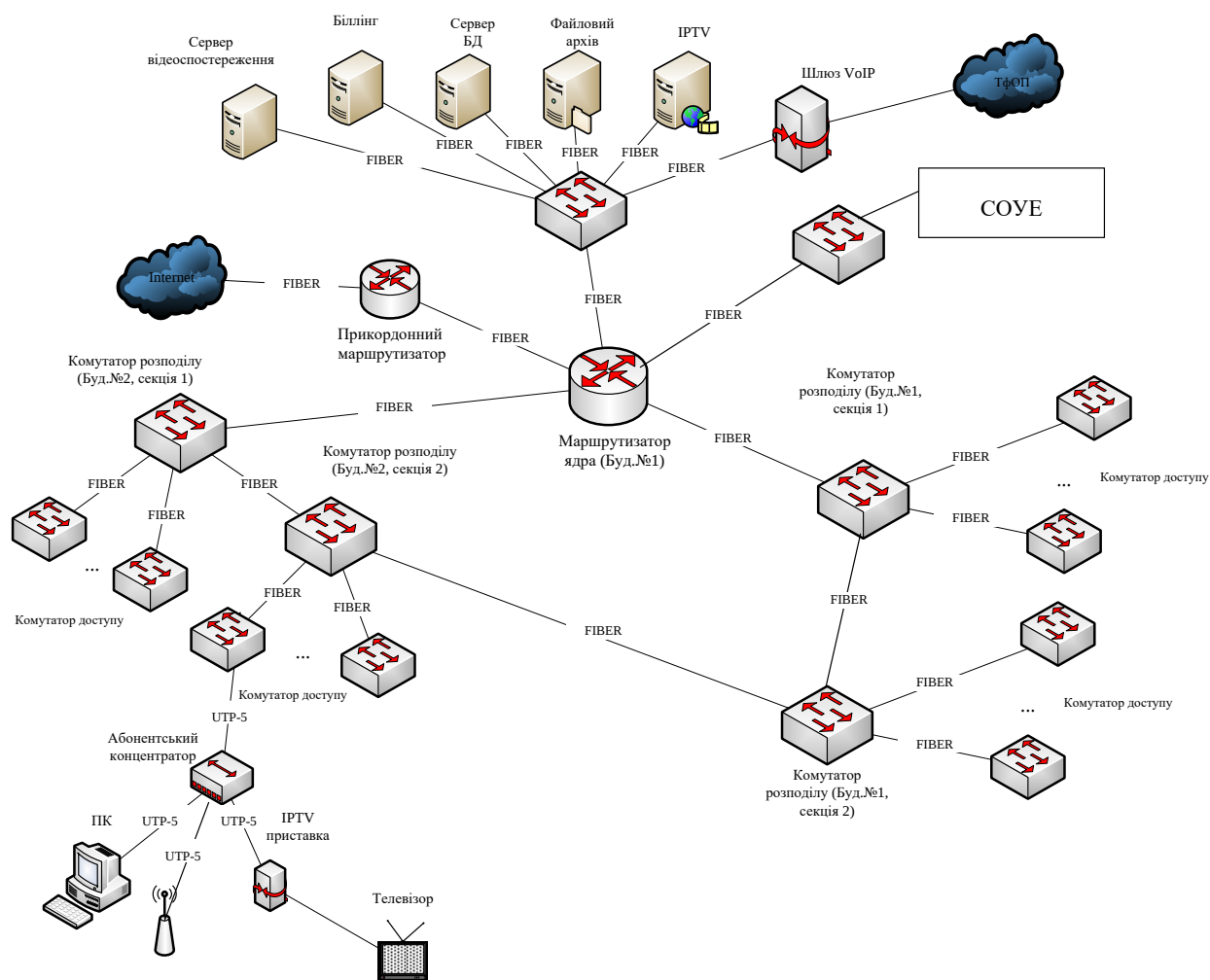


Рисунок А.2 – Структурна схема інформаційно-комунікаційної мережі для ЖК

[illegible]

Рисунок А.2 – Функціональна схема інформаційно-комунікаційної мережі
для ЖК\