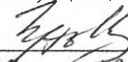


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

УДК 621.37

«Допущено до захисту»

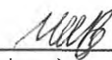
Завідувача кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях
к.т.н., доц. Чухов В.В.


« 12 » 12 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Дослідження комбінованої мережі відеоспостереження ТЦ ОЛДІ»
за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітній ступінь «магістр»

Виконавець роботи
студент 2 курсу, гр.ТРм-22-1


(дата, підпис)

Мельниченко О.В

Керівник роботи
к.т.н., доц.


(дата, підпис)

Ципоренко В.В.

Житомир
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної магістерської роботи

на тему «Дослідження комбінованої мережі відеоспостереження ТЦ ОЛДІ»

Виконав: студент 2 курсу, групи ТРм-22-1
спеціальності

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Мельниченко О.В.

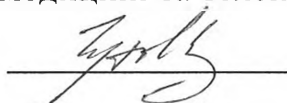
Керівник Ципоренко В.В.

Рецензент Чупров В.В.

Житомир
2023

«Затверджено»

Завідувача кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях

 В.В. Чухов
«27» 10 2023р.

Завдання на кваліфікаційну магістерську роботу

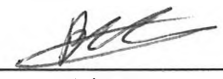
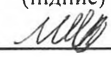
Мельниченко Олександр Валентинович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження комбінованої мережі відеоспостереження ТЦ ОЛДІ.
Затверджено наказом по університету від «22» Листопада 2023 р. №679
2. Мета дослідження: Дослідження комбінованої системи відеоспостереження ТЦ ОЛДІ та можливе її вдосконалення у процесі.
3. Основні задачі дослідження :
 - Дослідження показників відеокамер
 - Дослідження зон покриття радіоканалу
4. Термін подання роботи до захисту грудень 2023 р.
5. Дата видачі завдання «21» 01 2023 р.

Науковий керівник

Завдання прийняв
до виконання


(підпис)

(підпис)

Ципоренко В.В.

(прізвище, ініціали)

Мельниченко О.В.

(прізвище, ініціали)

Анотація

Темою даної кваліфікаційної роботи є аналіз комбінованої мережі відеоспостереження ТЦ ОЛДІ. Робота фокусується на дослідженні характеристик відеокамер та зон покриття радіоканалу у діапазонах частот 2.4 ГГц та 5 ГГц. Метою цієї мережі є забезпечення оперативного реагування на незаконні події в будівлі та, в певних випадках, надання інформації правоохоронним органам або іншим зацікавленим сторонам для попередження порушень порядку на даній території.

Annotation

The topic of this qualification work is the analysis of a combined video surveillance network in the "MALL OLDI." The work focuses on investigating the characteristics of video cameras and radio channel coverage areas in the 2.4 GHz and 5 GHz frequency bands. The purpose of this network is to ensure a swift response to unlawful events within the building and, in specific cases, to provide information to law enforcement agencies or other interested parties to prevent breaches of order within this territory.

РЕФЕРАТ

Робота присвячена дослідженню комбінованої мережі відеоспостереження ТЦ ОЛДІ.

Перший розділ містить аналіз відомих технічних рішень, що використовуються для побудови систем відеоспостереження.

Другий розділ містить вимоги технічного завдання на проектування системи відео нагляду торговельного центру.

В третьому розділі проведено розробку структури мережі відеонагляду та проведено розрахунок її параметрів.

Четвертий розділ присвячено дослідженню обладнання та системи і її вихідних на основі якої реалізується проект.

Об'єкт дослідження – процес відеоспостереження

Предмет дослідження – оптимальне рішення щодо вибору та розташуванню камер по території ТЦ ОЛДІ.

Мета і завдання дослідження. Метою є дослідження комбінованої системи відеоспостереження ТЦ ОЛДІ. Для досягнення даної мети необхідно виконати наступні завдання:

- Виконати аналіз території, на якій має бути розміщена наша система.
- Провести обстеження всіх можливих перешкод, які існують на даній території.
- Вибрати відповідне обладнання.
- Провести моделювання та виявити недоліки для подальшого виправлення.

Методи дослідження: Створюємо проект, вибираємо необхідне обладнання, яке було попередньо розраховане за допомогою «Indoor RadioPlanner». Потім проводимо розрахунок зон покриття для визначення рівнів сигналу та областей з максимальним рівнем сигналу.

Список позначень та скорочень

АРП – Автоматичне регулювання підсиленням

ПЗ – Програмне забезпечення

ПЗЗ – Прилад із зарядним зв'язком

ТВЛ – Телевізійні вертикальні лінії

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
СПИСОК ПОЗАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	9
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	10
1.1 Телевізійні камери та пристрої для їх оснащення	11
1.2 Пристрої передачі, комутації та обробки відеосигналів.	18
1.3 Пристрої реєстрації	23
2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ.....	26
2.1 Розрахунок структури системи відеоспостереження	26
2.2 Розрахунок функціональної схеми.....	27
2.3 Розрахунок параметрів відеокамер.....	29
2.4 Вибір обладнання мережі відеоспостереження... ..	38
3 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ	57
3.1 Дослідження показників відеокамер	57
3.2 Дослідження зон покриття радіоканалу	61
ВИСНОВКИ.....	69
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ.....	70
Додаток А Система комбінованої мережі відеоспостереження. Схеми електрична структура	74
Додаток Б Комбінована мережа відеоспостереження. Схеми електрична функціональна.....	75
Додаток В Комбінована мережа відеоспостереження. Перелік елементів	76
Додаток Д Комбінована мережа відеоспостереження. Схеми розміщення обладнання... ..	77
Додаток Г Комбінована мережа відеоспостереження. Схеми розкриття радіосигналу	78

Вступ

Проектування та операційна діяльність великих торгових комплексів вимагають впровадження складних систем для гарантування безпеки відвідувачів та персоналу, а також для збереження майна підприємства. Однією з центральних компонентів таких систем є мережа відеоспостереження.

Сучасні системи відеоспостереження дозволяють одночасно відстежувати декілька об'єктів, які можуть бути віддаленими один від одного. Ці системи вирізняються своєю непомітністю та легкістю управління, забезпечуючи можливість не лише спостерігати і реєструвати відеоматеріали, але й забезпечують зручний доступ до інформації.

Використання такої мережі допомагає зменшити кількість потрібного персоналу і, водночас, покращити якість охорони в торгових центрах. Значущою перевагою цієї системи є можливість зберігання архівних відеозаписів, що дає змогу використовувати ці дані при розслідуванні нещасних випадків.

Предметом виступає апаратна складова засобів відеонагляду.

Об'єкт – комбінована мережа, що здійснює відеоспостереження.

Мета Дослідження: Дослідження комбінованої системи відеоспостереження ТР “ОЛДІ”. Робимо розрахунок зон покриття вуличних точок доступу за допомогою програми “Indoor RadioPlanner”.

1 Аналітичний огляд літературних джерел

Система відеоспостереження - це складний комплекс обладнання та програмного забезпечення, створений для перегляду, запису та зберігання відеоматеріалів. Вона може складатися з різної кількості камер відеоспостереження, засобів передачі відеосигналу, апаратних модулів для зберігання та відтворення відеоінформації, виконуючи різноманітні функції залежно від свого обсягу та функціональних можливостей.

Встановлення системи відеоспостереження проводиться з різних метою, включаючи:

- Забезпечення контролю для запобігання незаконним проникненням на територію підприємства.
- Розпізнавання несанкціонованих дій, будь то від відвідувачів чи співробітників, з метою виявлення порушень.
- Слідкування за збереженням трудової дисципліни.

Система відеоспостереження сприяє підвищенню ефективності управління підприємством, забезпечує стеження за всіма подіями, сприяє вирішенню конфліктів серед співробітників та виявленню осіб, причетних до крадіжок та інших видів діяльності, що завдають збитків. Вона допомагає у веденні докладного моніторингу подій та сприяє вчасній реакції на них, допомагаючи підприємствам дотримуватися норм безпеки та знижувати втрати.

Крім того, камери спостереження завжди надають можливість відстежувати присутність співробітників на робочих місцях та оцінювати їх продуктивність. Давайте розглянемо окремі компоненти системи відеоспостереження більш докладно.

1.1 Телевізійні камери та пристрої для їх оснащення

Відеокамера - це пристрій, який спроможний конвертувати оптичне візуальне зображення об'єкта у відеосигнал відповідно до конкретного стандарту. Тобто вона перетворює світло, що потрапляє до неї через об'єктив, в електричний сигнал, який може бути подальше оброблений і переданий для відтворення або зберігання.

Телекамера визнається найважливішим компонентом системи, оскільки від неї залежить якість отриманого зображення в цілому. Камера представляє собою електронний пристрій, на якому розміщена чутлива матриця, виконана на основі зарядозв'язаних пристроїв, а також об'єктив.

Зазвичай прості камери мають вбудовані об'єктиви, у той час як більш дорогі варіанти включають змінні об'єктиви з покращеними технічними характеристиками та розширеними можливостями. Існує різні види камер, включаючи:

- Корпусні і безкорпусні моделі;
- Можливість запису чорно-білого та кольорового зображення;
- Варіанти звичайної та підвищеної чутливості;
- Різницю в роздільній здатності, де вибір може бути між звичайною та високою роздільною здатністю;
- Призначення для внутрішнього або зовнішнього спостереження;
- Можливість використання для прихованого спостереження.

Оцінка характеристик телекамери передбачає аналіз багатьох параметрів, і при виборі камери для певної системи слід уважно розглядати такі технічні характеристики:

Оптичний формат визначає розмір фоточутливої області ПЗЗ-матриці в дюймах і грає ключову роль у виборі камери для конкретної системи. Існують різні стандартні оптичні формати, такі як 1/3", 1/2", 2/3" і 1". Вибір оптичного формату важливий з огляду на ряд факторів.

Більший оптичний формат сприяє зменшенню геометричних

спотворень зображення, особливо при великих кутах огляду. Такі формати, як 1/2", 2/3" і 1", зазвичай використовуються в системах середнього та високого класу. Вони забезпечують високу якість зображення та деталізацію, що робить їх ідеальними для вимогливих застосувань.

З іншого боку, камери з форматом 1/3" мають компактні розміри і часто використовуються в ситуаціях, де вимоги до якості зображення менш суворі. Вони можуть бути корисні, коли необхідно зберегти місце і зменшити видимість камери.

На ринку також доступні мініатюрні камери з ПЗЗ-матрицею формату 1/4", які використовуються у вузьких просторах або при мінімізації розміру камери. Важливо враховувати, що оптичний формат впливає на можливості камери і повинен бути вибраним в залежності від конкретних вимог і умов використання.

Роздільна здатність визначає кількість різних градацій між чорним і білим кольорами, яку можна виявити в центральній частині зображення. Вона важлива для камер і вказує на максимальну кількість ліній у вихідному сигналі камери, яку можна розрізнити, за умови, що глибина модуляції становить не менше 10%. Висока роздільна здатність сприяє більшому розпізнаванню деталей на зображенні.

Для чорно-білих камер нормальною вважається роздільна здатність в діапазоні від 380 до 420 ТВЛ, в той час як кольорові камери зазвичай мають роздільну здатність в межах 300-320 ТВЛ. У висококласних системах може використовуватися ще вища роздільна здатність. Важливо мати на увазі, що роздільна здатність впливає на якість зображення і може бути ключовим фактором при виборі камери для конкретних потреб.

Пороговий рівень чутливості вказує на мінімальну освітленість, при якій камера може продовжувати працювати ефективно на ПЗЗ-матриці. Зазвичай приймається, що для чорно-білих камер звичайна чутливість становить від 0,1 до 0,5 лк, а для кольорових - від 1 до 3 лк. У системах, які

спрямовані на спостереження в обмежених умовах освітлення або на об'єкти з низькою відбиваючою здатністю, використовуються високочутливі камери. ПЗЗ-матриці також дозволяють отримувати чіткі зображення в абсолютній темряві завдяки інфрачервоному підсвічуванню. Камери з підвищеною роздільною здатністю.

Синхронізація - це важливий параметр, що визначає взаємозв'язок між відеосигналом і фазою напруги мережі чи іншими джерелами синхроімпульсів. У практичних системах відеоспостереження зазвичай вимагається, щоб сигнали з декількох камер перемикалися на один монітор у встановлені строки, починаючи кожний кадр одразу після перемикання. Камери, які отримують живлення від мережі змінного струму, автоматично узгоджують свій робочий режим із цією мережею. В той час, як камери, що живляться від джерела постійного струму, можуть бути синхронізовані зовнішньо, приймаючи сигнал від спеціального пристрою, відомого як синхронізатор. Цей процес гарантує правильну координацію роботи камер у системі відеоспостереження.

Відсутність єдиного джерела синхронізації для зовнішнього узгодження телекамер, створює значні труднощі для оператора системи відеоспостереження (ТСВ). Такий сценарій може призвести до помітної втоми оператора та призупинення подачі зображення. Ця ситуація може також призвести до втрат кадрів, що важко сприймається оператором та робить процес спостереження та відеозапису надзвичайно вимушеним, іноді навіть практично неможливим.

Електронний затвор є частиною електронної компоненти ПЗЗ-матриці, який дозволяє регулювати час накопичення електричного заряду. Використання електронного "затвора" дозволяє отримувати високоякісні зображення об'єктів, що рухаються швидко, та підтримувати якість зображення в умовах високої освітленості. Зазвичай електронні затвори мають можливість налаштовувати час експозиції в діапазоні від 1/50 до

1/10000... 1/15000 секунди. "Суперзатвори" навіть дозволяють встановлювати час експозиції приблизно в 1/100000 секунди.

Електронна діафрагма є ще однією складовою системи, яка автоматично регулює розмір діафрагми об'єктива в залежності від рівня освітленості. Робочий принцип електронної діафрагми схожий на той, що використовується у електронних затворах. Зазвичай, камери, які обладнані електронною діафрагмою, надають користувачам можливість вимикати цю функцію, якщо це необхідно.

Електронна діафрагма дозволяє камері адаптуватися до змін освітлення в реальному часі, контролюючи розмір відкриття діафрагми об'єктива. Це важливо для забезпечення належної експозиції фотографії або відео, особливо при переході від яскравих до темних умов або навпаки.

Завдяки електронній діафрагмі, камера може автоматично регулювати глибину різкості і кількість світла, яка попадає на фоточутливу матрицю, щоб досягнути бажаного зображення. Ця функція особливо корисна для фотографів і операторів відеокамер, які працюють в різних умовах освітлення.

Автоірис - це функція, що дозволяє камері автоматично контролювати параметри об'єктива, такі як діафрагма і підсилювач, які є електромеханічно регульованими.

Можливість автоматичного регулювання діафрагми - це значуща перевага в камері, оскільки вона дозволяє контролювати глибину різкості без необхідності змінювати діафрагму. Це особливо важливо, оскільки корекція через електронний затвор може призвести до зменшення рівня різкості для об'єктів, що знаходяться на різних відстанях. У додаток до цього, неможливість налаштовувати діафрагму може обмежити можливості контролю за потоком світла. Для підключення об'єктива із електромеханічно керованою діафрагмою до камери потрібні спеціальні роз'єми та регулятори для коригування сигналу.

Автоматичне регулювання підсилення відноситься до можливостей електронної системи камери, яка вміє адаптивно змінювати коефіцієнт підсилення сигналу відеотрансмісії, залежно від сильних коливань рівня вхідного відеосигналу. Ця функція дозволяє підтримувати якісне відтворення відео на моніторі в умовах недостатнього освітлення об'єкта, навіть при поганих умовах освітлення. Звичайно, регульований діапазон підсилення обмежений від 12 до 20 децибелів, оскільки занадто високий рівень підсилення може призвести до помітного шуму в відеосигналі та зниження якості зображення.

Відношення сигнал/шум впливає на якість зображення і зазвичай становить 40 децибелів, але висококласні камери можуть досягати значення в 58 децибелів, що дозволяє підвищувати рівень автоматичного регулювання підсилення до 45 децибелів і більше.

Гамма-корекція відеосигналу полягає внесенні нелінійних змін у відеосигнал для поліпшення його відтворення. Використовується для підвищення контрастності зображення на моніторі. Деякі камери мають фіксований коефіцієнт гамми, зазвичай рівний 0.45, тоді як інші надають користувачу можливість регулювати його вручну.

Компенсація "відбитого світла" означає, що камера має можливість самостійно налаштовувати налаштування діафрагми, часу витримки, та рівень підсилення, з метою покращення якості зображення в ситуаціях, коли джерело світла розташоване ззаду об'єкта, який ви бажаєте зняти на відео. У висококласних камерах, іноді використовується технологія компенсації відбитого світла (Back Light Compensation), яка автоматично регулює параметри зйомки, такі як діафрагма, витримка та підсилення, з метою забезпечення оптимальної якості зображення центральної частини кадру.

Наявність аудіоканалу дозволяє здійснювати контроль за приміщенням за допомогою вбудованого монофонічного мікрофона. Деякі камери мають двосторонній аудіоконтроль з вбудованим мікрофоном і

динаміком.

Зазвичай, камери отримують електроживлення від мережі із змінним струмом, де напруга становить 220 Вольт, або від джерел постійного струму з напругою 12 Вольт. Важливо пам'ятати, що колірні камери особливо чутливі до будь-яких флуктуацій напруги в системі живлення. Тому рекомендується використовувати стабілізовані джерела живлення, щоб забезпечити постійну та надійну роботу.

Пристрої інфрачервоного підсвічування використовуються для забезпечення роботи камери в умовах низької освітленості. Ці пристрої можуть бути локальними ІЧ-підсвічуваннями або ІЧ-прожекторами, які випромінюють інфрачервоне світло для освітлення об'єкта спостереження. Важливо пам'ятати, що ці пристрої мають обмежений кут підсвічування, який може впливати на якість зйомки в певних умовах.

Аналогові та цифрові системи відеоспостереження

На сьогоднішній день, системи відеоспостереження розділяються на два основних варіанти: аналогові та цифрові. Основна різниця між ними полягає в способі передачі сигналу та обробці інформації. Аналогові системи передають сигнал без конвертації прямо з камери, і цей сигнал може бути записаний на плівку або відображений на дисплеї. У випадку цифрових систем, сигнал з камери перетворюється на цифровий формат і передається через мережу, де потім дешифрується на приймальному обладнанні. Цифровий підхід також дозволяє передавати додаткові дані, що розширює функціональність цифрових пристроїв.

Головною перевагою аналогових систем є їх доступність, особливо в порівнянні з цифровими системами. Зазвичай їх використовують на невеликих об'єктах з обмеженою потребою в передачі інформації. Проте важливо відзначити, що аналогові системи мають обмежену масштабованість і можуть потребувати значних витрат при розширенні.

Сучасний асортимент аналогових камер відеоспостереження на ринку

включає тільки кольорові пристрої з покращеною роздільною здатністю HD (720p або 960p) та FULL HD (1080p). Ці аналогові пристрої можна класифікувати на три основних типи, і вони використовують різні формати:

- HD-TVI (Hikvision).
- HD-CVI (Dahua).
- AHD (відкрита технологія, сумісна з обладнанням різних виробників).

Практично, ці технології майже не відрізняються одна від одної, але їх реалізація відбувається різними виробниками. Різниця в ціні між ними невелика, і іноді AHD може бути трохи більш доступним завдяки більшій кількості китайських виробників. Важливо зауважити, що для всіх аналогових систем використовується коаксіальний кабель для передачі сигналу, і сучасні AHD камери можуть працювати на відстані до 500 метрів без втрат якості. Але для досягнення такого проміжку рекомендується використовувати коаксіальний кабель типу RG59, оскільки використання інших типів кабелю може призвести до погіршення якості передачі сигналу.

З урахуванням того, що ціни на високоякісні аналогові камери зазвичай знаходяться в межах цін старших моделей, може бути розумним вдосконалити вашу систему. Проте варто пам'ятати, що оновлення застарілої системи може вимагати заміни відеореєстратора, оскільки старі реєстратори можуть бути несумісними з HD форматом.

Аналогові камери високої роздільної здатності мають декілька переваг:

- Економічність в порівнянні з IP-камерами.
- Простота установки та налаштування.
- Можливість оновлення існуючої системи, не вимагаючи заміни комунікаційного кабелю, за умови, що використовується високоякісний коаксіальний кабель.

Здатність працювати з різним обладнанням від різних виробників забезпечується завдяки стандартизованій та відкритій технології.

Аналогові камери мають обмежену функціональність порівняно з цифровими аналогами. Необхідно враховувати ці обмеження при виборі системи відеоспостереження для конкретного застосування.

Однак цифрові IP-камери надають більше можливостей, таких як висока роздільна здатність, запис на сервер або в хмарний сховище, інтеграція з мережею, а також можливість вищого рівня аналізу відеоданих. Але вони можуть бути дорогими і вимагають спеціальних знань для налаштування та обслуговування.

Отже, вибір між аналоговим та цифровим відеоспостереженням залежить від ваших потреб, бюджету та обсягу проекту.

1.2 Пристрої передачі, комутації та обробки відеосигналів

Відеопроцесори, переключувачі відеосигналів та відеомонітори грають важливу роль у системах відеоспостереження. Вони перетворюють вхідні відеосигнали в двовимірні зображення і відтворюють їх для подальшого спостереження. Важливо відзначити, що відеомонітори спеціально розроблені для використання в системах відеоспостереження і мають особливі характеристики, які відрізняють їх від звичайних телевізійних приймачів. Багато відеомоніторів оснащені вбудованими відеокомутаторами, які дозволяють одночасно приймати сигнали з декількох камер.

Монітори можна розділити на два основних класи, враховуючи тип відтворюваного зображення: чорно-білі та кольорові. Основні параметри моніторів включають діагональ екрана та роздільну здатність у горизонтальному напрямку. У системах відеоспостереження найчастіше використовуються монітори з екранами різних розмірів, такі як 9" і 12". У випадках, коли необхідно комбінувати зображення з кількох джерел, частіше вибирають більші монітори різних розмірів, такі як 15", 17" або 20".

При виборі монітора важливо звертати увагу на його роздільну

здатність, яка повинна перевищувати роздільну здатність камер, використовуваних в системі. При цьому важливо уникати погіршення загальної роздільної здатності системи.

В ситуаціях, де камери мають стандартну роздільну здатність, рекомендується віддавати перевагу моніторам із тією ж стандартною роздільною здатністю. У високотехнологічних системах, на відміну, часто використовуються монітори із значно підвищеною роздільною здатністю, такими як, наприклад, 900...1000 ТВ-ліній або 450...500 ТВ-ліній. Важливо розуміти, що використання моніторів зі збільшеною роздільною здатністю може вплинути на загальну роздільну здатність системи, і це слід враховувати при виборі обладнання.

Відеокомутатори є пристроями, що виконують послідовне перемикання відеосигналів із різних камер на один або кілька виходів. Ці пристрої володіють функціональністю для автоматичного та ручного перемикання між камерами, надаючи операторам можливість перегляду сигналів із усіх камер або вибірково обирати певні камери. Кількість вхідних відеосигналів може коливатися від 4 до 16, і навіть до 64, якщо використовуються декілька блоків комутації. Зазвичай в практиці найпоширенішими є комутатори із 4 або 8 входами, особливо в системах з багатьма камерами, оскільки вони надають розширені функціональність та можливості програмування.

При виборі відеокомутатора важливо враховувати кілька ключових факторів:

- Часовий інтервал між перемиканням: Вибираючи відеокомутатор, слід звернути увагу на можливість налаштування часового інтервалу між перемиканням між відеокадрами з різних камер. Це дозволить налаштувати систему під конкретні потреби і подивитися камери у відповідні часові інтервали.
- Підключення засобів охоронної сигналізації: Бажано мати наявність

входів для підключення засобів охоронної сигналізації. Це дозволить інтегрувати систему відеоспостереження з іншими засобами безпеки і сповіщати про події, включаючи тривоги.

- Контактні виходи "Тривога": Важливо мати можливість встановлювати контактні виходи "Тривога". Це дозволить системі автоматично реагувати на події, активуючи тривоги, і надавати оператору необхідну інформацію.
- Режим "синхронного" відображення: Відеокмутатори, які підтримують режим "синхронного" відображення, можуть бути корисні, особливо в ситуаціях, де оператор повинен одночасно спостерігати за декількома камерами. Це дозволяє згрупувати зображення на моніторах і переключати їх одночасно, що полегшує спостереження та реагування на події.
- Тип відеокмутатора: Варто враховувати, що відеокмутатори послідовної дії зазвичай використовуються в невеликих і обмежених бюджетом системах відеоспостереження. У великих і високотехнологічних системах можуть бути потрібні більш потужні та функціональні пристрої.

Відеоквадратори представляють собою цифрові пристрої, призначені для одночасного відтворення зображень із 4 джерел відеосигналу на поділеному на 4 частини екрані. Вони дозволяють зменшити потребу у численних моніторах у системах відеоспостереження. Завдяки високій роздільній здатності відеоквадраторів, можливо одночасно працювати з 8 камерами на одному моніторі, розділяючи їх на дві групи по 4 камери та відображаючи їх послідовно. Такі відеоквадратори відомі як "в реальному часі," оскільки вони миттєво можуть змінювати зображення у всіх 4 сегментах. З іншого боку, існують відеоквадратори послідовного типу, де швидкість зміни зображень в кожному сегменті менша, ніж стандартна частота кадрів. Крім того, вони можуть використовуватися як комутатори

для вибору однієї з камер для відображення на моніторі. Використання відеоквадраторів забезпечує зручну та ефективну систему відеоспостереження.

Відеодетектор руху - це електронний пристрій, який зберігає поточне зображення з камери та генерує тривожний сигнал при виявленні змін в зоні спостереження. Ці відеодетектори застосовуються переважно на великих об'єктах, де необхідно контролювати багато камер. Існують аналогові та цифрові відеодетектори руху, які можуть бути порівняні із засобами безпеки для підключення до системи тривоги. Цифрові відеодетектори дозволяють розділити зони на окремі блоки та налаштувати їхню чутливість та характеристики руху. Налаштування цифрових відеодетекторів має враховувати особливості місця встановлення та об'єкта спостереження, щоб уникнути надлишкових сигналів тривоги.

Відеомультіплексори відзначаються важливими функціональними можливостями та високою технологічною продуктивністю у системах відеозапису та управління. Їхні можливості включають запис відеосигналів від кількох камер на один носій, відтворення закодованих записів і обробку сигналів тривоги.

Мультіплексори відкривають можливості для варіювання методів запису та подачі відеосигналів, дозволяючи одночасно реєструвати різні сцени, що транслюються на екрані, та виводити зображення з однієї камери або більше на екран. Вони надають можливість переглядати записи на одному моніторі у різних форматах, таких як повноекранний, квадрант, "картинка в картинці" або мультиекранний режим. Багато мультіплексорів підтримують функцію цифрового збільшення зображення для докладного аналізу.

Деякі мультіплексори додатково обладнані вбудованими відеодетекторами для реєстрації руху, генераторами сигналів титрів, та функцією додавання дати та часу до відеозображень. Деякі пристрої можуть

навіть працювати в режимі дуплексу, дозволяючи одночасно переглядати раніше записані відеозаписи і вести запис поточних відеозображень.

Сучасні системи відеоспостереження використовують матричні відеокмутатори, обладнані вбудованим процесором для незалежного комутування відеосигналів з численних джерел на будь-який монітор. Ці комутатори виконують функції автоматичного виявлення подій та, в разі виникнення тривоги, виводять зображення тільки з камер, що зафіксували подію, супроводжуючи це звуковим сигналом для оператора.

Матричні комутатори відзначаються високою функціональністю та надають можливість гнучко розподіляти послідовності зображень від камер в будь-якому обраному порядку. Основні особливості цих пристроїв включають:

- Керування обертовими пристроями: Матричні комутатори здатні керувати обертовими камерами, дозволяючи оператору змінювати напрямок огляду та зум об'єктиву для кращого спостереження.
- Підтримка змінних об'єktivів: Деякі моделі матричних комутаторів можуть працювати з камерами, обладнаними змінними об'єktivами, що дозволяє змінювати фокусну відстань та зум, адаптуючи камери під конкретні потреби.
- Виведення номерів камер і найменувань приміщень: Матричні комутатори можуть відображати номери камер та найменування приміщень, в яких вони встановлені, на моніторах для зручності оператора.
- Інформація про сигнали тривоги: Вони можуть виводити інформацію про сигнали тривоги, що дозволяє оператору оперативно реагувати на виникнення подій та вирішувати ситуації.
- Відображення актуального часу та дати: Матричні комутатори можуть надавати оператору інформацію про поточний час та дату, що корисно для відстеження подій.

- Інструкції для оператора: Деякі моделі можуть включати в себе інструкції для оператора, які сприяють зручному та ефективному користуванню системою відеоспостереження.

Застосування комп'ютерної техніки в системах відеоспостереження переводить їх на новий рівень. Комп'ютерні пристрої управління, відомі як відеоменеджери, можуть задовольнити практично будь-які потреби. Вони пропонують різноманітні режими роботи, включаючи налаштування та підготовку системи, тестування та режим охорони.

Системи забезпечують високий рівень автоматизації та можливість програмування для виконання різних завдань. Вони також включають інтегровані системи охорони та забезпечують надійний контроль та безпеку.

Загалом, обробка та комутація відеосигналів, відеомонітори та інші компоненти системи відеоспостереження варто вибирати з урахуванням конкретних потреб і характеристик об'єкта. Вибір може бути важливим для забезпечення ефективного функціонування системи та досягнення бажаних результатів.

1.3 Пристрої реєстрації

Для фіксації та документування подій, що розгортаються в охоронюваних зонах, використовуються спеціалізовані відеомагнітофони, здатні функціонувати протягом тривалого періоду в двох режимах: безперервному та інтервальному. В режимі інтервального запису знімаються повні кадри лише в обрані моменти часу.

Для реєстрації відеозапису використовується автоматичний генератор дати та часу, який автоматично додає поточну дату та час до запису. Важливими характеристиками відеомагнітофонів є їх висока роздільна здатність та надійність. Висока роздільна здатність дозволяє зафіксувати найдрібніші деталі на відеозапису, що корисно для розпізнавання об'єктів та осіб. Надійність важлива, оскільки відеомагнітофони призначені для

тривалої безперервної роботи.

При використанні відеопринтерів для миттєвого друку обраних кадрів з відеосигналу важливими характеристиками є їх висока роздільна здатність, розмір зображення та можливість друку кількох кадрів одночасно.

Пристрої передачі телевізійного сигналу

Канали передачі телевізійного сигналу використовуються для забезпечення передачі телевізійного сигналу в системах відеоспостереження. Ці канали можуть бути провідними або бездротовими, такими як радіоканали або ІЧ-канали.

Для оптимальної передачі відеосигналу важливо враховувати характеристики коаксіальних кабелів, такі як хвильовий опір, діаметр і коефіцієнт затухання. Зазвичай вхідні та вихідні опори компонентів системи становлять 75 Ом. Максимальна відстань для передачі відеосигналу залежить від типу кабелю. Наприклад, для кабелю РК-75-4 максимальна відстань складає 200 метрів, у той час як для кабелю РК-75-7 ця відстань може бути до 500 метрів.

Для передачі сигналу на великі відстані використовуються відеопідсилювачі та модеми. Час передачі відеосигналу може варіюватися від доли секунди до хвилини в залежності від вимог до якості відео.

На сьогодні використовуються три широко застосовувані системи передачі зображень через цифрові та аналогові телефонні лінії:

- Один із підходів використовує принцип "умовного" оновлення, передаючи дані лише тоді, коли відбувається зміна в кадрі.
- MPEG-компресія використовує спеціальні алгоритми для стиснення відео об'єктів, що пересуваються.
- Системи, які використовують JPEG-компресію, застосовують незалежний процес стиснення до кожного окремого кадру.

Для вимог до високої завадостійкості та роздільної здатності

використовують волоконно-оптичні лінії передачі даних. Вони можуть передавати сигнал на великі відстані, але потребують перетворювачів для з'єднання з відеокамерами. Також існують радіо- та інфрачервоні канали зв'язку для мобільних і переносних систем, які надають можливість передачі сигналу в обмеженій ділянці. Радіосистеми можуть створювати завади побутовому телемовленню та вимагають контролю над доступом. Інфрачервоні системи працюють лише в зоні прямої видимості, але не потребують ліцензії для використання.

Для збереження якості сигналу в системах відеоспостереження використовують відеопідсилювачі та відеорозподільники. Відеопідсилювачі використовуються для компенсації згасання сигналу під час передачі на великі відстані. Важливо враховувати характеристики відеопідсилювача, такі як вхідна і вихідна опори та коефіцієнт посилення. Відеорозподільники дозволяють подавати сигнал кільком споживачам і мають важливі характеристики, такі як вхідна і вихідна опори та кількість виходів.

2 Розрахунок структурної схеми відеоспостереження

2.1 Розрахунок структурної системи відеоспостереження

Основовивчення відеоспостереження полягає в візуальному контролі за всім, що відбувається на території торгового центру, а саме - об'єктами, відвідувачами та персоналом. Однак не менш важливою є функція системи збереження цієї великої обсягом інформації і можливість відтворення її за необхідності.

Забезпечити візуальний контроль над усіма приміщеннями торговельного центру та прилеглою територією становить завдання великої складності через значну площу торгового центру. Технічні обмеження обладнання не дозволяють використовувати лінійну схему для побудови системи відеоспостереження.

Однак, щоб вирішити це завдання, торговельний центр можна поділити на окремі зони або ділянки, кожна з яких буде обслуговуватись групою відеокамер. Сигнали від цих камер можна об'єднати на одному обладнанні для подальшої обробки та збереження інформації.

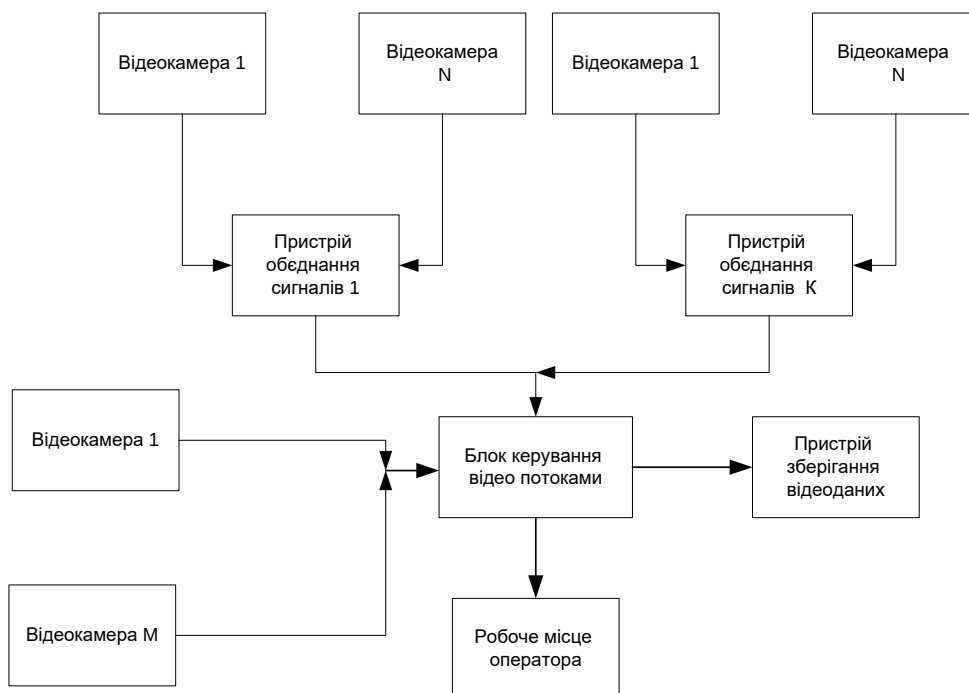


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи відеоспостереження

Систему відеоспостереження, зображену на рисунку 2.1, можна описати так: відеокамери проводять спостереження та створюють потоки відеоданих. Ці потоки передаються до пристрою об'єднання сигналів, де вони комбінуються в один загальний відеопотік. Цей загальний відеопотік подається на блок управління відеопотоками. Сигнали з блоку управління відеопотоками надходять на блок зберігання відеоданих і на робоче місце оператора [1-3].

Блок зберігання відеоданих включає систему для запису відеоінформації з метою тривалого зберігання цих записів. Робоче місце оператора обладнане засобами для відображення графічної інформації та інструментами керування для управління системою відеоспостереження.

Ця система дозволяє відеокамерам проводити спостереження, збирати відеодані, об'єднувати їх в один відеопотік, зберігати цю інформацію та надавати оператору доступ до неї для подальшого аналізу та управління.

2.2 Розрахунок функціональної схеми

Аналіз даних у розділі 1 розкриває можливість створення системи відеоспостереження на базі аналогових відеокамер, інфрачервоних (ІЧ) відеокамер або комбінації обох варіантів.

Аналогові відеокамери, хоч і представляють собою бюджетний варіант, вимагають використання коаксіальних кабелів та спеціалізованого обладнання для обробки відеосигналу. Іншою альтернативою є ІЧ-відеокамери, які, хоч і мають вищу вартість, працюють в межах стандартів комп'ютерних мереж, таких як мережі на основі витій пари або бездротові технології. З урахуванням значної площі торгового центру, вибір на користь ІЧ-відеокамер стає обґрунтованим, як це продемонстровано на рисунку 2.2.

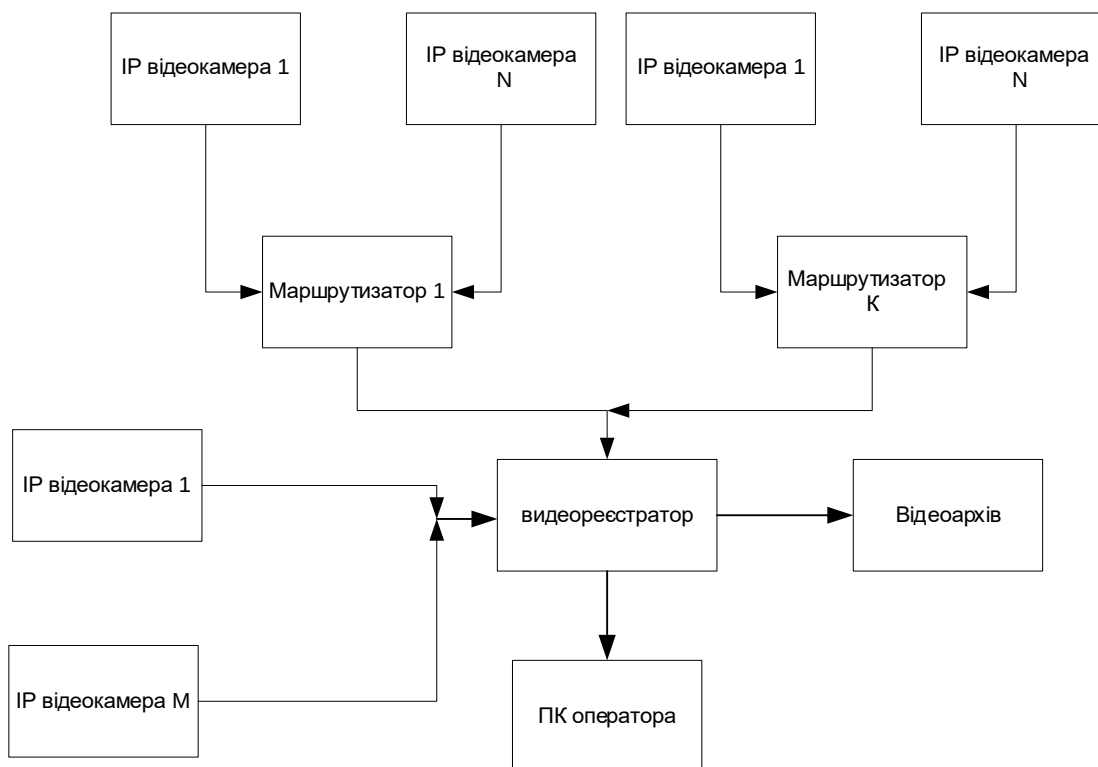


Рисунок 2.2 – Функціональна схема системи відеоспостереження

Система відеоспостереження складається із наступних ключових компонентів:

- IP-відеокамери;
- Маршрутизатори;
- Відеореєстратори;
- Сховище відеоданих;
- Персональні комп'ютери.

В системі відеонагляду застосовуються інфрачервоні (ІЧ) відеокамери, які об'єднуються в групи і керуються відповідними маршрутизаторами. Щоб забезпечити надійний зв'язок та живлення, внутрішні відеокамери зазвичай підключаються до маршрутизаторів через кабель витої пари.

Для встановлення зв'язку з відеокамерами, розташованими на відкритій території навколо торгівельного центру, використовуються

бездротові технології WiFi. Застосування WiFi має численні переваги порівняно з використанням витोї пари:

Уникнення необхідності прокладання кабелю між опорами.

Мінімізація ризику наводок від високої напруги в провідниках витої пари, особливо під час блискавки.

Обсяг необхідного обладнання визначається на основі параметрів відеокамер, площі покриття і характеристик маршрутизаторів. Для отримання точних даних проводяться відповідні розрахунки [4-5].

2.3 Розрахунок параметрів відеокамер

Визначення значення діаметра зони спостереження

Налаштування системи відеоспостереження залежить від розмірів зони, яку одна камера може охопити, і від відстані між камерами.

Для збільшення дистанції спостереження можна використовувати спеціальні об'єктиви, які дозволяють розширювати поле зору та збільшувати зум відеокамери. Проте важливим обмежуючим фактором, особливо в нічний час, коли рівень світла є обмеженим, є освітленість в зоні спостереження.

Рисунок 2.3 містить схематичне зображення джерела світла та відеокамери, яке може бути важливим для забезпечення необхідного рівня освітленості в зоні спостереження.

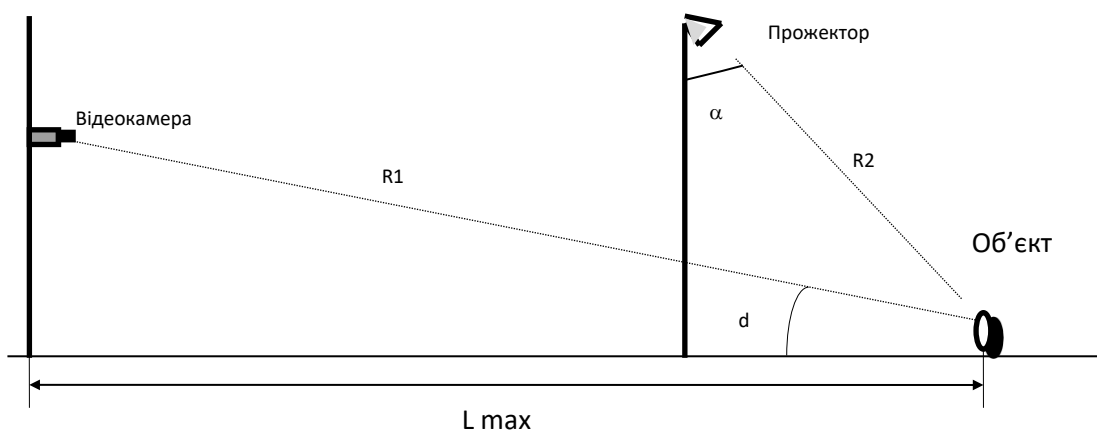


Рисунок 2.3 – Схематичне зображення розташування відеокамери,

прожектора освітлення та об'єкта спостереження території.

Визначення максимальної відстані від відеокамери до об'єкта спостереження включає в себе розгляд параметрів, таких як сила світлового потоку, кут падіння променя світла, коефіцієнт відбиття світлового потоку та відстань між прожектором та відеокамерою. Зазвичай ця залежність описується наступним чином[13-16]:

$$ETK = \frac{I \cdot \cos \alpha \cdot K}{R1 + R2}, \quad (2.1)$$

де ETK – мінімальний рівень освітленості на матриці камери;

I – сила світлового потоку, який випромінюється джерелом світла;

$\alpha = 17$ град – кут падіння променя світла, який створюється джерелом світла;

K – коефіцієнт відбиття світлового потоку.

$R1+R2$ – шлях світлового потоку між прожектором та відеокамерою.

Відеокамери з високою роздільною здатністю зазвичай вимагають мінімального рівня освітленості приблизно 0,1 лк, щоб забезпечити якісний знімок. У разі вуличного освітлення, яке здійснюється за допомогою галогенних 500 Вт прожекторів, відомо, що такий прожектор створює світловий потік розміром 8000 кд. Коефіцієнт відбиття світлового потоку, який відображає, наскільки світло відбивається людиною, характеризується значенням 0,22. Ці параметри важливі при розрахунку максимальної відстані між відеокамерою і об'єктом спостереження з врахуванням рівня освітленості та інших факторів [6-9].

Відстань $R1 + R2$ можливо виразити із (2.1):

$$R1 + R2 = 121 \text{ м}$$

$$R2 = \frac{20}{\cos \alpha} = \frac{20}{\cos 17} = 21 \text{ м},$$

де 20 – максимальна відстань від точки, де джерело світла підвішене, до цільового об'єкта.

Згідно розрахунків: $R1 = 100 \text{ м}$.

Максимальна відстань між камерою та об'єктом характеризується наступним виразом:

$$L = R1 \cos d \cong 100 \text{ м},$$

де $d = \arcsin H / R1 = 3$ град – кут відбиття світлового потоку;

$H = 4,5$ м – висота підвісу відеокамери.

Розрахунок роздільної здатності відеокамери

Систему відеоспостереження слід розгорнути так, щоб навіть на великій відстані від камери була можливість чітко розпізнавати об'єкти, які перебувають під наглядом. Це досягається за допомогою правильного підбору відеокамер з урахуванням фокусної відстані та типу матриці.

Важливо, щоб об'єкти мали мінімальний розмір, який займає п'ять телевізійних ліній або більше на екрані. Для визначення можливості розпізнавання таких об'єктів використовують тестові фігури, які є простими геометричними формами білого кольору розміром 30 см на чорному фоні. Вивчення виявило, що операція розпізнавання цих фігур оператором свідчить про його здатність впізнавати окремих осіб.

Мінімальний розмір пікселя на екрані дисплея визначається:

$$d = \frac{3S}{4R}, \quad (2.2)$$

де d – розмір кожного пікселя;

R – можливість камери вимірюється в телевізійних лініях (ТВЛ);

S – Загальний розмір видимого зображення.

Із виразу (2.2) можливо визначити повний розмір:

$$S = \frac{1,2R}{15} = 0.08.$$

З аналізу видно, що при використанні відеокамер із середньою роздільною здатністю на рівні 400 телевізійних ліній, абсолютний розмір видимого об'єкта становить 32 метри. Проте, якщо перейти до використання відеокамери з роздільною здатністю 600 телевізійних ліній, абсолютний

розмір видимого об'єкта збільшується до 48 метрів.

Цей аналіз дозволяє зробити наступні висновки:

За однакових кутів огляду камера з високою роздільною здатністю ($R = 600$) здатна охоплювати об'єкти, розташовані на відстані, що перевищує відстань, на якій може розташовуватися об'єкт передбачуваної камерою із середньою роздільною здатністю ($R = 400$) у 1,5 рази.

При однаковій площі зони огляду кут огляду камери з високою роздільною здатністю вищий на 1,5 рази, ніж у камер із середньою роздільною здатністю.

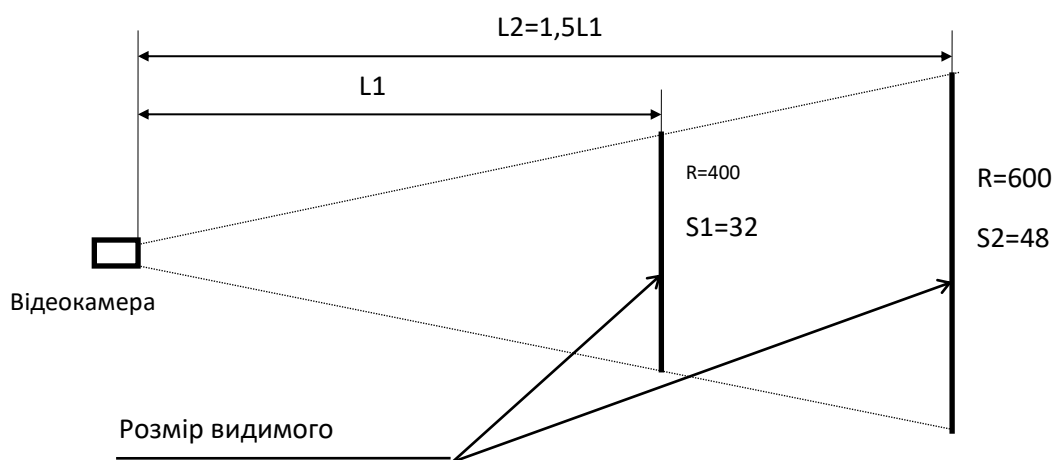


Рисунок 2.4 – Порівнююча довжина зони огляду для відеокамер із середньою та високою роздільною здатністю при однаковому куті огляду

На відстані L від відеокамери до об'єкта спостереження можна визначити кут зору об'єктива за допомогою наступного виразу [17-18]:

$$\alpha = 2 \arctg\left(\frac{S}{2L}\right). \quad (2.3)$$

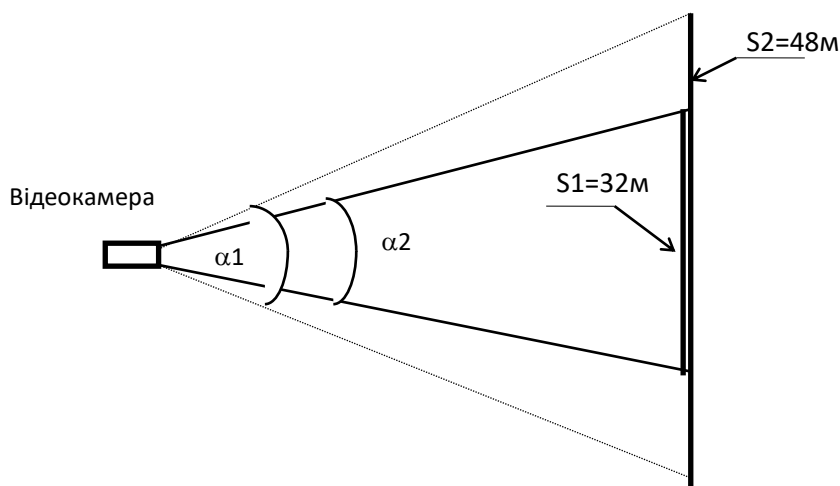


Рисунок 2.5 – Порівняння зони огляду для відеокамер з високою і середньою роздільною здатністю при однаковій площі покриття показує, що камера з високою роздільною здатністю може охоплювати більше деталей та об'єктів у цій зоні порівняно з камерою із середньою роздільною здатністю.

При заданому куті огляду є можливість визначити відстань від відеокамери до об'єкта спостереження:

$$L = \frac{S}{2 \operatorname{tg} \alpha/2} \quad (2.4)$$

Для підвищення ефективності функціонування системи необхідно розглядати можливість використання більшої кількості телевізійних ліній для найдрібніших об'єктів у зображеннях, можливо, навіть до 8 ліній.

У цьому випадку повний розмір визначається при умові, що роздільна здатність становить 400 ТВЛ.

$$S = 0,05R = 20 \text{ м.}$$

Дослідження свідчить, що для підвищення рівня якості зображень необхідно розширювати кількість доступних камер для спостереження.

Визначення відстані огляду відеокамери

На рисунку 2.6 можна спостерігти розташування відеокамер в проходах торговельного центру. Проведений аналіз креслення вказує на

наявність горизонтальної мертвої зони M1. Дистанція огляду цієї зони позначена літерою D.

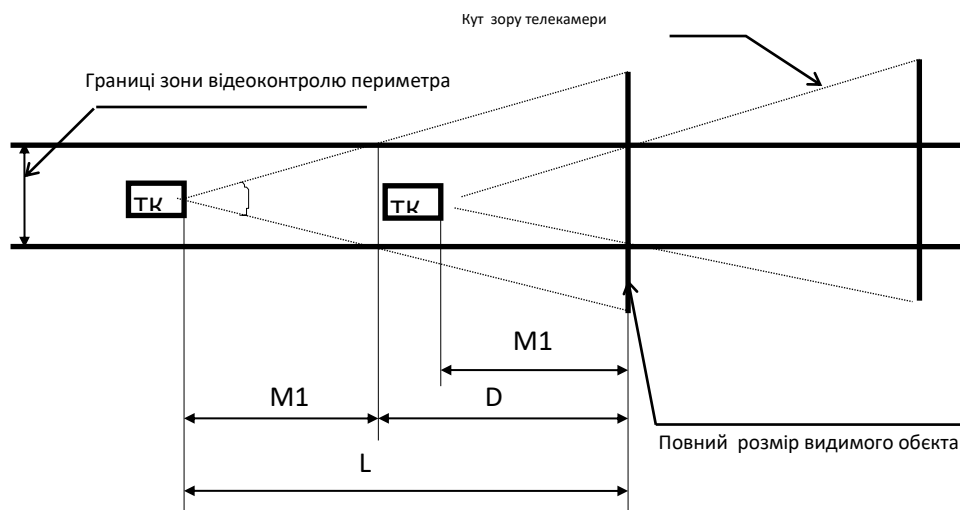


Рисунок 2.6 – Розміщення відеокамер в проходах торгівельного центру

Для обчислення величини мертвої зони M1 можна використовувати наступний вираз:

$$M1 = \frac{K}{2 \operatorname{tg} \alpha/2}, \quad (2.5)$$

де K – ширина території під відеоспостереженням, яка дорівнює ширині проходу 2 метри,

α – кут огляду об'єктива в горизонтальній площині, як правило, становить 160 градусів.

Підставляючи значення в (2.5), отримуємо:

$$M1 = \frac{2}{2 \operatorname{tg} \left(\frac{160}{2} \right)} = 0,17.$$

Зауважимо, що результати розрахунків свідчать про максимальну відстань між відеокамерою і об'єктом, який підлягає відеоспостереженню, що дорівнює $L = 69,65$ метрів. У випадку системи відеонагляду із роздільною здатністю 400 ТВЛ, розмір об'єкта спостереження обчислюється наступним способом:

$$S = 0,08R,$$

де $R = 400$ – роздільна здатність.

Роздільна здатність системи відеоспостереження залежить від роздільної здатності реєстратора, оскільки саме цей пристрій обмежує можливості системи.

Крім того, кожна відеокамера має мертву зону в вертикальній площині. Розміри цієї зони визначаються кутами огляду об'єктива [19].

Подивимося на рисунок 2.7 і отримаємо такий вираз:

$$M_2 = H \operatorname{tg}(\delta - \beta), \quad (2.6)$$

де M_2 – сліпа зона;

H – висота, на якій розташована відеокамера;

β – розмір кута огляду по вертикалі.

δ – кут напрямку огляду відеокамери.

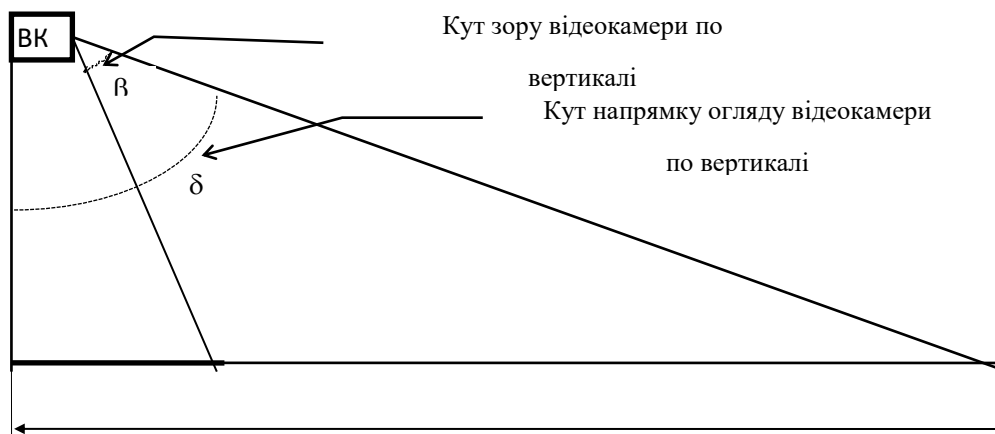


Рисунок 2.7 – Мертва зона по вертикалі в системі відеонагляду утворюється через особливості механізму огляду або через обмеження кута огляду вгору та вниз.

$$\delta = \operatorname{arctg}\left(\frac{L}{H}\right). \quad (2.7)$$

Із (2.7):

$$\delta = \arctg\left(\frac{63}{4,5}\right) = 85,71^\circ.$$

Після отримання цих значень ми використовуємо їх у наступних розрахунках (2.6):

$$M2 = 4,5 \cdot \tg(85 - 75) = 0,79 \text{ м.}$$

Результативна відстань огляду визначається за допомогою такого виразу:

$$D = L - M1. \quad (2.8)$$

Підставивши ці значення у вираз: (2.8):

$$D = 63 \text{ м.}$$

Для аналізу характеристик мережі відеонагляду усередині торговельно-розважального центру, можливо встановити кут зображення відеокамери, виходячи з параметрів матриці камери та оптичної системи відеокамери [10-11]:

$$\alpha = 2\arctg\left(\frac{d}{2F}\right). \quad (2.9)$$

Матриця стандартних розмірів 1/3” має діаметр d, який дорівнює 6 мм.

З формули (2.9) виразимо характеристики об'єктива на основі параметрів системи відеонагляду:

$$F = \frac{d}{2\lg \frac{\alpha}{2}}. \quad (2.10)$$

Камера К1: Фое. Необхідний або бажаний кут огляду $\alpha=90^\circ$.

$$F = \frac{6}{2\lg \frac{90}{2}} = 3 \text{ мм.}$$

Камера К2: Переходи. Необхідний або бажаний кут огляду $\alpha= 25^\circ$.

$$F = \frac{6}{2\lg \frac{25}{2}} = 13,5 \text{ мм.}$$

Камера К3: Аварійні виходи. Необхідний або бажаний кут огляду $\alpha = 35^\circ$.

$$F = \frac{6}{2 \operatorname{tg} \frac{35}{2}} = 13,5 \text{ мм.}$$

Камера К4: Службові приміщення. Необхідний або бажаний кут огляду $\alpha = 90^\circ$.

$$F = \frac{6}{2 \operatorname{tg} \frac{90}{2}} = 3 \text{ мм.}$$

Камера К5: Відкрита місцевість. Необхідний або бажаний кут огляду $\alpha = 90^\circ$.

$$F = \frac{6}{2 \operatorname{tg} \frac{90}{2}} = 3 \text{ мм.}$$

Параметри камер відеоспостереження об'єднані в таблицю 2.1:

Таблиця 2.1 – Параметри камер відеонагляду

Характеристика	Величина
Фокусна відстань (мм)	3
Формат матриці відеокамери	1/3
Висота встановлення камери (м)	5
Кут нахилу відеокамери (градус)	30
Роздільні здатність (твл)	500
Відстань до предмета (м)	25

Отримані обчислення встановлюють технічні вимоги до параметрів відеокамер для системи відеоспостереження в торговельному центрі.

2.4 Вибір обладнання мережі відеоспостереження

Вибір типу відеокамери

Для підбору відеокамер, виходячи із результатів попереднього розділу, розглянемо різні види камер, що пропонуються на ринку, і відіберемо ті, які належним чином відповідають нашим критеріям.

Вибір відеокамер може бути спрощено до таких основних параметрів:

- Тип камери: корпусна або безкорпусна.
- Тип зображення: чорно-біле або кольорове.
- Чутливість: звичайна або підвищена.
- Роздільна здатність: звичайна або висока.
- Призначення: для внутрішнього або зовнішнього використання.
- Спосіб встановлення: для прихованого або відкритого спостереження.

У задуманій системі відеоспостереження для надійного захисту від зовнішніх впливів обов'язково слід використовувати відеокамери з розширеним діапазоном робочих температур і підвищеною міцністю, зокрема, оскільки вони будуть розміщені поза приміщенням.

Також важливо мати можливість визначення кольору об'єкта (наприклад, автомобіля) та забезпечити точну ідентифікацію людей та автомобілів.

Розглядаючи формат ПЗЗ-матриці, слід зауважити, що кут огляду відеокамери залежить від цього параметра. Наприклад, при однакових об'єктивах камера з більшим форматом матриці має ширший кут огляду, що може бути корисним при відеоспостереженні за розташованими віддалено об'єктами. Оптимальним форматом матриці в цьому випадку є 1/3" (4,8 x 3,6 мм).

Правильний вибір відеокамер є критичним етапом у проектуванні системи відеоспостереження, оскільки характеристики камери впливають

на роботу всієї системи і загальну вартість проекту. При виборі відеокамери та її розташуванні важливо враховувати низку ключових факторів:

- Важливість зони спостереження: Необхідно чітко визначити, наскільки важливо спостереження в конкретній зоні. Це визначатиме, які камери та яку роздільну здатність потрібно використовувати для задоволення вимог.
- Геометричні параметри зони: Розмір, форма та конфігурація зони спостереження впливають на вибір кута огляду камери та її місця розташування.
- Необхідність ідентифікації спостережуваного об'єкта: Якщо потрібно ідентифікувати особи або об'єкти, то важливо використовувати камери з високою роздільною здатністю та певними особливостями об'єктивів.
- Орієнтація зони: Орієнтація зони спостереження (горизонтальна або вертикальна) впливає на вибір камери і тип об'єктива.
- Рівень освітленості: При низькому рівні освітленості може знадобитися використання камер з високочутливими матрицями або вбудованими ІЧ-підсвічуванням.
- Розташування вразливих місць: Якщо є вразливі місця, такі як вікна чи двері, то їх слід включити до зони спостереження.
- Умови експлуатації: Вимоги до водонепроникності, стійкості до атмосферних умов та температурного режиму визначатимуть вибір камери.
- Тип спостереження: Важливо вирішити, чи спостереження буде відкритим, чи прихованим, оскільки це вплине на вибір камер та їх розташування.

На ринку присутні численні фірми-виробники відеокамер, які пропонують широкий спектр продукції для систем відеоспостереження. Деякі з найвідоміших виробників відеокамер включають:

1. SANYO (Японія): Відома своєю технологічно високоякісною продукцією в галузі відеоспостереження.
2. KT&C (Корея): Інноваційний виробник відеокамер та інших продуктів для систем безпеки.
3. Hunt (Тайвань): Виробник камер і обладнання для відеоспостереження з гарною репутацією.
4. AXIS (Швеція): Відомий своїми мережевими камерами та рішеннями для відеоспостереження.
5. Mintron (Тайвань): Виробник високоякісних камер для відеоспостереження.
6. PHILIPS (Нідерланди): Глобальна компанія, яка пропонує різноманітні продукти для електроніки, включаючи відеокамери.
7. Sony (Японія): Відомий своєю якістю зображення і технологічними рішеннями у сфері відеоспостереження.
8. Mitsumi (Тайвань): Виробник продукції для відеоспостереження та інших галузей.
9. PELCO (США): Популярний виробник відеокамер та обладнання для систем відеоспостереження.
10. Panasonic (Японія): Відомий своєю електронікою, включаючи відеокамери для різних застосувань.
11. SAMSUNG (Корея): Виробник інноваційних продуктів для систем відеоспостереження.
12. D-Link (Тайвань): Постачальник мережових відеокамер і рішень для відеоспостереження.

Це лише кілька прикладів виробників, і на ринку існують ще багато інших компаній, які пропонують відеокамери та обладнання для відеоспостереження різних типів і застосувань. Вибір конкретного виробника та моделі відеокамери буде залежати від специфічних потреб та вимог проекту системи відеоспостереження.

Також існують кольорові, чорно-білі або камерами типу день-ніч в системі відеоспостереження залежить від специфіки конкретної ситуації.

- Кольорові камери: Ці камери краще підходять для спостереження та розпізнавання, особливо в умовах доброго освітлення. Вони можуть надати більше інформації про об'єкти, оскільки передають кольори, що може бути корисним у багатьох випадках.
- Чорно-білі камери: Такі камери можуть працювати в умовах недостатнього освітлення. Вони зазвичай володіють кращою чутливістю до світла, тому корисні у слабо освітлених місцях або вночі.
- Камери типу день-ніч: Цей тип камер може автоматично переключатися між режимами кольорового та чорно-білого зображення, забезпечуючи оптимальне зображення як у добрих, так і в низькоосвітлених умовах. Ці камери особливо ефективні у відкритих просторах або місцях зі змінними умовами освітлення.

Вибір камер типу день-ніч для системи відеоспостереження на вулиці, яка працює цілодобово і має здатність автоматично переходити між кольоровим та чорно-білим режимом в залежності від умов освітлення, є логічним та оптимальним рішенням. Це дозволить забезпечити якісне спостереження у будь-який час доби та в будь-яких погодних умовах. Висока роздільна здатність камер (приблизно 540 ТВЛ) допоможе забезпечити деталізоване зображення, що є важливим для ідентифікації об'єктів та осіб. Такий підхід допоможе забезпечити надійний та ефективний рівень безпеки в об'єкті спостереження.

IP-камери є обраним типом камер для нашої системи відеоспостереження. Це сучасні цифрові камери, які передають відеосигнал у цифровому форматі через IP-протокол по мережі. Кожна IP-камера має власну IP-адресу і може мати різноманітні функції, включаючи компресію відео, пам'ять, мережевий і бездротовий інтерфейси, входи/виходи для сигналізації, детектор руху та інші. Використання IP-камер дозволить нам

отримувати високоякісні цифрові зображення та мати доступ до різних функціональних можливостей для покращення системи відеоспостереження.

Високотехнологічні IP-камери мають декілька переваг. Одна з найважливіших - можливість передавати відеосигнал в цифровому форматі через мережу. Це відкриває доступ до високоякісних зображень та різноманітних можливостей, таких як віддалене керування і перегляд відео через Інтернет, навіть у реальному часі.

Один з ключових аспектів вибору IP-камер для системи відеоспостереження є їхні технічні характеристики та функціональні можливості. Розглянемо три різні моделі цифрових відеокамер: TP-LINK VIGI C300P-6, HiLook IPC-B121H-F і Hikvision DS-2CV1021G0-IDW1. Порівняємо їхні характеристики, функції та особливості, щоб визначити, яка з них найбільш підходить для наших потреб у системі відеоспостереження.

Таблиця 2.2 – Порівняльна таблиця технічних характеристик відеокамер

Параметри	TP-LINK VIGI C300P-6	HiLook IPC- B121H-F	Hikvision DS- 2CV1021G0- IDW1
Роздільна здатність	640x480 ріх	640x480 ріх	704 x 576 ріх
Порогова чутливість	Цв.: 2 лк, Ч/б: 0,6 лк, F1.4	0,0,01 лк/ F2.0 Ч/б: 0лк с III	Цв.: 0,005 лк, Ч/б: 0лк с III

Продовження таблиці 2.2

Кут огляду	По горизонта лі: від 50 ⁰ до 75 ⁰ По вертикалі: від 45 ⁰ до 50 ⁰	75x36 ⁰	По горизонталі 62 ⁰ По вертикалі: 114.5 ⁰
Відношення сигнал/шум	більше 60 дБ	більше 100 дБ	більше 120 дБ
Світлочутливий елемент	1/2" ПЗС- матриця	1/2.7" CMOS- матриця	1/2.8" CMOS- матриця
Вбудовані мережеві інтерфейси	інтерфейс 802.11g Порт 10/100BA SE-TX Fast Ethernet	PoE живлення Порт 1 RJ45 10 M/100 M Ethernet	PoE живлення інтерфейс 802.11g Порт 1 RJ45 10 M/100 M Ethernet
Електроживлення	12 В	12 В, PoE	PoE, 12 В
Габарити	164,9×87,4 ×83,4 мм	186×71×67мм	99x68x66 мм
Робочий діапазон температур	-30...+50°C	-20...+50°C	- 30...+ 60° C

Розглянемо вибір камери для системи відеоспостереження. На основі аналізу таблиці 2.2 видно, що відеокамера Hikvision DS-2CV1021G0-IDW1 вирізняється кращим співвідношенням сигнал/шум, компактними розмірами, широким діапазоном робочих температур, значними кутами огляду, вбудованим бездротовим інтерфейсом і найвищою роздільною здатністю. Ці переваги роблять її ідеальним вибором для охоплення площі перехрестя та забезпечення високоякісного відеоспостереження.

Можна продовжити аналіз інших параметрів камери та її відповідність вимогам системи, а також врахувати інші фактори вибору, такі як вартість та доступність на ринку.

Підключення системи відеоспостереження до мережі

При розробці відеоспостереження народжується запитання щодо обрання засобу зв'язку між відеокамерами та інфраструктурою мережі, і вибір може виглядати наступним чином:

- Коаксіальний кабель
- Кабель мідний, кручена пара
- Волоконно-оптичний кабель
- Радіоканал

Вибір засобу зв'язку залежить від конкретних умов, обсягу даних, відстані і, звісно, бюджету проекту.

Вибір та обґрунтування каналу зв'язку

Під час проектування систем відеоспостереження вкрай важливо приділяти належну увагу якості передачі телевізійного сигналу, оскільки вона залежить від параметрів зв'язку між відеокамерами та комутаторами провайдера. Якість телевізійного зображення в значній мірі залежить від вибору методів та засобів передачі відеосигналу.

1) Використання коаксіального кабелю:

Переваги:

- Окрім функції передачі сигналу, волоконно-оптичний кабель також виступає у ролі екрана. Воно захищає від зовнішніх перешкод і надалі заземлюється.
- У смузі передачі телевізійного сигналу (в діапазоні 50 Гц - 6 МГц) коаксіальний кабель має певну стійкість до зовнішніх впливів

Недоліки:

- Під час укладання коаксіального кабелю необхідно враховувати можливі перешкоди, що виникають внаслідок наявності поруч розташованих кабелів живлення. Це може призвести до появи наведених струмів на екрані кабелю.
- Існує схильність до накопичення статичного заряду на обплетенні та центральній жилі під час грозових умов.
- На значних відстанях при використанні коаксіального кабелю спостерігається амплітудно-частотне спотворення відеосигналу, що призводить до погіршення якості телевізійного зображення. Це проявляється в втраті чіткості контрасту та роздільної здатності.

2) Кабель мідний, вита пара:

Переваги:

- Провідники звиваються з метою покращення сполучення між ними у межах однієї пари та для зменшення впливу електромагнітних завад від зовнішніх джерел. Це також запобігає взаємному наведенню при передачі диференційних сигналів. У кабелях UTP категорії 5 і вище провідники пар звиваються із різним кроком для мінімізації можливого зближення провідників різних пар.

Недоліки:

- Використання екранованого кабелю може призвести до скорочення максимальної відстані передачі телевізійного сигналу приблизно вдвічі через паразитну ємність екрану.

- Кручені пари піддаються впливу грозових розрядів, що може викликати виходження з ладу вихідного каскаду передавача та вхідного каскаду приймача.

3) Оптичний волоконний кабель:

Переваги:

- Пропускна здатність оптичного волокна значно перевищує пропускну здатність інших систем зв'язку і може досягати терабітів на секунду.
- Мінімальна втрата сигналу в оптичному волокні дозволяє використовувати його на великих відстанях без додаткових підсилювачів.
- Системи волоконно-оптичного зв'язку є стійкими до електромагнітних завад і важко доступними для несанкціонованого використання.
- У системах волоконно-оптичного зв'язку відсутні "земельні струмові петлі."
- Повна безпека в областях з підвищеною небезпекою вибуху та пожежі.

Недоліки:

- Дисперсія.
- Оптичне волокно не підлягає ремонту, і в разі пошкодження ділянки доводиться проводити перекладення.
- Високі витрати на встановлення.

4) Бездротовий канал зв'язку:

Переваги:

- Ідеальний вибір для ситуацій, де неможливе або неефективне прокладання стандартних кабелів.
- Зекономить ресурси, особливо в місцях, де проведення кабелів не є доцільним.
- Здатний з'єднувати практично будь-які пристрої.
- Стандартизована технологія, уникнення проблем з несумісністю пристроїв різних виробників.
- Використовує високочастотний діапазон (2,4 - 2,48 ГГц) без потреби в

ліцензії.

- Підтримує з'єднання типу "точка-точка" і "точка-багатоточка".
- Пропускна здатність для виділеного доступу може коливатися в діапазоні від 64 Кбіт/с до 54 Мбіт/с з гарантованою пропускною здатністю.
- Мобільність - обладнання для бездротового зв'язку можна легко переносити та встановлювати в нових місцях.

Недоліки:

- Потребує прямої лінії видимості між об'єктами зв'язку.
- Має обмежену дальність передачі, яка скорочується при збільшенні частоти.
- Вразливий до завад та перешкод.

Після аналізу переваг та недоліків кожного каналу передачі даних, ми приймаємо таке рішення: для підключення до зовнішньої мережі торговельного центру ми вибираємо радіоканал, а для організації внутрішнього відеоспостереження використовуємо виту пару.

Давайте розглянемо ключові технології передачі даних без використання дротів та оберемо ту, яка найкраще відповідає вимогам нашого завдання.

- Bluetooth версії 1.1 (IEEE 802.15.1) - це стандарт, який дозволяє пристроям обмінюватися даними на надійних та доступних радіочастотах в діапазоні від 2,4 до 2,4835 ГГц на відстанях від 10 до 100 метрів. Максимальна пропускна здатність цього стандарту становить 2 Мбіт/с. Bluetooth Special Interest Group (SIG) розробила специфікацію цього стандарту спільно з компаніями Ericsson, IBM, Intel, Toshiba і Nokia. Пізніше стандарт IEEE 802.15.1 був розроблений на основі специфікації Bluetooth у співпраці між Bluetooth SIG і IEEE.

- IEEE 802.16 MAN (WiMAX) - це стандарт, який визначає бездротові мережі для міських територій. Він також відомий як "технологія останньої

милі" і використовує частотний діапазон від 10 до 66 ГГц. Цей стандарт надає можливість отримувати широкосмуговий доступ до мережі через бездротовий радіоканал і передавати різні дані, включаючи звук і відео. Максимальна пропускна здатність на одному каналі шириною 25 МГц може сягати 120 Мбіт/с.

- IEEE 802.11 (Wi-Fi) - це набір стандартів для бездротового з'єднання у локальних мережах за допомогою різних частотних діапазонів: 2,4 ГГц, 3,6 ГГц та 5 ГГц. Найбільш відомим та популярним стандартом серед них є Wi-Fi, який підтримується організацією Wi-Fi Alliance. Цей стандарт набув великої популярності завдяки своєму застосуванню у мобільних пристроях, таких як КПК і ноутбуки. Первісно стандарт IEEE 802.11 передбачав швидкість передачі даних, яка не перевищувала 2 Мбіт/с.

- IEEE 802.11a: Цей стандарт також використовує діапазон 5 ГГц і використовує технологію OFDM для покращення стійкості до перешкод. Максимальна швидкість передачі даних може сягати 54 Мбіт/с [17].

- IEEE 802.11g - це стандарт бездротового зв'язку, який працює на частоті 2,4 ГГц і забезпечує швидкість передачі даних на рівні 54 Мбіт/с. Це представляє собою значне покращення порівняно зі стандартом IEEE 802.11b, який має лише 11 Мбіт/с. Особливістю IEEE 802.11g є його сумісність зі стандартом 802.11b, що дозволяє пристроям працювати разом із збереженням високої швидкості передачі даних [18].

- IEEE 802.15.4 встановлює параметри фізичного рівня та регулювання доступу до середовища для бездротових мереж особистого використання. Однією з основних характеристик цього стандарту є низька швидкість передачі даних, яка складає 250 кілобіт на секунду [15–19].

- ZigBee - це набір високорівневих мережевих протоколів, які призначені для використання в малопотужних радіопередавачах і ґрунтуються на стандарті IEEE 802.15.4. Технологія ZigBee ідеально підходить для додатків, які потребують тривалої роботи від батарей та

мають високі вимоги до безпеки, незважаючи на низькі швидкості передачі даних. Однією з основних переваг ZigBee є підтримка різних типів мережевих топологій, включаючи прості точка-точка і зіркові мережі, а також складні мережі з можливістю ретрансляції та маршрутизації повідомлень [20–22].

Стандарти бездротового зв'язку, що існують на ринку, були предметом ретельного дослідження, і існують різні специфікації. У таблиці 3.2 подано порівняльну характеристику бездротових стандартів 4-го і 5-го поколінь [21]

Таблиця 2.3 – Порівняльна таблиця стандартів бездротового зв'язку 4 і 5 покоління

Технологія	Стандарт	Використання	Пропускна здатність	Радіус дії	Частота, ГГц
Wi-Fi	802.11a	WLAN	до 54 Мбіт/с	до 100 м	5
Wi-Fi	802.11b	WLAN	до 11 Мбіт/с	до 100 м	2,4
Wi-Fi	802.11g	WLAN	до 108 Мбіт/с	до 100 м	2,4
Wi-Fi	802.11n	WLAN	до 600 Мбіт/с	до 100 м	2,4-2,5 або 5
WiMax	802.16d	WMAN	до 75 Мбіт/с	6-10 км	1,5-11
WiMax	802.16e	Mobile WMAN	до 30 Мбіт/с	1-5 км	2-6
WiMax	802.16m	WMAN, Mobile WMAN	до 1 Гбіт/с (WMAN), до 100 Мбіт/с (Mobile WMAN)	н/д	н/д

Bluetooth v 1.1.	802.15.1	WPAN	до 1 Мбіт/с	до 10 м	2,4
Bluetooth v 1.3.	802.15.3	WPAN	от 11 Мбіт/с до 55 Мбіт/с	до 100 м	2,4
UWB	802.15.3a	WPAN	от 110 до 480 Мбіт/с	до 10 м	7,5
ZigBee	802.15.4	WPAN	от 20 до 250 Кбіт/с	до 100 м	2,4
ІЧ	IrDa	WPAN	до 16 Мбіт/с	до 10 м	-

Для передачі даних ми вибрали технологію 802.11g. Цей стандарт є одним з найбільш поширених, і він має достатній радіус дії та високу швидкість для наших потреб у реалізації системи відеоспостереження.

Вибір обладнання технології 802.11g

Кожен пристрій Wi-Fi оснащений радіопередавачем і приймачем, які працюють у діапазоні частот 2,4 ГГц.

У попередніх частинах було вибрано модель камери Hikvision DS-2CV1021G0-IDW1 з вбудованим передавачем стандарту 802.11g та вихідною потужністю передачі 20 децибелів-міліватт.

На ринку існує велика кількість виробників приймачів Wi-Fi, таких як TP-Link, Huawei (Китай), D-Link (Тайвань) та інші. Найчастіше приймачі Wi-Fi використовуються для надання доступу до стаціонарних локальних мереж пристроям, таким як ноутбуки, розумні розетки, камери та інше.

З точки зору конструкції, приймачі Wi-Fi можуть бути призначені для зовнішнього використання, з врахуванням захисту від зовнішнього середовища, або для внутрішнього використання.

На практиці, до 15 клієнтів може бути обслуговано одночасно одним приймачем Wi-Fi. Коли кілька користувачів одночасно підключаються до одного приймача, доступна смуга пропускання розподіляється між ними.

Теоретично, обмежень на кількість підключень немає, але на практиці рекомендується обмежити кількість користувачів, враховуючи мінімально необхідну швидкість передачі даних для кожного з них.

У таблиці 2.4 наведено три приймачі Wi-Fi: MikroTik wsAP ac lite, Ubiquiti NanoStation Loco M2, TP-LINK EAP110.

Таблиця 2.4 – Порівняльна таблиця технічних характеристик приймачів

Параметри	MikroTik wsAP ac lite	Ubiquiti NanoStation Loco M2	TP-LINK EAP110
Виконання	вуличне	вуличне	вуличне
Чутливість	-75 dbm	-78 dbm	-78 dbm
Відношення с/ш	40 дБ мінімум	40 дБ мінімум	40 дБ мінімум
Антенa	1,5 dBi	1,5 dBi	1,5 dBi
Частотний діапазон	2,400-2,483 ГГц	2,400-2,483 ГГц	2,400-2,483 ГГц
Кількість каналів приймання	12	12	12
Габаритні розміри	12 мм×126 мм×30 мм	163x31x80мм	180x180x47.5 мм
Налаштування пристрою	через web- інтерфейс,	через web- інтерфейс	через web- інтерфейс
Робоча температура	-40...+60, °C	-30...+50, °C	-30...+60, °C
Вологість	100%	80%	90%

Електроживлення	PoE-in Ethernet: 18- 57 В	PoE-in Ethernet: 18- 57 В	PoE-in Ethernet1: 18- 57 В
-----------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

Після проведення аналізу даних, представлених у таблиці 3.3, ми прийшли до висновку, що радіоприймач MikroTik wsAP ac lite найкраще відповідає нашим вимогам. Він має менші габаритні розміри, широкий діапазон робочих температур і кращу чутливість. Тому ми обираємо радіоприймач MikroTik wsAP ac lite для використання у вуличному варіанті.

Висота підвісу радіоприймача вибирається на рівні 4,5 метра, щоб забезпечити пряму видимість між приймальним обладнанням.

Для підключення радіоприймача MikroTik wsAP ac lite до мережі використовується кабель типу F/UTP4-Cat5e.

Таблиця 2.5 – Електричні характеристики для F/UTP4 cat 5e

Частота, МГц	1,0	4,0	10,0	16,0	20,0
Коефіцієнт затухання не більше, дБ/100м	2,1	4,1	6,5	8,3	9,3
Перехідне затухання на ближньому кінці (NEXT) не менше, дБ/100м	65,0	56,0	50,0	47,0	46,0
Зворотні втрати (RL) не менше, дБ	-	-	-	-	25,0
Час затримки сигналу не більше, нс на/100м	570,0	552,0	545,4	543,0	542,1

Для оцінки продуктивності кабелю зазвичай використовується коефіцієнт втрат, позначений як α . Цей коефіцієнт вказує на пригнічення сигналу на одиницю довжини і розраховується згідно наступного виразу:

$$\alpha = \frac{A}{L}, \text{ дБ/м}$$

Діапазон частот для передачі з відеокамери становить приблизно 6-8 МГц. Згідно з даними, наведеними в таблиці 2.5, кабель в цьому діапазоні має коефіцієнт пригнічення приблизно 0,05 дБ/м (5 дБ на кожних 100 метрів кабелю). При встановленні приймача Wi-Fi на відстань 20 метрів від комутатора можна очікувати, що кабель буде використаний приблизно на відстані близько 25 метрів. Отже, загальні втрати в сигналі, переданому через кабель, складуть:

$$A = \alpha \cdot L = 0,05 \cdot 25 = 1,25 \text{ дБ.}$$

Розрахунок пропускної спроможності мережі

В цій системі використовуватимуться IP-камери, які передають потік даних через локальну мережу, що побудована на основі IP-протоколу. Ця локальна мережа ґрунтується на технології Ethernet.

Зображення на екрані обмежують два основні чинники: ширина смуги частот відеосигналу (або роздільна здатність зображення в пікселях на один кадр) і рівень передачі бітів[23-24].

Частота максимального сигналу у спектрі відеосигналу обчислюється за наступною формулою:

$$f_{\max} = \frac{k \cdot z^2 \cdot f_k}{2} \Gamma_{\text{ц}},$$

де $k = \frac{4}{3}$ – розмір кадру;

$z = 625$ – кількість рядків в кадрі;

$f_k = 25$ – частота кадрів.

Частота максимального сигналу в спектрі відеосигналу:

$$f_{\max} = \frac{\frac{4}{3} \cdot 625^2 \cdot 25}{2} = 6,5 \text{ , МГц}$$

Процесор компресії третього покоління, який використовується в обраній камері, може стискувати відео зі швидкістю до 15 кадрів в секунду незалежно від роздільної здатності. З урахуванням рекомендацій, щодо якості відео, прийнятною є роздільна здатність 320x240 пікселів. Отже, максимальна частота в спектрі відеосигналу може бути обчислена наступним чином:

$$f_{\max} = \frac{\frac{4}{3} \cdot 240^2 \cdot 15}{2} = 576 \text{ , кГц}$$

Сигнал яскравості включає в себе найвищі відеочастоти. Для розрахунку частоти дискретизації використовується теорема Котельникова, і в даному випадку вона становить 1152 кілогерц.

Щодо рівня чорного та рівня білого в телевізійному сигналі, для представлення яскравості досить 200 градацій (більше не має сенсу, оскільки людське око не здатне їх розрізнити). Коефіцієнт k можна обчислити за наступною формулою:

$$k = \log_2 m = \log_2 200 = 7,6$$

де $m = 200$ – кількість рівнів квантування.

Відповідно, $k = 8$.

Визначимо бітову швидкість:

$$c = 8 \cdot 1152 = 9216, \text{ кБіт/с}$$

Отже, швидкість передачі цифрових даних або бітова пропускна здатність для відеосигналу, що надходить з виходу одного камери, складає 9 Мбіт/с.

Під час вивчення можливості розташування IP-відеокамер у одній мережі, які передають зображення на відеосервер, потоки даних агрегуються, що призводить до збільшення навантаження на канали зв'язку.

Якщо пропускна здатність наближається до 54 Мбіт/с, важливо розглядати розташування відеокамер в окремих підмережах.

Обробка, передача та запис аудіосигналів, зазвичай, не потребують значних ресурсів цифрової системи відеоспостереження. Тому при розрахунку продуктивності системи відеоспостереження можна ігнорувати ресурси, виділені для аудіоконтролю.

Для налаштування системи відеоспостереження рекомендується використовувати відеореєстратори, які з'єднані з відеокамерами та керують їх роботою. В даному випадку ми обрали EvoVizion NVR-9625 як відеореєстратор.

Розмір архіву відеореєстратора визначається такими параметрами:

- Роздільна здатність
- Швидкість запису
- Кількість підключених відеокамер, з яких здійснюється запис;

Якщо необхідно, розрахунок розміру архіву можна виконати самостійно за допомогою відповідної формули, з урахуванням необхідного розміру кадру (F):

$$S = N \cdot F \cdot V \cdot T \cdot 0,0824,$$

де S – розмір та кількість простору на диску (ГБ);

N – кількість пристроїв з яких буде вестися запис;

F – розмір кадра(кБ);

V – швидкість запису на 1 канал(к/с);

T – час, який нам потрібно зберігати відеозапис(діб).

У вашому конкретному випадку, при S (середня швидкість запису) рівні 7,93, для збереження даних протягом 14 днів потрібно мінімум 8 ТБ простору для зберігання.

$$S = 22 \cdot 25 \cdot 12,5 \cdot 14 \cdot 0,0824 = 7,93\text{Тб}.$$

На основі розрахунків і аналізу технічних характеристик були обрані відеореєстратор EvoVizion NVR-9625 та дисковий накопичувач CFI-B8253JDGG для архівації даних. Зараз, враховуючи ці пристрої, ми можемо

розробити схему розташування відеокамер, відеореєстратора та іншого обладнання [25-26].

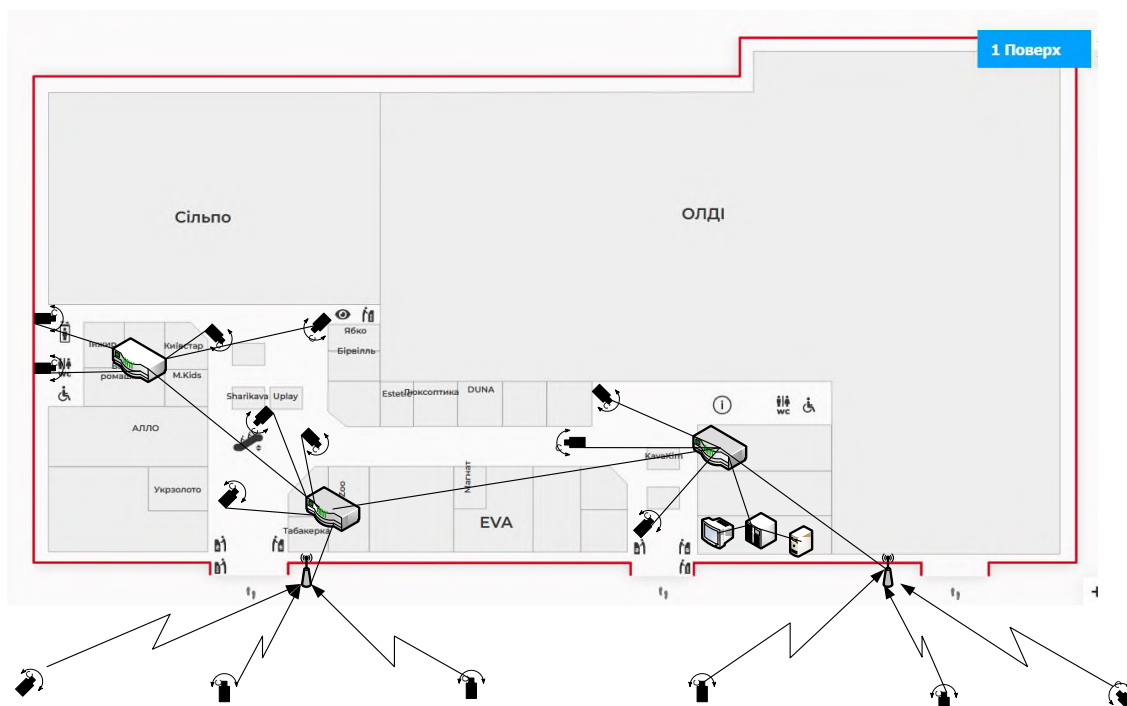


Рисунок 2.8 – Схема розміщення системи відеонагляду ТРЦ ОЛДІ(1 поверх)

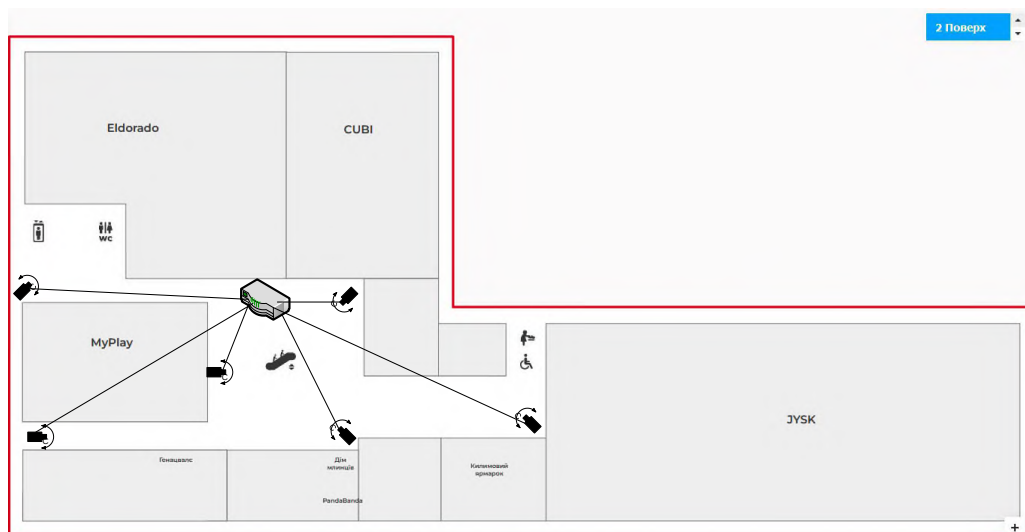


Рисунок 2.9 – Схема розміщення системи відеонагляду ТРЦ ОЛДІ(2 поверх)

Ми розробили схему яка перекриває всі входи та виходи, може слідкувати за об'єктом до моменту його потрапляння в ТРЦ і до його виходу.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

3.1 Дослідження показників відеокамер

Існує ряд характеристик, які допомагають вибрати підходящу відеокамеру для різних потреб. Проте, ми розглянемо та проаналізуємо деякі параметри, які є обов'язковими для забезпечення високої якості системи відеоспостереження. Давайте розглянемо певні моделі, які були використані в нашій системі відеоспостереження. Серед ключових параметрів (за моєю суб'єктивною думкою) для систем відеоспостереження включають:

- Чутливість.
- Відношення сигнал/шум.
- Роздільна здатність.

Чутливість є одним із ключових параметрів, оскільки від неї залежать можливості розташування та функціональні можливості камер. Чутливість важлива для роботи в умовах низького освітлення або навіть для нічної зйомки. Монохромні камери лідирують за чутливістю, досягаючи рівня 0,001 люкс, в той час як кольорові камери мають менший рівень, але все одно можуть працювати при 0,01 люкс.

Технологія OptimizedIR відкриває можливість здійснювати зйомку в абсолютній темряві, продовжуючи довжину хвиль фотонів та підвищуючи чутливість камер до інфрачервоного світла. Ці камери використовують природне або штучне інфрачервоне (ІЧ) світло або підсвічування для отримання високоякісних чорно-білих зображень в умовах абсолютної темряви.

Технологія Lightfinder розроблена з метою підвищення чутливості камери до світла в умовах недостатнього освітлення. Завдяки цій інновації, камери можуть розрізняти кольори в умовах обмеженого освітлення навіть

краще, ніж може зробити людське око. Ця висока чутливість досягається завдяки використанню високоякісного об'єктива, спеціально підбраного датчика зображення та вбудованих алгоритмів цифрової обробки, які інтегровані безпосередньо в систему на кристалі камери.

Технологія WDR (широкий динамічний діапазон) може бути корисною у ситуаціях з високим рівнем освітлення, таких як вихід із підвалу на яскраве сонце. Вона використовує різні рівні експозиції, підсилення контрастності та розширені алгоритми для зниження шуму та покращення якості зображення.

Таким чином, існує кілька інноваційних технологій, що дозволяють вдосконалити здатність відеокамери функціонувати в різних умовах освітлення і забезпечувати високу якість зображення.

Для визначення загального рівня шуму на зображенні використовується показник, відомий як відношення сигналу до шуму (SNR - signal-to-noise ratio). SNR обчислюється як відношення амплітуди сигналу до амплітуди шуму. Збільшення значення SNR вказує на поліпшення якості отриманого зображення. У випадку пристроїв, які призначені для отримання зображень на пристроях із прямим захопленням (ПЗЗ), можна виділити два типи шуму.

Існує перший тип шуму, який є випадковим і може виникати з різних причин, таких напівпровідниковий засіб, фоновий шум струму, шум випадкового фотонного збудження та ефект випадкового відсічення. Другий тип шуму має сталий характер і виникає внаслідок реакцій фотоелементів між пікселями або через нерівномірний темновий струм.

Оцінювання першого типу шуму зазвичай важливіше, оскільки статичний шум може бути видалений шляхом обробки сигналу. Теоретичний аналіз цього параметра показує, що він має суттєвий вплив на якість зображення.

Таким чином, відношення сигнал/шум є ключовим показником для

оцінки якості зображення і залежить від різних джерел шуму, які можуть виникати в процесі зйомки.

Роздільна здатність є параметром, який визначає деталізацію зображення. У аналогових камерах часто використовується поняття "ТВЛ" (телевізійні лінії), яке вказує на кількість горизонтальних ліній, що можуть бути розділені на екрані. Це відзначення є більш традиційним для аналогових камер, в той час як в цифрових камерах частіше використовується кількість мегапікселів (Мп) або кількість пікселів по вертикалі та горизонталі.

Фотоматриця - це спеціалізована мікросхема, що містить світлочутливі елементи. Її основною роллю є перетворення оптичного зображення в електричний сигнал або цифрові дані (якщо вона має вбудований аналого-цифровий перетворювач, АЦП). Фотоматриці використовуються в різних типах камер, таких як веб-камери, фотоапарати та відеокамери, для захоплення та обробки зображень.

Цей компонент важливий для досягнення високої роздільної здатності та деталізації зображень, і він грає ключову роль у якості камери, як аналогової, так і цифрової.

У сфері традиційної оцінки роздільної здатності камер, коли ми опиняємося в ідеальних умовах, виробники іноді пропускають питання, які можуть вплинути на якість фотозйомки. Іноді виникають випадки, коли камери з помірною кількістю пікселів завдяки вдосконаленій технології обробки зображень досягають високої якості фотозйомки навіть при яскравому сонячному світлі або в умовах значного динамічного діапазону освітлення. Проте важливо зауважити, що кількість пікселів залишається ключовою характеристикою систем відеоспостереження.

Попри обмеження, важливо відзначити, що коли фахівці обговорюють поняття роздільної здатності, вони часто не обмежуються лише кількістю пікселів. Під роздільною здатністю може розумітися не лише кількість

пікселів, але й інші важливі аспекти. Вища роздільна здатність (що означає більше пікселів) зазвичай призводить до вищої ціни камери, при рівних умовах. Проте важливо зазначити, що якість зображення може значно залежати від умов освітлення та динамічного діапазону, незалежно від кількості пікселів.

Таким чином, вибір камери для відеоспостереження повинен враховувати різні аспекти, включаючи якість обробки зображення, а не лише кількість пікселів.

Таб.3.1 – Приблизні відповідності між ТВЛ (телевізійними лініями) та кількістю пікселів.

ТВЛ	Пікселі	Мегапікселі
380	640x480	0,3
430	720x576	0,36
480	800x600	0,5
560	933x700	0,65
600	1024x756	0,75
800	1080x960	1,23
1000	1600x1200	1,92

3.2 Дослідження зон покриття радіоканалу

Успішність передачі інформації через бездротовий канал стандарту 802.11 залежить від різноманітних впливових факторів, які взаємодіють між собою. Серед цих впливових факторів слід враховувати навколишнє середовище, яке може створювати перешкоди для передачі сигналу. Необхідно також враховувати характеристики та якість обладнання, рівень потужності передавача і приймача, чутливість антени, втрати у фідері, а також міни у розташуванні приймача сигналу в просторі та інші фактори. Зокрема, важливим чинником для швидкості передачі даних є потужність сигналу, який випромінюється, і це ілюструється на рисунку 3.2.1.

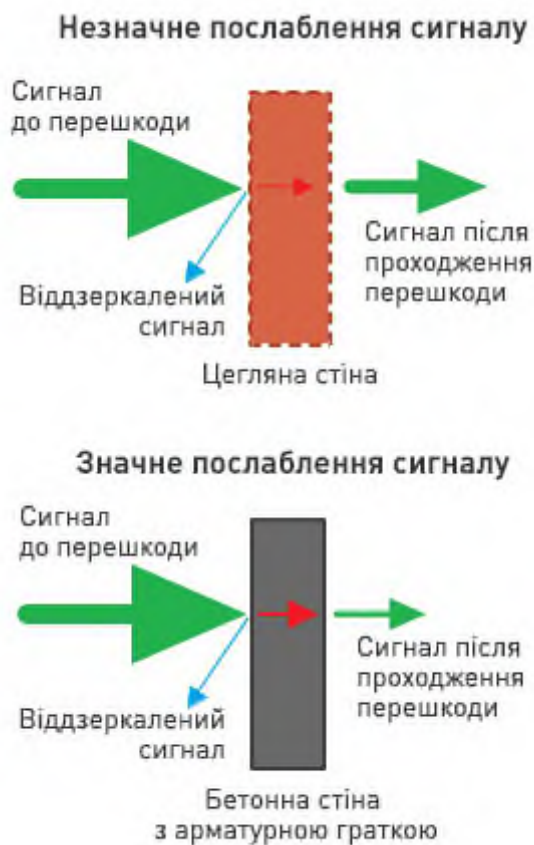


Рис. 3.2.1 – Схема проходження сигналу через перешкоду

Це можна легко перевірити, тримаючи мобільний телефон в руках і спостерігаючи за зміною сили сигналу, коли ви змінюєте положення телефону. Ви можете помітити, що зі зміною рівня сигналу також

змінюється швидкість передачі даних. Це вказує на те, що радіохвилі стандарту 802.11 розповсюджуються нерівномірно в приміщенні з численними перешкодами.

Давайте проведемо коротке незалежне дослідження, щоб дослідити, як сигнал в діапазоні 2.2 ГГц затухає в конкретних умовах. Наша модель передбачає використання приміщення з такими характеристиками: довжина - 17 метрів і ширина - 6 метрів. Важливо зазначити, що це приміщення обладнане мережею стандарту 802.11 і має розміщення, як показано на рисунку 3.2.2.

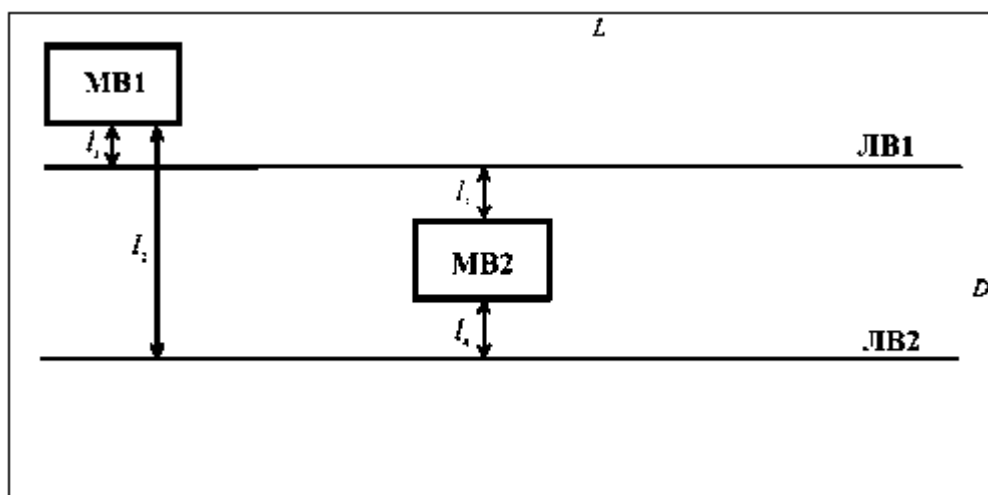


Рис. 3.2.2 – Схема дослідження

У цій конфігурації ми маємо два передавачі-приймачі, **MB1** та **MB2**, розташовані на відстані l від передавача. Для аналізу розподілу рівня сигнальної потужності в приміщенні використовуються дві лінії вимірювання, **LB1** і **LB2**. Основним об'єктом дослідження є рівень сигнальної потужності, яка надходить до приймача стандарту 802.11.

Крім цього, в цій схемі використовується технологія просторового кодування (MIMO), яка передбачає наявність трьох випромінюючих антен у кожному передавачі. Кожна з цих антен надсилає незалежний сигнал. На приймальному кінці розташована антена, яка приймає сумарний сигнал від усіх передавальних антен. Це може призвести до значних флуктуацій у

розподілі сигнальної потужності в приміщенні.

Розглянемо і проведемо порівняння різних сценаріїв розташування передавачів-приймачів (ТД), коли використовується лише одна антена.

Відстані до пунктів вимірювання можуть бути наведені приблизно, як описано в джерелі [12].

- $l_1 \approx 0$ від ТД;
- $l_2 \approx 3$ м від ТД;
- $l_3 = l_4 \approx 1,5$ м від ТД.

Результати на рисунку 3.2.3 [12].

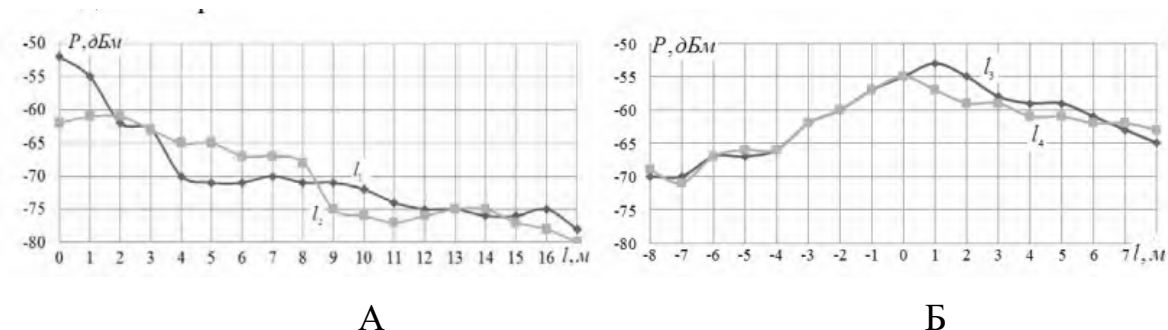


Рис. 3.2.3 – Графік потужності від відстані для однієї антени при розміщенні передавачів-приймачів (ТД): MB1 А); MB2 Б)

Аналізуючи рисунок 3.2.3, можна помітити велике згасання сигналу неподалік від передавача-приймача (ТД). Графік відображає істотне зменшення сигналу приблизно до відстані 4 метри для MB1, де розташований передавач-приймач. На відстані 5 метрів та більше спостерігається лінійне зменшення сигналу з наявністю деяких невеликих мінімумів та максимумів. Ці місцеві екстремуми, які відзначаються після позначки 5 метрів від початку, обумовлені множинним поширенням сигналу та явищами відбиття в приміщенні.

Щодо передавача-приймача MB2, спостерігається схоже згасання сигналу, але разом з тим відзначаються помітні відхилення точок максимумів на розподілі сигнальної потужності вздовж двох ліній вимірювання, ЛВ1 та ЛВ2. Подальший аналіз цього сценарію представлено

на рисунку 3.2.4 [12].

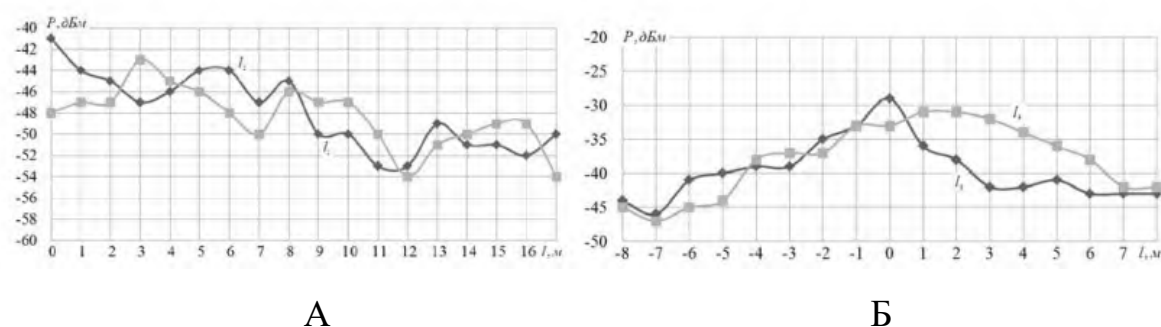


Рис. 3.2.4 – Графік залежності потужності від відстані для двох антен при розташуванні передавачів-приймачів (ТД): MB1 А); MB2 Б)

На практиці спостерігається явище накладання сигналів один на одного, що супроводжується як точковим підсиленням, так і послабленням сигналу на рівні приблизно 5 дБ. Як патентується, коли передавач-приймач (ТД) розташований в точці MB2, на всій довжині лінії вимірювання фіксується більше значення сигнальної потужності, ніж у випадку, коли ТД розташований в точці MB1.

Давайте проведемо аналіз наступної ситуації з трьома антенами. Результати представлені на рисунку 3.2.5 [12].

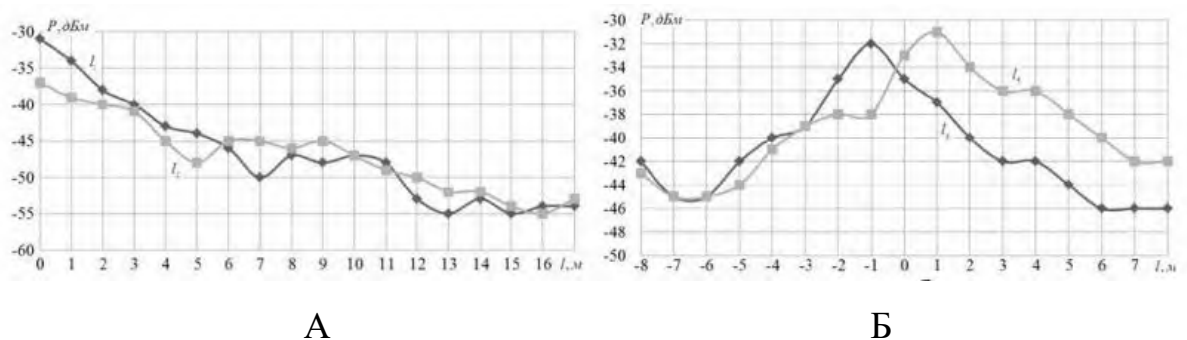


Рис. 3.2.5 – Графік потужності від відстані для трьох антен при розташуванні передавачів-приймачів (ТД): MB1 А); MB2 Б)

На відстані до 6 метрів від передавача-приймача (ТД) MB1 спостерігається поступове зменшення сигналу, за яким слідує локальні піки та спади із різкими перериваннями на кілька децибелів. Щодо ТД MB2, тут можна чітко виділити дві максимальні точки на розподілі потужності

сигналу. Відстань між цими точками становить 2 метри для обох ліній вимірювання, при умові відстаней l3 та l4 від ТД.

Наші дослідження свідчать про складність середовища в цьому стандарті. Ми спостерігаємо неоднорідний розподіл сигналу під час розповсюдження хвиль у частотному діапазоні 2.4 ГГц.

Важливо відзначити, що діапазон 5 ГГц має свої переваги порівняно зі старішим стандартом. Він дозволяє з'єднувати більше пристроїв без втрати якості сигналу і має значно вищу максимальну швидкість та пропускну здатність для мережі. Це досягається завдяки розширенню ширини каналу до 80 МГц, а її можна подвоїти за потреби. Проте є одна суттєва негативна риса, на яку ми звернемо увагу пізніше.

Поговоримо зараз про нашу симуляцію та проведемо аналіз затухання сигналу для двох різних частот: 2.4 ГГц та 5 ГГц. Ми встановимо роутер на відкритому просторі. Послідовно активуємо обидва стандарти і представимо результати симуляції на рисунку 3.2.6.

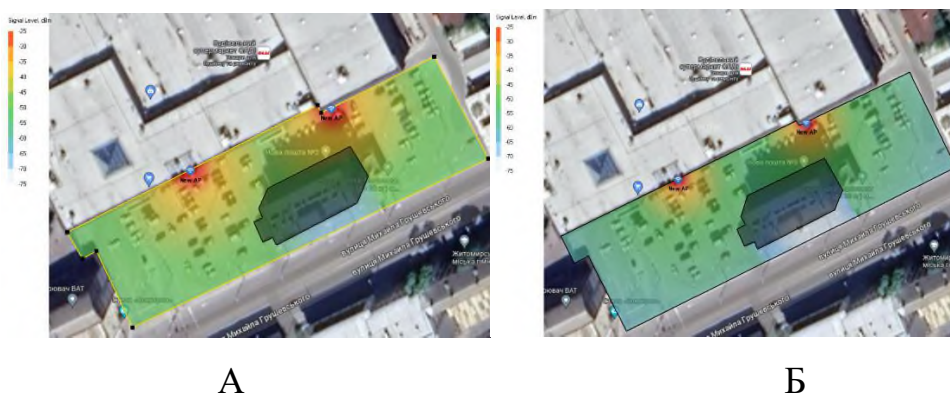


Рис. 3.2.6 – Зони в які може пробитися радіосигнал ТД:
2.4 ГГц А); 5 ГГц Б)

З аналізу показників на вищенаведених рисунках можна зробити висновок, що площа ефективної області покриття та стійкість до перешкод для стандарту 5 ГГц принаймні вдвічі менша, ніж для стандарту 2.4 ГГц.

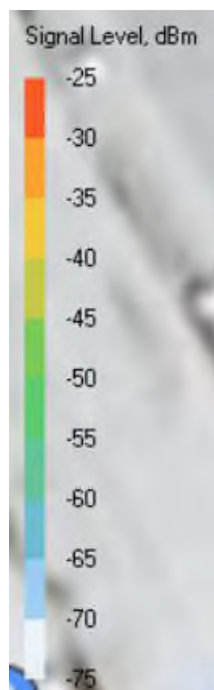


Рис.3.2.7 – Сигнал, який має приблизно відповідати дійсності в обраному програмному забезпеченні

Після проведення дослідів, була створена Таблиця 3.2.1, в якій містяться приблизні значення загасання сигналів, подібні до тих, які зображені на рисунку 3.2.6.

Таб. 3.2.1

Відстань (метри)	2,4 ГГц (dB)	5 ГГц (dB)
1 метр	32 dB	27 dB
10 метрів	52 dB	47 dB
20 метрів	62 dB	57 dB

Для створення бездротової мережі для IP-камер у 5 ГГц діапазоні потрібно подвоїти кількість точок доступу (ТД). На підставі розрахунків, які ми вже провели у попередніх розділах, ми точно знаємо, яка швидкість передачі даних необхідна для нашої мережі для повного набору IP-камер у системі відеоспостереження. Але за умови обмеженої кількості IP-камер у

нашому розпорядженні, ми можемо встановити нашу мережу на стандарті 2.4 ГГц. Всі роутери випромінюють сигнал на частоті 2412 МГц із вихідною потужністю 20 дБм, користуючись антеною, яка має підсилення 6 дБі. Результати нашого моделювання представлені на рисунку 3.2.8.



Рис. 3.2.8 – Змодельована зони розкриття радіосигналу стандарту 2.4 ГГц

Усі ТД були розташовані так, щоб гарантувати мінімальний рівень сигналу не нижче -59 дБм. Ця конфігурація дозволяє забезпечити стабільну передачу даних на швидкості приблизно 55 Мбіт/с, що вже більш ніж достатньо для ефективної роботи системи відеоспостереження. Максимальна швидкість передачі даних в системі становить 38,3 Мбіт/с при використанні високоефективного кодека H.264 та відмінного стиснення відео.

При роботі з мережами 802.11 часто виникають проблеми, пов'язані з підвищеним навантаженням на мережу та якістю надання послуг зв'язку та інформації. Це обумовлено значною кількістю активних користувачів, які підключені до однієї точки доступу, а також численними користувачами, які використовують послуги передачі потокового відео,

такі як відеокамери. Навіть в рамках однієї будівлі можуть виникати проблеми через насиченість бездротового середовища.

Після аналізу мережі через моделювання, ми спостерегли, що практичні результати майже ідентичні теоретичним розрахункам, з деякими малими відхиленнями. Відповідно до теоретичних досліджень, щодо основних показників якості камер, було зроблено висновок, що всі ці характеристики взаємозалежні, і не існує єдиного визначального параметра, що визначав би їх якість.

Висновки

В роботі було проведено дослідження комбінованої мережі відеоспостереження ТЦ ОЛДІ.

Мережа відео нагляду складається із двох частин: система зовнішнього відео нагляду та внутрішнього.

Аналізуючи результати наших досліджень параметрів відеокамер, можна прийти до висновку, що аналогові камери втрачають актуальність через численні переваги, які пропонують ІР-камери. Зокрема, до цих переваг входить легший доступ до інформації, вища роздільна здатність та підтримка новітніх технологій. Ці позитивні аспекти можуть компенсувати певні обмеження, притаманні аналоговим камерам, такі як обмежена чутливість до світла та інші фактори. Єдиний принциповий плюс аналогових камер полягає у їх більш доступній ціні.

Під час аналізу зон покриття радіоканалу в системах зовнішнього відеоспостереження ми можемо прийти до висновку, що для ефективної реалізації системи відеонагляду з використанням передових технологій в основному обирається діапазон частот 2.4 ГГц через його оптимальний радіус дії та стійкість до різних видів перешкод. Хоча цей діапазон має меншу пропускну здатність, але її вистачає для систем відеоспостереження, в яких використовуються камери з невеликою роздільною здатністю. Якщо з'явиться необхідність, можна побудувати більш щільну мережу та перейти на стандарт 5 ГГц, який має більшу пропускну здатність і може витримати більше навантаження.

Мережа внутрішнього відеонагляду забезпечує спостереження за персоналом та відвідувачами всередині приміщення торгівельного центру. передача даних здійснюється через виту пару із використанням Ethernet.

Керування потоками даних здійснюється за рахунок використання відеореєстраторів, а архівування – дискового накопичувача, розраховано кількість простору для зберігання відео протягом 14 діб.

Перелік використаних джерел

1. Malinovskiy, Yegor, Yao-Jan Wu and Yinhai Wang, Video-Based Monitoring of Pedestrian Movements at Signalized Intersections, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, ISSN 0361-1981, Volume 2073, 2008.
2. Guohui Zhang, Ryan Patrick Avery and Yinhai Wang, Video-Based Vehicle Detection and Classification System for Real-Time Traffic Data Collection Using Uncalibrated Video Cameras, Journal of the Transportation Research Board, Issue Number: 1993 ISSN: 0361-1981, 2007.
3. Sheldon Leader, Telecommunications Handbook for Transportation Professionals – The Basics of Telecommunications, Technical Report of Federal Highway Administration (FHWA-HOP-04-034), 2004.
4. John Hourdakakis, Ted Morris, Panos Michalopoulos, and Kyle Wood, Advanced Portable Wireless Measurement and Observation Station, Report of Center for Transportation Studies in University of Minnesota(CTS 05-07), 2005
5. Zainab Nazar Khalil Wafi, R.B. Ahmad, and R.B. Ahmad, Wireless Cameras Network for Intelligent Traffic Surveillance System, International Conference on Man-Machine Systems (ICoMMS), Penang, MALAYSIA, October 2009.
6. T. Semertzidis, K. Dimitropoulos, A. Koutsia, and N. Grammalidis, Video Sensor Network for Real-time Traffic Monitoring and Surveillance, Intelligent Transport Systems, IET, Vol. 4, Iss. 2, pp. 103–112, June 2010.
7. Jianping Wu, Zhaobin Liu, Jinxiang Li, Caidong Gu, Maoxin Si, and Fangyong Tan, An Algorithm for Automatic Vehicle Speed Detection Using Video Camera, The 4th International Conference on Computer Science & Education(ICCSE '09), September 2009.

8. Mei Yu, Gangyi Jiang, and Bokang Yu, An Integrative Method for Video Based Traffic Parameter Extraction in ITS, IEEE The Asia-Pacific Conference on Circuits and Systems (IEEE APCCAS 2000), December 2000.

9. Todd Nelson Schoepflin and Daniel J. Dailey, Algorithms for Estimating Mean Vehicle Speed Using Uncalibrated Traffic Management Cameras, Research report of Washington State Department of Transportation (WSDOT) WA-RD 575.1, 2003.

10. Radio Mobile - RF propagation simulation software, accessed on June 20, 2010, available at:

http://radiomobile.pe1mew.nl/?Calculations:Propagation_calculation:Fresnel_zones

11. Roger L. Freeman, Radio System Design for Telecommunications, Wiley-Interscience, 1997.

12. Михалевський Д.В., Гузь М.Д. Оцінка розподілу потужності сигналу передавача стандарту 802.11 к приміщенні. Інтернет ресурс: <https://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/2A794209-CC5E-4CEF-A076-FA92A31CD1F7.pdf>

13. Барило Г.І., Вісьтак М.В., Готра З.Ю., Лесінський В.В., Політанський Л.Ф. Електронні елементи та пристрої систем безпеки й охорони: Навчальний посібник. – За ред. Готри З.Ю. – Чернівці: Рута, 2017. – 216 с.

14. Кавун С.В. Інформаційна безпека. Навчальний посібник / С. В. Кавун, В. В. Носов, О. В. Манжай. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. – 352 с.

15. Гребенюк А.М. Основи управління інформаційною безпекою: навч. посібник / А.М. Гребенюк, Л.В. Рибальченко. Дніпро: Дніпроп. держ. унт внутріш. справ, 2020. – 144 с.

16. Поповський В.В., Персіков А.В. Захист інформації в телекомунікаційних системах. Том 1, Том 2. – Харків 2008.

17. Даутов А.Л. Впровадження та розвиток систем контролю та управління доступом на підприємстві / А.Л. Даутов, А.С. Пуряєв // Інноваційна наука. - 2016. - №. 5-1 (17).

18. Стеклов В. К., Беркмаїї Л. Н. Проектування телекомунікаційних мереж: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. за напрямком «Телекомунікації» / За ред. В. К. Стеклова. – К.: Техніка, 2002. – 792 с.: іл.

19. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.

20. Коляда С. В., Байгер В. М. Контрольована якість вирішення завдань безпеки, охорони та моніторингу на базі застосування відеоспостереження нового покоління / С. В. Коляда, В. М. Байгер // Радіoeлектронні і комп'ютерні системи. - 2013. - № 5. - С. 421–423. – Інтернет ресурс: http://nbuv.gov.ua/UJRN/recs_2013_5_70

21. Ковтун О. І. Бездротові мережі з використанням стандартів ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi / О. І. Ковтун, В. Л. Плєскач, О. П. Ткаліч // Радіoeлектронні і комп'ютерні системи. - 2016. - № 4. - С. 42–47. – Інтернет посилання: http://nbuv.gov.ua/UJRN/recs_2016_4_7.

22. Федонюк А. Безпекові аспекти системного інформаційно-технологічного проекту "Розумне місто Луцьк" / А. Федонюк, Ю. Федонюк // Соціологічні студії. - 2018. - № 1. - С. 52-56. – Інтернет посилання: http://nbuv.gov.ua/UJRN/socst_2018_1_10.

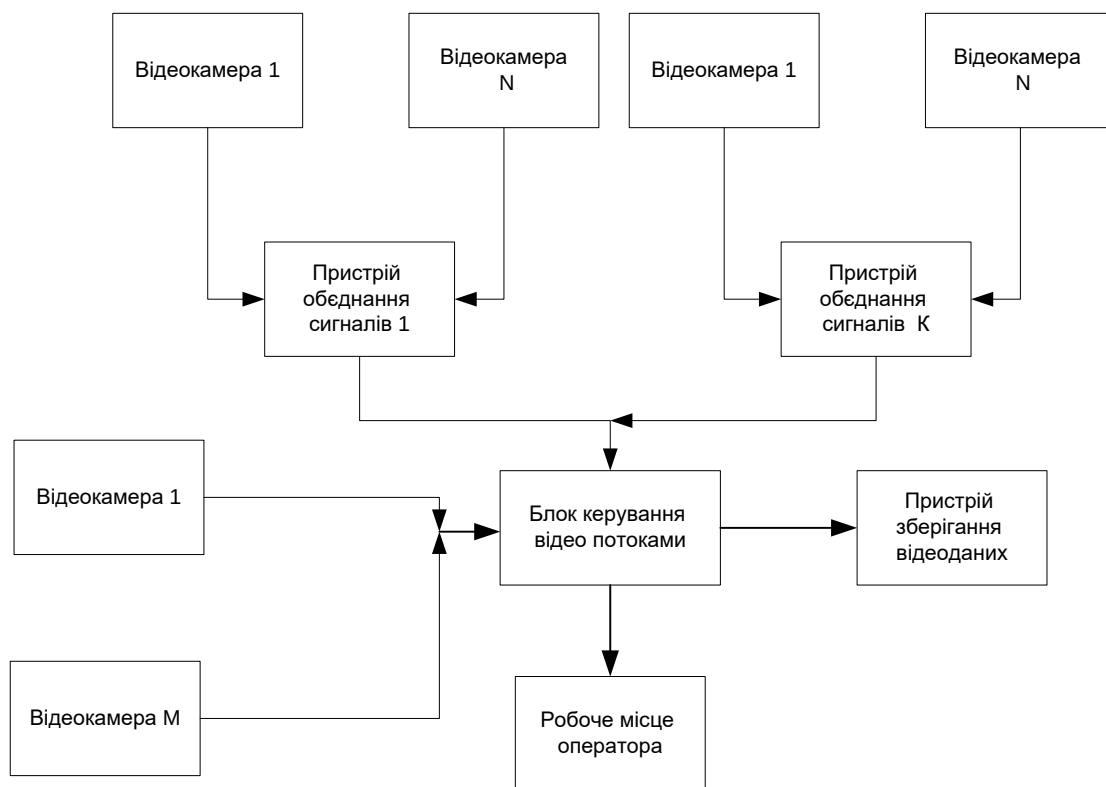
23. Шутко В. М. Віддалене відеоспостереження та реєстрація руху транспортних засобів / В. М. Шутко, Г. П. Вітер, О. О. Кучерук // Науковий вісник Академії муніципального управління. Серія: Техніка. - 2011. - Вип. 4. – С. 83-86.

24. Дубина О.Ф., Якобчук Д. Р., Дрозд П. А. Аналіз камер відеоспостереження. Інтернет ресурс: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/185-1.pdf>

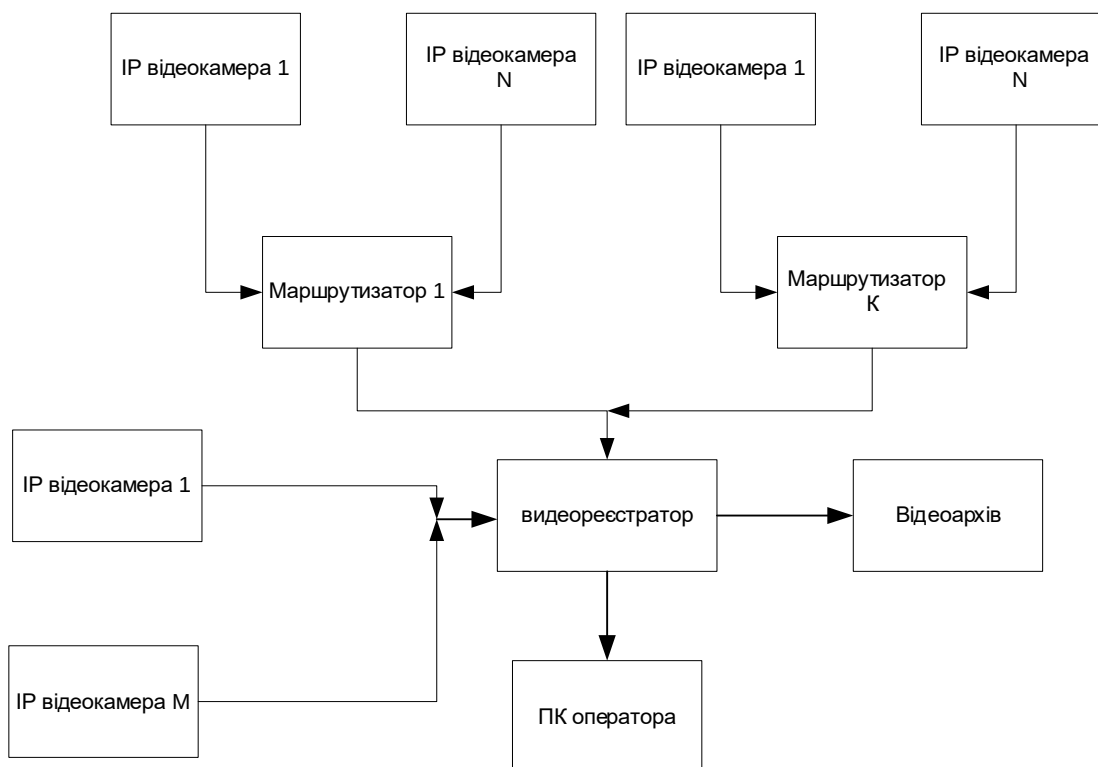
25. План ТРЦ “ОЛДІ”. Інтернет ресурс: <https://oldi.center/schema-oldi/>

26. Стеклов В. К., Беркмаїї Л. Н. Проектування телекомунікаційних мереж: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. за напрямком «Телекомунікації» / За ред. В. К. Стеклова. – К.: Техніка, 2002. – 792 с.: іл.

Додаток А



Додаток Б



Додаток В

<i>Поз. познач.</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>
	<i>Відеокамери</i>		
	<i>Hikvision DS-2CV1021G0-IDW1</i>	<i>22</i>	
	<i>Радіоприймач</i>		
	<i>MikroTik wsAP ac lite</i>	<i>2</i>	
	<i>Реєстратор</i>		
	<i>EvoVizion NVR-9625</i>	<i>1</i>	
	<i>Накопичувач</i>		
	<i>CFI-B8253JDGG</i>	<i>1</i>	
	<i>Маршрутизатор</i>		
	<i>MikroTik CRS112-8P-4S-IN</i>	<i>1</i>	
	<i>MikroTik RB260GSP</i>	<i>3</i>	

Додаток Д

