

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ,  
ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ  
КАФЕДРА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТА РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри

Роман ОДАРЧЕНКО  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА  
РОБОТА  
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

**ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

**Тема:** «Система IP-відеоспостереження підприємства»

**Виконавець:** \_\_\_\_\_ Роман ЖАДЬКО  
(підпис)

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Віталій КУРУШКІН  
(підпис)

**Нормоконтролер:** \_\_\_\_\_ Денис БАХТІЯРОВ  
(підпис)

**Київ 2023**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Телекомунікаційні системи та мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Роман ОДАРЧЕНКО

“ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

### на виконання кваліфікаційної роботи

Жадька Романа Вадимовича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Система IP-відеоспостереження підприємства»  
затверджена наказом ректора від «29» березня 2023 р. № 421/ст
2. Термін виконання роботи: з 22.05.2023 р. по 25.06.2023 р.
3. Вихідні дані до роботи: корпоративна мережа приватного підприємства.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз та сфери використання систем відеоспостереження; аналіз технічних засобів відеоспостереження; система IP-відеоспостереження підприємства.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: ілюстративні слайди презентації в програмному пакеті Microsoft Power Point.

## 6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Розробити деталізований зміст розділів кваліфікаційної роботи	22.05.2023- 24.05.2023	Виконано
2	Вступ	25.05.2023	Виконано
3	Аналіз та сфери використання систем відеоспостереження	26.05.2023- 29.05.2023	Виконано
4	Аналіз технічних засобів відеоспостереження	30.05.2023- 07.06.2023	Виконано
5	Система IP-відеоспостереження підприємства	08.06.2023- 14.06.2023	Виконано
6	Усунення недоліків та захист кваліфікаційної роботи	15.06.2023- 25.06.2023	Виконано

7. Дата видачі завдання: “19” травня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи  
ШКІН

\_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Віталій КУРУ-

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_  
(підпис випускника)

Роман ЖАДЬКО

(П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота «Система IP-відеоспостереження підприємства» містить 65 сторінок, 24 рисунки, 1 таблиця, 23 використаних джерела.

СИСТЕМА IP-ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, ВІДЕОКАМЕРИ, ВІДЕОНАГЛЯД, БЕЗПЕКА НА ПІДПРИЄМСТВІ, ЗАПИС ВІДЕО, МОНІТОРИНГ, РЕЄСТРАЦІЯ ПОДІЙ, ВИЯВЛЕННЯ РУХУ, АНАЛІЗ ВІДЕО, ВІДЕОАРХІВУВАННЯ, ДОСТУП ДО ВІДЕО З ВЕБ-БРАУЗЕРА, ВІДДАЛЕНИЙ ДОСТУП, ІНТЕГРАЦІЯ ЗІ СТОРОНІМИ СИСТЕМАМИ БЕЗПЕКИ, РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ, КОНТРОЛЬ ДОСТУПУ, ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ, ЕКОНОМІЧНА ВИГОДА, ПРАВОВІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ, КОНФІДЕНЦІЙНІСТЬ ДАНИХ, ЕТИКА ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ.

**Об'єкт дослідження** – підприємство, на якому планується впровадження системи IP-відеоспостереження.

**Предмет дослідження** – сама система IP-відеоспостереження.

**Мета кваліфікаційної роботи** – розробка плану впровадження системи IP-відеоспостереження на підприємстві, включаючи вибір необхідного обладнання, налаштування мережі, встановлення камер та іншого обладнання, інтеграцію з існуючими системами безпеки і контролю.

У роботі були використані наступні **методи дослідження**:

- Літературний огляд: Вивчення наукових статей, журналів, книг та інших джерел, що стосуються систем IP-відеоспостереження, технологій, методів впровадження та їх ефективності. Цей метод дозволяє отримати теоретичну базу інформації та зрозуміти актуальні тенденції у цій галузі.
- Спостереження: Проведення спостережень за реальним використанням системи IP-відеоспостереження на підприємстві. Спостереження включає вивчення поведінки працівників, виявлення проблемних ситуацій та оцінку ефективності системи.

- Математичні моделі: Розроблення математичних моделей, що описують роботу системи IP-відеоспостереження, її параметри та взаємодію з оточенням. Моделювання допомагає прогнозувати результати впровадження системи та оцінювати його вплив на безпеку та ефективність підприємства.
- SWOT-аналіз: Виконання аналізу SWOT (сильні сторони, слабкі сторони, можливості, загрози) системи IP-відеоспостереження. Цей метод дозволяє ідентифікувати переваги та недоліки системи, а також можливості та загрози, з якими вона може зіткнутися на підприємстві.
- Кейс-студія: Вивчення конкретних кейсів або виконання детального аналізу впровадження системи IP-відеоспостереження на реальних підприємствах. Цей метод дозволяє зрозуміти практичний досвід та висновки, які можуть бути застосовані на об'єкті дослідження.

Отримані результати дослідження можливості впровадження системи IP-відеоспостереження на підприємстві мають значне **практичне значення**:

- Вдосконалення системи безпеки: Результати дослідження допоможуть ідентифікувати сильні та слабкі сторони системи IP-відеоспостереження на підприємстві. Це дозволить розробити рекомендації щодо вдосконалення системи, забезпечуючи більш ефективний контроль і захист об'єктів, протидію крадіжкам, вандалізму та іншим негативним явищам.
- Оптимізація роботи підприємства: Результати дослідження можуть вказати на можливості покращення процесів роботи на підприємстві. Наприклад, система IP-відеоспостереження може виявити проблемні області, де відбуваються затримки або недоліки в роботі персоналу, а також допомогти у виявленні ефективних шляхів покращення робочих процесів.
- Захист від правових проблем: Вивчення правових аспектів впровадження системи IP-відеоспостереження допоможе підприємству уникнути порушень законодавства про захист персональних даних та конфіденційності. Рекомендації з відповідності законодавству та етичним стандартам допоможуть запобігти потенційним правовим проблемам.

- Запобігання втратам і злочинності: Система IP-відеоспостереження може сприяти запобіганню втратам та злочинності на підприємстві.
- Покращення контролю та нагляду: Система IP-відеоспостереження надає можливість більш детального контролю та нагляду за роботою працівників, процесами виробництва, об'єктами та приміщеннями підприємства. Отримані результати дослідження можуть допомогти встановити оптимальні стратегії контролю та нагляду, що сприятимуть підвищенню продуктивності та якості роботи.
- Покращення взаємодії зі сторонніми службами безпеки: Якщо на підприємстві працюють служби безпеки або служби забезпечення громадського порядку, результати дослідження можуть вказати на способи покращення взаємодії між системою IP-відеоспостереження і цими службами. Це може сприяти більш швидкому та ефективному реагуванню на надзвичайні ситуації або виявлення потенційно небезпечних подій.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	8
ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТА СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ .....	14
1.1. Аналіз систем відеоспостереження .....	14
1.2. Сфери використання систем відеоспостереження .....	16
1.3. Класифікація систем відеоспостереження .....	19
1.4. Принцип дії системи відео спостереження .....	20
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ .....	23
2.1. Технічні засоби CCTV .....	23
2.2. Перешкоди, що впливають на системи відеоспостереження .....	28
2.3. Аналогові системи відеоспостереження .....	30
2.4. Гібридна система відеоспостереження .....	34
2.5. Мережева система відеоспостереження .....	36
2.6. IP Камера .....	39
РОЗДІЛ 3. СИСТЕМА IP-ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА .....	40
3.1. Вибір обладнання .....	40
3.2. Вибір місць розташування відеокамер .....	47
3.3. Розрахунки параметрів для відеокамер моніторингу .....	49
3.4. Розрахунки IP мережі .....	53
3.5. Моделювання на основі програми IP Video System Design Tool 8 .....	57
3.6. Розрахунок ємності жорстких дисків відео архіву за допомогою програми .....	60
ВИСНОВКИ .....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	62

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

**IP** – Інтернет-протокол (IP).

**CCTV** – Closed-Circuit Television (Закрита система відеоспостереження).

**DVR** – Digital Video Recorder (Цифровий відеореєстратор).

**NVR** – Network Video Recorder (Мережевий відеореєстратор).

**FPS** – Frames Per Second (кадрів в секунду).

**PTZ** – Pan-Tilt-Zoom (Поворот-нахил-збільшення).

**FOV** – Field of View (Поле зору).

**IR** – Infrared (Інфрачервоний).

**PoE** – Power over Ethernet (Живлення через Ethernet).

**LAN** – Local Area Network (Локальна мережа).

**WAN** – Wide Area Network (Глобальна мережа).

**VMS** – Video Management System (Система управління відео).

**ROI** – Return on Investment (Прибуток від інвестицій).

**AI** – Artificial Intelligence (Штучний інтелект).

**GDPR** – General Data Protection Regulation (Загальний регламент про захист даних).

**PIR** – Passive Infrared (Пасивний інфрачервоний).

**HTTPS** – Hypertext Transfer Protocol Secure (Безпечний протокол передачі гіпертексту).

**SMB** – Server Message Block (Протокол передачі повідомлень на сервер).

**PoC** – Power over Coax (Живлення через коаксіальний кабель).

**HDD** – Hard Disk Drive (Жорсткий диск).



## ВСТУП

Головна причина використання системи відеоспостереження - підвищення рівня захищеності. Основною функцією систем відеоспостереження є ведення нагляду за певними об'єктами чи суб'єктами, та за необхідності, виявити події, те, що сталося на місці стеження. Візуальний огляд більш ефективний спосіб здійснення контролю над територією, та допомагає докладно розглянути ту, або іншу ситуацію з різних точок зору. На сьогоднішній день, охоронні системи займають величезну роль у багатьох сферах діяльності людини. Важко уявити організацію чи підприємство без системи безпеки. Присутність охоронної відеокамери надає впевненості господарям приватних будинків і магазинів і в то же час викликає страх бути спійманими у злочин та злочинців. Навіть якщо злочин було скоєно, то за відеозаписами можна надати допомогу у переслідуванні і упійманні злочинця. Прагнення убезпечити власність та сім'ю вимагає використання просунутих систем охоронної безпеки. Однак, відсоток користування даних систем в решті галузях, крім сфери безпеки, не менше. Інтеграція відбувається і на рівні окремих компанії, де дедалі більше виникає потреба в централізованих і надійних системах управління процесами і людьми. Здійснюється контроль за всіма ділянками функціоналу підприємства, за допомогою великого стеження. Розвиваючи дану галузь, ці пристрої знайшли своє застосування в медицині, коли використовувалися для постійного ведення нагляду за пацієнтами, які перебували у важкому становищі. Особливе застосування знайшли в сфері ПДР, де камери використовувалися для фіксування порушення або для упізнання державних номерів автотранспорту. Також можуть бути використані для припинення неправильних дій на іспитах або вступних тестах [1-23].

**Актуальність теми.** Тема кваліфікаційної роботи "Система IP-відеоспостереження підприємства" є дуже актуальною у сучасному світі, особливо з огляду на зростаючі вимоги до безпеки та контролю на підприємствах. Актуальність теми полягає в наступному:

- Захист майна та працівників: Системи відеоспостереження є важливим елементом забезпечення безпеки на підприємствах. Вони дозволяють виявляти, реєструвати та контролювати небажані події, такі як крадіжки, вандалізм або випадки насильства. IP-відеоспостереження забезпечує високу якість зображення та можливість дистанційного перегляду, що дозволяє оперативно реагувати на події та зменшувати ризики.
- Популярність технології: Системи IP-відеоспостереження широко застосовуються в різних сферах, включаючи бізнес, виробництво, транспорт, охорону об'єктів, установи охорони здоров'я тощо. Багато підприємств вже впроваджують ці системи або розглядають їх як важливий елемент своєї інфраструктури.
- Технологічний прогрес: Технологія IP-відеоспостереження постійно розвивається, пропонуючи нові можливості та функції. Наприклад, використання високошвидкісних камер, системи виявлення облич, аналітики відео та інші інновації сприяють покращенню ефективності та точності спостереження.
- Законодавчі вимоги: В багатьох країнах існують законодавчі вимоги щодо безпеки та контролю на підприємствах, зокрема щодо збереження записів відеоспостереження. Впровадження системи IP-відеоспостереження допоможе відповідати цим вимогам та уникнути можливих штрафів чи правових проблем.
- Можливості аналітики та оптимізації: IP-відеоспостереження не обмежується лише відтворенням відеозапису. Застосування аналітики відео дозволяє виявляти певні події або поведінку, що може бути корисною для підприємства. Наприклад, виявлення незвичайних змін у пасажиропотоці на транспортному підприємстві або аналіз поведінки споживачів на роздрібному об'єкті.
- Моніторинг роботи персоналу: Система IP-відеоспостереження може бути використана для контролю за роботою персоналу, забезпечуючи

зменшення недобросовісної поведінки, зловживаннями або невиконанням робочих обов'язків. Це може покращити продуктивність і ефективність підприємства.

**Мета і завдання дослідження.** *Мета* – розробка плану впровадження системи IP-відеоспостереження на підприємстві, включаючи вибір необхідного обладнання, налаштування мережі, встановлення камер та іншого обладнання, інтеграцію з існуючими системами безпеки і контролю.

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі завдання.

- Аналіз потреб підприємства в системі IP-відеоспостереження. Визначте основні цілі та очікувані результати від впровадження системи.
- Розробка технічного завдання для системи IP-відеоспостереження на підприємстві. Параметри, такі як кількість камер, розташування, вимоги до якості зображення, систему зберігання записів тощо.
- Дослідження ринку систем IP-відеоспостереження та обрання найбільш підходящих постачальників або виробників обладнання.
- Розробка проєкту впровадження системи IP-відеоспостереження на підприємстві. План розстановки камер, налаштування мережі, інтеграцію з існуючими системами безпеки, а також розрахунок ресурсів.

**Об'єктом дослідження** – підприємство, на якому планується впровадження системи IP-відеоспостереження.

**Предметом дослідження** – сама система IP-відеоспостереження.

У роботі були використані наступні **методи дослідження**:

- Літературний огляд: Вивчення наукових статей, журналів, книг та інших джерел, що стосуються систем IP-відеоспостереження, технологій, методів впровадження та їх ефективності. Цей метод дозволяє отримати теоретичну базу інформації та зрозуміти актуальні тенденції у цій галузі.
- Спостереження: Проведення спостережень за реальним використанням системи IP-відеоспостереження на підприємстві. Спостереження включає вивчення поведінки працівників, виявлення проблемних ситуацій та оцінку ефективності системи.

- Математичні моделі: Розроблення математичних моделей, що описують роботу системи IP-відеоспостереження, її параметри та взаємодію з оточенням. Моделювання допомагає прогнозувати результати впровадження системи та оцінювати його вплив на безпеку та ефективність підприємства.
- SWOT-аналіз: Виконання аналізу SWOT (сильні сторони, слабкі сторони, можливості, загрози) системи IP-відеоспостереження. Цей метод дозволяє ідентифікувати переваги та недоліки системи, а також можливості та загрози, з якими вона може зіткнутися на підприємстві.
- Кейс-студія: Вивчення конкретних кейсів або виконання детального аналізу впровадження системи IP-відеоспостереження на реальних підприємствах. Цей метод дозволяє зрозуміти практичний досвід та висновки, які можуть бути застосовані на об'єкті дослідження.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Отримані результати дослідження можливості впровадження системи IP-відеоспостереження на підприємстві мають значне практичне значення:

- Вдосконалення системи безпеки: Результати дослідження допоможуть ідентифікувати сильні та слабкі сторони системи IP-відеоспостереження на підприємстві. Це дозволить розробити рекомендації щодо вдосконалення системи, забезпечуючи більш ефективний контроль і захист об'єктів, протидію крадіжкам, вандалізму та іншим негативним явищам.
- Оптимізація роботи підприємства: Результати дослідження можуть вказати на можливості покращення процесів роботи на підприємстві. Наприклад, система IP-відеоспостереження може виявити проблемні області, де відбуваються затримки або недоліки в роботі персоналу, а також допомогти у виявленні ефективних шляхів покращення робочих процесів.
- Захист від правових проблем: Вивчення правових аспектів впровадження системи IP-відеоспостереження допоможе підприємству уникнути порушень законодавства про захист персональних даних та конфіденційності.

Рекомендації з відповідності законодавству та етичним стандартам допоможуть запобігти потенційним правовим проблемам.

- Запобігання втратам і злочинності: Система IP-відеоспостереження може сприяти запобіганню втратам та злочинності на підприємстві.
- Покращення контролю та нагляду: Система IP-відеоспостереження надає можливість більш детального контролю та нагляду за роботою працівників, процесами виробництва, об'єктами та приміщеннями підприємства. Отримані результати дослідження можуть допомогти встановити оптимальні стратегії контролю та нагляду, що сприятимуть підвищенню продуктивності та якості роботи.
- Покращення взаємодії зі сторонніми службами безпеки: Якщо на підприємстві працюють служби безпеки або служби забезпечення громадського порядку, результати дослідження можуть вказати на способи покращення взаємодії між системою IP-відеоспостереження і цими службами. Це може сприяти більш швидкому та ефективному реагуванню на надзвичайні ситуації або виявлення потенційно небезпечних подій.

**Апробація отриманих результатів.** Основні положення роботи доповідалися та обговорювалися на таких конференціях:

- Науково-практична конференція «Проблеми експлуатації та захисту інформаційно-комунікаційних систем», м. Київ, 2023 р.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ ТА СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

### 1.1. Аналіз систем відеоспостереження

У сучасному світі де розвиток технологій йде геометричною прогресією, не можна не помітити і розвиток відеосистем в галузі охорони. Заперечувати їх особливу роль у життєдіяльності людини було б безглуздо, оскільки безпека є однією з головних умов на сьогоднішній день. Все більш поглиблено йде впровадження нових моделей пристроїв стеження у всі галузі діяльності. Удосконалюються їх функції, форми та водночас збільшуються працездатність та способи експлуатації. Основною метою таких систем є збереження об'єкта чи суб'єкта, оскільки ви можете не метушитися щодо можливих проблем [1].

У місцях скупчення великої кількості людей ймовірність виникнення крадіжки чи іншого роду злочину неймовірно велика, ніж там, де менша кількість людей. Аеропорти, вокзали, торгові центри та в багатьох інших громадських місцях обійтися без відео стеження і реєстрації просто неможливо, до тому ж за допомогою записів відеоданих можливе затримання злочинців, терористів, правопорушників, вандалів і хуліганів, що полегшує роботу правоохоронних органів.

Захоплення зображень та/або їх обробка для цілей спостереження є дуже поширеною практикою в нашому суспільстві. Відеоспостереження зазвичай прагне забезпечити безпеку майна і осіб або використовується у ділових умовах для перевірки дотримання працівниками своїх службових обов'язків. Обидві цілі - цінні заняття, що заслуговують на правовий захист, але підлягають дотриманню певних умов. Використання технічних ресурсів для цілей спостереження торкається права людей, а це означає, що деякі гарантії необхідно встановити заздалегідь. Відеоспостереження дозволяє захоплювати особисту інформацію та іноді записуватись у вигляді зображень [1].

З кожним днем покращується якість техніки та обладнання, це тягне за собою вдосконалення відеозйомки та способів обробки, зберігання та передачі даних. Ці та багато факторів доводять, що рівень технології дуже високий в порівнянні з початковими версіями систем відео безпеки. Якщо в початкових версіях систем охорони застосовувалися аналогові технології, то вже зараз використовується кодування даних, безпечне зберігання інформації, також були розроблені різні протоколи безпеки, що дозволяють спроектувати різного роду функціонали камер, що підходять під різні системи. Збільшилася швидкість передачі, обробки інформації за рахунок впровадження нових видів модуляції та покращення умови середовища передачі.

Важко знайти будинок чи офіс, у якому відсутня система охорони. І під системою охорони маються на увазі датчики руху, тепловізори, пристрої фіксації кадру та стеження в режимі реального часу. Всі ці пристрої вважаються інтелектуально розвинутими, при цьому здійснюють відправку даних в стиснутому вигляді, щоб не перевантажувати мережу. Для деяких систем важливо, щоб ці дані не досягли інших адресатів, тому відбувається кодування стислих даних, зменшується тривалість відправлення та прийняття інформації. Є камери, які зветься "розумними", здатні за допомогою певних вказівок, виконувати різного виду дії, і керувати такою камерою можливо навіть віддалившись від неї за допомогою стільникового зв'язку та інтернету [2].

Важливим плюсом охоронних систем є те, що ви можете контролювати всю обстановку об'єкта спостереження, будь це торговою точкою або маленьким приміщенням. Тобто не просто спостерігати і фіксувати правопорушення, а й помічати причини збоїв системи, спрацьовування тривожних сирен. Дозволяє вести приховану відеозйомку, яка може виявити порушника на території, що охороняється. Також здійснювати відеозапис, який надалі сприяє затриманню та упізнанню порушника. Усі ці просування в області охорони вже давно знайшли застосування в будинках офісного типу, банках. У магазинах різного типу продажу застосовується для спостереження за касою і товаром. За дорожнім рухом, щоб відстежити і знайти правопорушника. Банки і ломбарди є основним місцем зберігання великих сум грошей, і тому викликають величезний інтерес у злочинних угруповань та злодіїв. Це дає поштовх на ство-

рення і застосування ІЗО (інтегрованих засобів охорони), що необхідно для запобігання добре спланованим або раптовим пограбуванням і замахам на чуже майно. ІЗО передбачає відразу кілька сторін захисту: інженерний захист, доступ до інженерного захисту, контроль за елементами захисту, пожежно-охоронну сирену та ін. Об'єднавшись в одну інтегровану систему, виступають величезним клином на шляху здійснення корисливих помислів [2].

Великий скачок можливостей камер дозволяє знімати відео в режимі реального часу за умови абсолютної темряви, встановлення зворотної реакції системи на об'єкт, що рухається, в зоні, що охороняється, за допомогою спрацьовування датчиків руху і тепла. Пояснюється все це використанням інфрачервоних піроелектричних пристроїв, вставлених у корпус відеокамери під час розробки. Звідси й висновок: основна ланка відеофіксації об'єкта-порушника – це теплова камера. Вона проінтегрована так, що може відрізнити у нічний час тварину від людини. При цьому проаналізувавши всю ситуацію, варто їй реагувати чи ні [3].

## **1.2. Сфери використання систем відеоспостереження**

### **Торгові точки [3]:**

- сучасні ІР-камери спрямовані на викорінення крадіжки на торгових точках, крадіжок з каси, некоректних дій покупців;
- ІР - камери контролюють операції за касовим апаратом, підрахунок клієнтів в черзі і загальною, допомагають адміністраторам у разі виникнення деяких проблем з касовими апаратами;
- допомагають поліції у розслідуванні або якщо виникне потреба знайти інформацію за допомогою перегляду кадру або пошуку злодія за прикметами чи одягом.

### **Кафе, бари, ресторани [3]:**



- в закладах завжди буде необхідність знаходження камер, так як самі співробітники фізично не можуть встежити за всіма відвідувачами, на випадок несплати чи крадіжки майна, може навіть виникне потреба виклику охорони або поліції при виникненні бійок;
- виявлення крадіжок зі сторони співробітників або запобігти здійснення незаконних оплат;
- перед ними також стоять і специфічні завдання, тобто повідомлення директора або адміністратора про надходження нових відвідувачів, обчислення часу, проведене клієнтами в цьому закладі, для перегляду працездатності того чи іншого співробітника.

### **Промислові і складські об'єкти [3]:**

- охорона товару одне з головних завдань підприємства, тому камери знаходять своє застосування в складах, для виявлення причини виникнення проблеми із товаром у нічний чи денний час;
- для своєчасного реагування на рухомі об'єкти у приміщенні;
- для контролю за працівниками на промислових об'єктах, для встановлення загальної дисципліни працівників, а також їх працездатності;
- для ідентифікації того чи іншого співробітника на вході також встановлюється контроль на в'їзд і виїзд автотранспорту по номеру, для статистики відвідування працівником робочого місця.

### **Офісні приміщення [3]:**

- зараз важко віритися в відсутність камер стеження в офісній будівлі, де лежать цінні папери та є апаратура;
- виникає необхідність встановлення камер через дотримання порядку і контролю за працівниками в офісній будівлі;
- ідентифікація працівника на в'їзді і на робочому місці;
- для врегулювання конфліктів, запобігання крадіжок з допомогою датчиків руху та подальшого збереження інформації.

### **Автостоянки і житлові комплекси [3]:**

- встановлення камер на парковках або автостоянках підвищує ймовірність упіймання викрадача транспортного засобу, або водія, що зник з місця події, виявляє причину тієї чи іншої події з автотранспортом, показує особи тих, хто вчинив акт вандалізму;
- не менше викрадень та крадіжок відбувається у квартирах та будинках, тому встановлення камер відеоспостереження запобігає такому сценарію, при розслідуванні пригоди в квартирах і будинках не малу роль грає присутність стеження, постійний нагляд в під'їздах і навколо будівлі допомагають запобігти заворушенням порядку, вандалізму, виявляють осіб, які перебувають у нетверезому стані.

У банківській галузі безпека відіграє важливу роль у збереженні коштів клієнтів. І головна роль, крім охоронців, дістається системі відеоспостереження, оскільки, не маючи жодної візуальної інформації, неможливо вчинити затримання або впізнання людей, які вчинили акт злочинства.

Приватний сектор – встановивши стеження за квартирою чи будинком дозволяє вам залишатися спокійним під час роботи. Для стеження через мобільний пристрій за будинком та навколо нього, необхідні прості мережеві камери, домашня мережа, інтернет.

Веб камера, стоїть на столі або на кришці ноутбука, дозволяє бачити, що відбувається навпроти неї, і при цьому можна бачити через мобільний телефон або інший синхронізований з камерою і ноутбуком пристрій. Відбувається передача даних з камери спостереження, що приєднана до ПК або ноутбуку за допомогою USB кабелю.

Якщо ваш телефон або ноутбук мають постійне з'єднання з Інтернетом, що є однією з головних умов, то ви здатні безперервно стежити за подіями в зоні огляду камери.

Системи відеоспостереження, на основі мережевих камер охоплюють багато сфер діяльності людини. Це тому, що мережеві камери мають великий спектр повноважень і, досить, невисоку ринкову ціну.

### 1.3. Класифікація систем відеоспостереження

Системи відео охорони можуть бути різних конфігурації і структур, як і в багатьох ситуаціях мають схожі ознаки, так і загальні відмінності. При розподілі різновидів систем відеоспостереження ґрунтуватимемось на наступних критеріях [4]:

- види застосовуваного обладнання;
- функціональні особливості і їх призначення;
- ієрархія системи управління;
- рівень інтелектуальних здібностей відеокамери;
- типи відеокамер, що знаходяться в використанні;
- кількість відеокамер в експлуатації;
- роздільна здатність відеокамер;
- спосіб доставки і прийому сигналів.

Залежно від видів устаткування і техніки, що застосовується, бувають прості або аналогові і більш сучасні цифрові системи, що влаштовані складніше ніж аналогові.

За функціональним критерієм системи поділено на зовнішнє спостереження, в основному камера знаходиться зовні будівлі або об'єкта; внутрішнє спостереження, застосовується для стеження всередині приміщень або складів; потайливе спостереження, у якому об'єкт чи суб'єкт не здогадуються про процес відеозйомки.

За місцем розрізняють стаціонарні системи відеоспостереження, які не рухливі щодо об'єкта, що охороняється, і мобільні, встановлюються в основному на транспортні засоби, що рухаються.

За принципом управління розрізняють централізовані системи відеоспостереження, коли контроль відбувається безпосередньо в однієї точки, званої центром системи, і розподілені, коли є кілька рівноправних точок контролю за всією системою забезпечення безпеки.

За рівнем інтелекту розрізняють з низьким рівнем, які вимагають присутності дивлячого та (або) безперервного запису інформації; і з високим, які схильні оцінювати всю обстановку або виступають у ролі технічного засобу [4].

За роздільною здатністю системи ділять на два типи: звичайна роздільна здатність, для маловажних об'єктів, і висока, для детального вивчення кадру або запису.

За типу переданого сигналу системи поділяються на [3]:

- аналогові;
- цифрові;
- комбіновані;
- IP (Мережеві).

#### **1.4. Принцип дії системи відео спостереження**

Коли відеомагнітофони вийшли на топові позиції ринку, вони почали займати передові позиції у цій сфері. Аналогова технологія, що використовує касетні записи відео, ґрунтувалася на тому, що спостереження може бути збережене на стрічці як доказ.

Цифрова обробка робить відео спостереження швидше, ясніше та ефективніше. Цифрове відеоспостереження має повне значення, оскільки можливість цифрового запису співпадає з комп'ютерною революцією. Замість того, щоб щодня міняти касети, користувач міг надійно записувати спостереження за місяць на жорсткому диску через можливість стиснення та низьку вартість. Зображення, записані в цифровому вигляді, були набагато яснішими, ніж часто зернисті зображення, записані за допомогою аналога, що поліпшило поліцейські розслідування з використанням відеоматеріалів. Також можна маніпулювати зображеннями, щоб покращити чіткість, додавши світло, покращивши зображення, збільшивши масштаб кадрів тощо.

Зрозуміло, що за допомогою цифрових технологій та потокового відео ми перейшли в епоху можливості всебічного відеоспостереження та зберігання отриманих доказів на невизначений термін. Ми можемо зв'язатися з усім світом або з обладнанням через вулицю для спостереження. Майбутнє обов'язково побачить ще більші успіхи, які зрештою стануть частиною історії відеоспостереження.

Існує два різних типи апаратних платформ для системи мережного керування відео: платформа ПК-сервера, що включає один або кілька комп'ютерів, на яких виконується програма для керування відео, та платформа на основі мережевого відео-магнітофона (NVR).

**Платформа для ПК.** Рішення для управління відео на основі платформи ПК-сервера включає в себе сервери ПК і обладнання для зберігання, які можна вибрати з оптимальними параметрами, щоб отримати максимальну продуктивність для конкретного дизайну системи. Така відкрита платформа спрощує додавання функціональних можливостей системи, таких як підвищене або зовнішнє сховище, брандмауери, антивірусний захист та інтелектуальні відеоалгоритми ШІ, паралельно з програмним забезпеченням для керування відео [2-5].

Платформа ПК-сервера також повністю масштабована, дозволяючи за необхідності додавати до системи будь-яку кількість мережових відео-продуктів. Системне обладнання може бути розширено або модернізовано для задоволення підвищених вимог щодо продуктивності. Відкрита платформа дозволяє спростити інтеграцію з іншими системами, такими як контроль доступу, управління будівлею і промисловий контроль. Це дозволяє користувачам здійснювати контроль над відео та іншими елементами управління будівлею через одну програму та інтерфейс користувача.

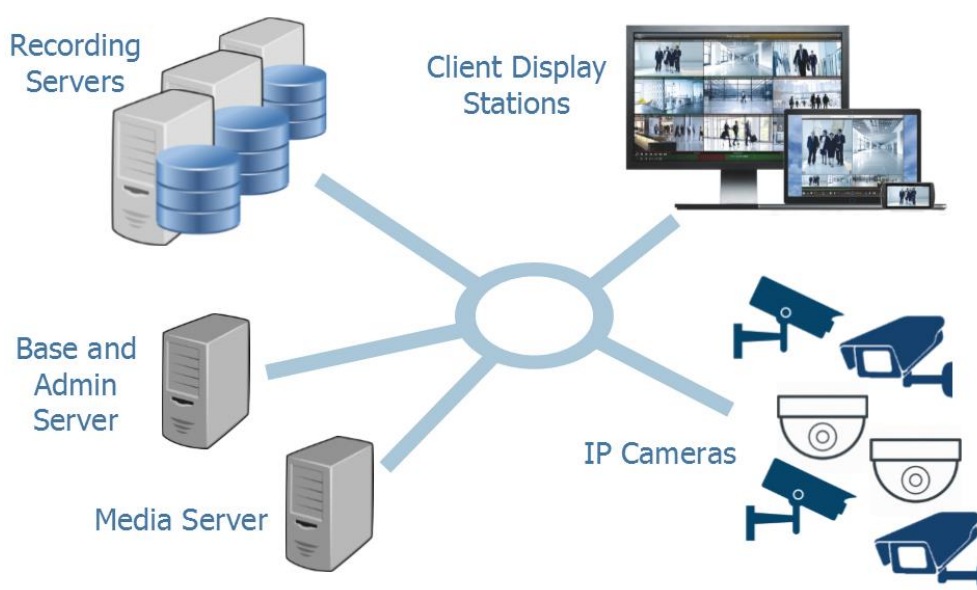


Рис. 1.1. Система мережного відеоспостереження, заснована на відкритій платформі ПК-сервера з програмним забезпеченням управління відео

**Платформа NVR.** Мережевий відеомагнітофон постачається у вигляді апаратного блоку з встановленими функціями управління відео. В цьому сенсі NVR схожий на DVR. (Деякі відеореєстратори, часто звані гібридними відеореєстраторами, також включають функцію NVR, тобто можливість запису відео на основі мережі).

Обладнання NVR часто є спеціально призначене для керування відео. NVR присвячений конкретним завданням запису, аналізу і відтворення мережевого відео і часто не дозволяє встановлювати на нього інші додатки. Операційна система може бути Windows, UNIX / Linux або пропрієтарна.

NVR призначений для забезпечення оптимальної продуктивності до певної кількості камер і, як правило, менш масштабований, ніж система на базі ПК. Це робить пристрій придатним для невеликих систем, де кількість камер залишається у межах проєктної ємності NVR. NVR зазвичай простіше в установці, чим система, заснована на платформі ПК- сервера [5].

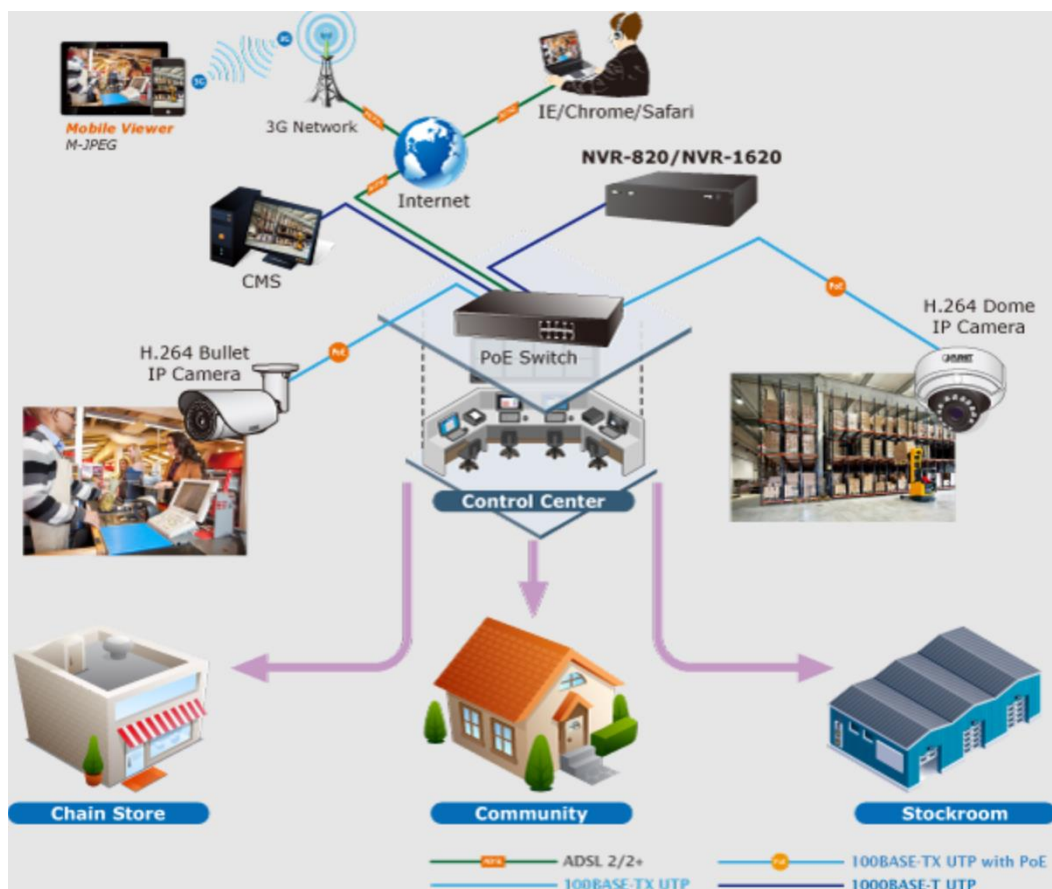


Рис. 1.2. Мережева система відеоспостереження, що використовує NVR

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

#### 2.1. Технічні засоби CCTV

CCTV покладається на стратегічне розміщення камер та спостереження на моніторах. Оскільки камери взаємодіють з моніторами та/або відеомагнітофонами через коаксіальні кабельні траси або лінії бездротового зв'язку, вони одержують позначення «замкнутий ланцюг».

Старі системи відеоспостереження використовували невеликі чорно-білі монітори низької роздільної здатності без інтерактивних можливостей. Сучасні дисплеї CCTV можуть бути кольоровими дисплеями з високою роздільною здатністю і можуть включати можливість масштабування зображення або відстежувати щось (або когось) [6].

За типом зовнішнього виду камери розділені на [6]:

- **камери купольної форми**, названі в честь їх форми, як правило, використовуються для внутрішніх систем безпеки. Куполоподібна форма цих камер дозволяє їм бути непомітними, тому що важко сказати напрям, в якому знаходяться камери, але все ж таки видимі для очей. Вони широко використовуються у торгових приміщеннях. Так як вони встановлені на стелі в кімнаті, вони здебільшого антивандальні. Деякі купольні камери спроектовані з інфрачервоними освітлювачами, що дозволяють записувати відеоінформацію при умовах низькою освітленості;



Рис. 2.1. Камера купольної форми

- **камери зовнішнього застосування.** Такі камери нагадують довгий циліндр, що звужується. Дизайн нагадує картридж з великими патронами. Вони здебільшого використовуються на відкритому повітрі, особливо у районах, де необхідний тривалий перегляд. Тим не менш, вони можуть використовуватися в приміщенні, де потрібний тривалий перегляд, як задні двори і паркувальні місця. Вони встановлюються всередині захисних кожухів і, як правило, захищені від атмосферних впливів. Більшість купольових камер мають фіксовану довжину, що дозволяє розвинути кут огляду до 80 градусів. Зазвичай камера оснащена фіксованим або варіфокальним об'єктивом;



Рис. 2.2. Камера зовнішнього застосування



- **камера панорамування.** PTZ-камери можуть бути розгорнуті, нахилені та збільшені. Це дає оператору спостереження свободу панорамування, нахилу та масштабування об'єктива. Ці камери можна керувати вручну або запрограмувати, щоб стежити за точним поданням о речах. Оскільки ці камери можна контролювати за допомогою контролю в реальному режимі часу, вони використовуються в високочутливих зонах, де потрібний моніторинг у режимі реального часу.



Рис. 2.3. PTZ-камери

За критерієм вихідного та вхідного сигналу відеокамери прийнято розділяти на аналогові (прості) та цифрові (складні) IP камери, що функціонують по мережі.

За способом передачі даних відеокамери діляться на ті, у яких є провідна лінія; і ті, що обходиться без неї, тобто бездротові. Для останніх властиво мати антену і передавач. Передача інформації йде переважно на частотах 2÷2,5 ГГц (5 ГГц). Також до групи елементів бездротового з'єднання можна віднести Wi-Fi-відеокамери.

**Об'єктиви.** Об'єктив - елемент відеокамери, фокусує світловий потік на матричній сітці.

Об'єктиви діляться на:

- об'єктив-пристрій, у якого фокусна відстань залишається незмінною (*монофокальні*);

- об'єктив-пристрій, у якого фокусну відстань можна змінити вручну (*варі-фокальні*);
- об'єктив-пристрій, фокусну відстань якого можна змінити дистанційно (*трансфокатори*).

**Елементи для обробки кадрів або зображень.** Послідовний відео-комутатор (Switcher) – пристрій для послідовного виведення зображення від камер на 1 монітор.

Квадратор (Quad) - пристрій відеопроцесора CCTV, що дозволяє одночасно виводити зображення від декількох камер (зазвичай 4 або 8) на 1 екран, виконувати довільні послідовності та дозволяє програмувати час очікування.

Мультиплексор (також відомий як відео мультиплексор, мультиплексор CCTV або кольоровий чотириядерний процесор) поєднує відеосигнали від кількох камер відеоспостереження або інших аналогових відеопристроїв та відображає відеопотоки на одному моніторі. Це дозволяє записувати відео з усіх камер на записуючий пристрій, що має лише один відеовхід, наприклад відеомагнітофон спостереження.

Матричний відео-комутатор (Matrix switcher) - пристрій забезпечує можливість перемикання та керування відеовходами та виходами моніторингу з клавіатури. Для перегляду і управління камерами та моніторами в режимі реального часу [7].

**Пристрої запису відео.** Цифровий відеомагнітофон (DVR) – це обладнання, яке може перекладати аналоговий сигнал в цифровий вигляд і надалі зберігати дані в певному сховищі, чи то локальна пам'ять, чи то запам'ятовуючий пристрій, чи хмарне сховище. Термін включає в себе приставки з прямим записом на диск, переносні медіа плеєри та телевізійні шлюзи з можливістю запису та цифрові відеокамери. Персональні комп'ютери часто підключаються до пристроїв захоплення відео та використовуються як DVR; у таких випадках прикладне програмне забезпечення, яке використовується для запису відео, є невід'ємною частиною DVR. Багато DVR класифікуються як споживчі електронні пристрої; такі пристрої можуть альтернативно згадуватись як персональні відеомагнітофони (PVR).

**Допоміжні пристрої.** Тепловізори - датчики тепла поверхні об'єкту. Особливо корисні вночі, коли на моніторі ви не бачите обриси об'єкта.

Автоматичні фотокамери - грають допоміжну роль в системах відеоспостереження. Мікрофони - необхідні для отримання звукової інформації поряд з відео інформацією. Іноді використовується неоднорідне співвідношення відео та аудіо (мікрофон) пристроїв, при якому відбувається асинхронне відеоспостереження та аудіо контроль.

**Додаткове обладнання.** Для складання системи відеоспостереження необхідні допоміжні пристрої: ІЧ-прожектори, пристрої, що модулюють, різного типу підсилювачі тощо.

Завдяки системі відеоспостереження ви можете:

- контролювати кожен етап виробничого процесу;
- запобігати порушення якості, порушення умов праці, правила безпеки;
- мати повні і записані дані о виробничих аваріях;
- запобігати крадіжку і пошкодження промислових товарів та продуктів, а також виробничого обладнання.

**Засоби передачі відеосигналу.** Зображення, відображене в певний час об'єктивом надходить на матрицю і, пройшовши ряд операції, перетворюється в електричний сигнал. Сукупність сигналів кількох зображень і створює відео потік, котрий можна зберігати в запам'ятовуючому пристрої, обробляти різними пристроями і в кінці виводити на відеомонітор. Щоб інформація здолала певний тип середовища по якому відбувається передача сигналу, потрібні певні команди з центру системи.

Основними шляхами передачі сигнальних команд та відеоінформації у відеоспостереженні є [7]:

- коаксіальний кабель;
- кабель крученої пари;
- бездротова передача;
- телефонна лінія;
- оптоволоконний кабель;
- комп'ютерна мережа (IP- відеоспостереження).

Залежно від необхідних завдань і умов на об'єктах, що охороняються, вибирається найбільш сприятливий спосіб передачі відеоінформації. Ще можна застосувати

змішані методи передачі, наприклад, мікрохвильову передачу відеосигналу і передачу управляючих поворотним пристроєм та трансфокатором даних (PTZ-даних) крізь виту пару. У даній кваліфікаційній роботі розглядаються якраз бездротові способи передачі відеоінформації, тому розглянемо їх більш детально.

## **2.2. Перешкоди, що впливають на системи відеоспостереження**

Якщо ви встановлюєте власну систему відеоспостереження, вам потрібно буде стежити за тим, щоб не виникали відео перешкоди. Хоча це відносно рідкісне явище, якщо ви стикаєтеся з відео перешкодами, воно може швидко стати проблемою у майбутньому.

До щастя, є способи боротьби з відео перешкодами. Існує два основних типи перешкод, з якими ви, ймовірно, зіткнетесь під час встановлення системи відеоспостереження.

**Інтерференція наземного контуру.** У традиційній провідній системі відеоспостереження. Однак є один випадок, коли ви можете відчувати аномалії у своєму відеопотоці з дротової відеокамери. Ці аномалії, які часто набувають форми горизонтальних ліній, проходять через зображення, зазвичай викликані явищем, відомим як перешкода заземлення.

У той час як наука, пов'язана з перешкодами в наземному контурі, складна, її фіксувати не так складно. Переривання від ліній електропередач, які надто близькі до відеокабелів, часто є винуватцем, тому рекомендується утримувати щонайменше 12 дюймів простору між лініями камери та електричними лініями. Крім того, монтаж відеокамери безпосередньо у бік металеві будівлі може іноді спричинити перешкоди в контурі заземлення; це можна виправити, помістивши ізолюючий матеріал між камерою і стороною будівлі. Зрештою, якщо нічого не працює, ви можете встановити пристрій, який називається ізолятором заземлення між камерою і рекордером. Ці ізолятори контуру заземлення відносно недорогі, але якщо у вас кілька провідних камер, для яких потрібні ізолятори, вартість може збільшуватись [8].



Рис. 2.4. Ізолятор контуру заземлення

**Бездротові перешкоди.** Багато сучасних камер відеоспостереження не вимагають від вас будь-яких проводів від камери до рекордеру. У таких випадках ці камери вважаються "бездротовими". Хоча вони все ще потребують джерела живлення, що може означати, що вони мають бути підключені до розетки або підключені до електричної системи вашої будівлі, бездротові камери передають свій відеопотік з використанням тієї ж технології, що і бездротовий маршрутизатор будинку або вашого офісу.

Нажаль, є багато речей, які можуть перешкодити бездротовий сигнал. Більшість бездротових камер спроектовані для перемикання бездротових сигнальних каналів, щоб знайти чіткий сигнал в випадку перешкод, але з іншими бездротовими пристроями, призначеними для того, щоб зробити те ж саме, це може іноді призводити до постійної переривчастості або зависання у вашому відеопотоці.

Один з способів рішення цієї проблеми - заблокувати бездротовий маршрутизатор на певному каналі. Оскільки ваш маршрутизатор є найбільшим джерелом цього стрибкоподібного перескоку сигналу, його блокування тільки для трансляції на одному каналі, ймовірно, зменшить або навіть усуне інтерференцію бездротового сигналу. Хоча кожен бездротовий маршрутизатор відрізняється, майже кожна модель буде мати панель управління, доступ до якої ви можете отримати через свій веб-браузер [9].



Рис. 2.5. Вихідне зображення і спотворене фоновою перешкодою



Рис. 2.6. Спотворення зображення фоновою перешкодою

### 2.3. Аналогові системи відеоспостереження

Системи відеоспостереження починалися як 100-відсоткові аналогові системи і поступово стають цифровими. Для під'єднання аналогового кабелю потрібно багато коаксіальних кабелів та обладнання, що реагує на аналоговий сигнал. Системи аналогового відеоспостереження вважаються банальними системами, але водночас вони мають дуже обмежену функціональність і розширюваність.

Аналогові системи відеоспостереження зазвичай складаються з аналогових камер, коаксіальної проводки і цифрових відеомагнітофонів. Більш низька вартість встановлення та обслуговування робить цю технологію все ще популярним вибором серед комерційних і промислових організацій.

Аналогові камери виконують відправку відеосигналу на відеомагнітофон через коаксіальні лінії зв'язку з використанням традиційної радіочастотної (RF) технології, що починається з датчика CCD у камері, який оцифровує зображення для обробки. Але перш ніж він зможе передати зображення, йому необхідно перетворити його назад в аналоговий, щоб він міг бути прийнятий аналоговим пристроєм, наприклад, відеомонітором або рекордером. На відміну від IP-камер, аналогові камери не мають вбудованих веб-серверів або кодерів. Аналогові камери вимагають невеликого технічного обслуговування [10].

В індустрії відеоспостереження почали з'являтися такі швидкості зйомки, як 15 кадрів за одиницю часу, 7,5 кадрів за секунду, 3,75 кадрів за секунду і 1,875 кадрів за секунду, тому що це були єдині частоти кадрів запису, які можна було використовувати в аналогових системах при записі в часі. Якщо використовувалося кілька камер, то використовувалися квадранти, які стали ще одним важливим компонентом системи. Квадрант просто взяв вхідні дані від чотирьох камер і створив один вихідний відеосигнал, щоб показати чотири різні зображення на одному екрані. Звідси і назва "Quad". Цей винахід зробив систему більш масштабованою, але за рахунок більш низької роздільної здатності.

Аналогова система відеоспостереження з'єднує аналогові камери з DVR – пристрій, який записує відео для легкого відтворення. Відеореєстратори входять в 4-камерні, 8-камерні, 16-камерні або 32-камерні конфігурації.

Аналогові камери використовують коаксіальний кабель для підключення до DVR. Цей коаксіальний кабель може розподіляти потужність, а також відео, тому аналогові камери не повинні підключатися до джерела живлення.

Аналогові камери дуже високої якості так само хороші, як сьгоднішні IP-камери. Аналогове відео не стискається, його надсилають по коаксіальному кабелю. DVR може бути підключений до локальної мережі для зручності перегляду з мережевого комп'ютера або смартфона.

Аналогові камери перетворюють зображення у формат, що відображається на телевізорі або в матричній системі. Зазвичай люди бачать потік аналогової відеокамери в дії у фільмах. Ці системи все ще використовуються сьогодні, оскільки вони

забезпечують чудовий варіант для спостереження. Завдяки новим технологіям підприємства можуть використовувати систему DVR разом з аналоговою системою, щоб вони могли мати цифрову копію. Аналогова система вимагатиме, щоб у вас був спеціальний коаксіальний кабель, який з'єднується з кожною камерою і з кожною системою запису.

Аналогове відеоспостереження, як і раніше, є найекономічнішим методом встановлення відеоспостереження і, як і раніше, являє собою понад 85% ринку відеоспостереження.

### **Розглянемо переваги та недоліки аналогової системи відеоспостереження.**

#### **До переваг належать [12]:**

- **Вартість.** Аналогові камери, як правило, коштують менше, іноді навіть набагато менше, ніж їхні цифрові аналоги на основі кожної камери.
- **Простота.** DVR легше налаштувати і зрозуміти для більшості. Це один блок з однією вартістю, а встановлення більш просте.
- **Нижчі вимоги до пропускної здатності.** Аналогові записані відеофайли мають тенденцію бути меншими, і вони передаються в DVR коаксіальним каналом, тому передача їх не займає стільки ж смуги пропускання, скільки локальною мережею.
- **Додаткові варіанти дизайну.** З більш широким спектром конструкцій аналогових камер вам може бути простіше знайти модель камери з усіма функціями, які вам потрібні за нижчою ціною.

#### **До недоліків належать:**

- **Кабелі.** Оскільки камери мають бути під'єднані як до джерела живлення, так і до DVR через кабелі, ви, як правило, маєте багато провідників для роботи, навіть якщо ви використовуєте кабелі, що з'єднують відео та живлення. Крім того, коаксіальні кабелі зазвичай дорожчі самі по собі, ніж аналогічні моделі CAT 5 або 6, що використовуються для цифрових систем.



- **Якість зображення на аналогових камерах досить низька.** Сьогодні більшість смартфонів мають більш високу роздільну здатність. У результаті деталі на відстані можуть бути зернистими, що ускладнює виявлення потенційних підозрюваних в інциденті з високим ступенем впевненості. Якщо ви спробуєте збільшити щось на аналоговому відео, ви, швидше за все, отримаєте зображення, ще більш розмите і зернисте.
- **Область охоплення.** Як правило, аналогові камери спостереження мають набагато вужче поле зору, ніж їхні цифрові аналоги, тому вам може знадобитися більше їх для покриття необхідної області.
- **Обмеження позиціонування.** Оскільки аналогові камери необхідно під'єднувати до DVR, ви повинні тримати ці камери в розумних межах до пристрою, або ви ризикуєте зменшити надійність з'єднання.
- **Обмеження порту.** У відеореєстраторів є тільки певна кількість портів, тому ви можете під'єднувати до них тільки обмежену кількість камер. Якщо ви хочете перевищити це число, вам, ймовірно, доведеться отримати другий DVR.
- **Бездротова можливість (або відсутність).** Реальність така, що аналогові бездротові системи працюють не дуже добре через урядові положення, що стосуються аналогових частот і потужності сигналу. У результаті інші бездротові пристрої та навіть флуоресцентне освітлення можуть завадити та спотворити відеосигнал;
- **Шифрування.** Аналогові сигнали не можуть бути зашифровані, як правило, це означає, що можна з легкістю переглядати сигнал.

Хоча аналогові системи функціонували добре, недоліки включали обмеження в масштабованості та необхідність підтримувати відеомагнітофони і вручну міняти стрічки. Крім того, якість записів погіршилася з плином часу. Камери протягом довгого часу також були чорно-білими. Але навіть із такими недоліками, вони знаходять своє застосування.

## 2.4. Гібридна система відеоспостереження

Як і будь-яке інше обладнання, система відеоспостереження постійно розвивається завдяки дослідженням і розробкам, які покликані підвищити його ефективність. У сьогоднішньому IoT (Internet of Things) система на основі IP (Internet Protocol) є рушійною силою, яка змінює роль нагляду в забезпеченні загальної безпеки. До появи IP-камер і мережевих пристроїв у світі домінували аналогові камери та пристрої DVR (Digital Video Recording). Якщо у вас є обладнання для спостереження, найімовірніше, це застаріла аналогова система [12-14].

У той час як тенденція IP-спостереження набирає обертів, сьогодні по всьому світу, як і раніше, працює понад 40 мільйонів аналогових камер.

Перехід від аналогового до IP не є простим переходом для всіх, і інтегратори все більше усвідомлюють це. На щастя, існують гібридні рішення, які дають змогу працювати з наявною аналоговою інфраструктурою і почати перехід на IP-систему.

Гібридні рішення для компаній, які не готові повністю переключитися на IP, поки що пропонують переваги більш ефективної системи, яка полегшить перехід, коли прийде час. За допомогою гібридних рішень ми зможемо отримати найкраще з обох світів - майже нульову латентність якості зображення з аналоговою та IP-якістю.

Присутність інтегрованого фундаменту відеосистем створює сприятливі умови для передавання даних, також мінімізує кількість мінусів моніторингу, контролю, і водночас відповідає критеріям часу.

Відео кодери є каталізатором для гібридного рішення, замінюючи застарілі та дорогі відеореєстратори. DVR традиційно відповідали за зберігання і запис відеоматеріалів, захоплених підключеними камерами спостереження. Відео кодер є "відкритою платформною технологією, яка виступає як міст між аналоговим і цифровим світом, по суті перетворюючи аналогові інвестиції в IP-камери. Відео кодери дають

змогу використовувати наявну інфраструктуру, підключаючи коаксіальний кабель від аналогової системи, перетворюючи аналоговий сигнал на цифровий потік.

У відеореєстраторів немає роздільної здатності зображення, крос-інтелекту та мережевих можливостей, які може запропонувати відеокодер. Швидкість кадрів на секунду (FPS) - це те, що створює більш гладке зображення, тим вище, особливо в сценаріях з високим рухом. Відео кодери здатні захоплювати зображення зі швидкістю до 60 кадрів на секунду, тоді як відеореєстратори працюють тільки до 15 кадрів на секунду. Інтеграція з DVR зазвичай обмежена тим, що було встановлено в специфікації виробника. Відео кодери відкривають двері для сторонніх інтелектуальних застосунків, які дають змогу вам обирати програмне забезпечення для управління відео практично від будь-якого провайдера в підключеному світі. Це створює платформу для розширеної відео аналітики.

Існує велика відмінність у зберіганні та масштабованості між відеореєстраторами та відео кодерами. Зазвичай відеореєстратори мають низьку допустимість для кількості камер, які вони можуть вмістити, що може залишити бізнес вразливим, оскільки він не може охопити небезпечні райони. З іншого боку, відео кодери пропонують практично необмежене утримання, завдяки високій масштабованості. Відео кодери мають можливість розміщення окремих камер, і є деякі пристрої, які можуть вміщати до 84 камер, що робить їх дуже гнучким і ефективним рішенням для великого або невеликого об'єкта.

Гібридне рішення дає вам змогу зберігати наявні аналогові камери та інфраструктуру, а оскільки камери помирають або потребують заміни, їх можна легко поміняти на IP, що забезпечить більш плавний перехід. Віддалений моніторинг - ще одна перевага вибору гібридного рішення. Це додає рівень безпеки, який ви не можете отримати з аналогової системи, маючи можливість увійти в свою систему спостереження, щоб дізнатися, що відбувається на вашому об'єкті, коли вас там не може бути. Гібридні рішення - це економічний і менш руйнівний варіант, якщо ви не повністю впевнені в тому, що зробите IP - занурення, хоча прогрес буде продовжувати штовхати нас у цьому напрямку. Якщо ви виберете гібридне рішення або не впевнені, що

робити, завжди звертайтеся до ліцензованого професіонала, щоб забезпечити належне застосування та встановлення [14].

## **2.5. Мережева система відеоспостереження**

У сучасній системі безпеки є перевага миттєвого доступу до зображень, що зберігаються і витягуються на комп'ютерах.

Системи відеоспостереження IPTV зазвичай містять кілька пристроїв: IP-камери, сервери і клієнти, і включають багатоадресну технологію для доставки відеопотоків кожному передбачуваному одержувачу.

Менші установки засновані на технології комутації другого рівня, тоді як більші сценарії включають опції для середовища з 3-ма маршрутами.

Чистий підхід другого рівня кращий при малих і середніх установках завдяки спрощеній конфігурації та обслуговуванню мережі. Він не вимагає складної багатоадресної архітектури, що включає протоколи багатоадресної маршрутизації.

У більших системах, найімовірніше, відеодані транспортуватимуться в середовищі, розділеному на окремі IP-підмережі, щоб забезпечити масштабованість і забезпечити мережу, яка є надійною і легко керованою.

Існує багато компаній, що випускають мережеві камери. До них відносяться такі компанії як Sony, AXIS, D-Link, TP-Link, Huawei, Xiaomi і багато інших. Є великий різновид відеопристроїв від простих циліндричних і квадратних до простих купольних і Wi-Fi відеокамер [15].

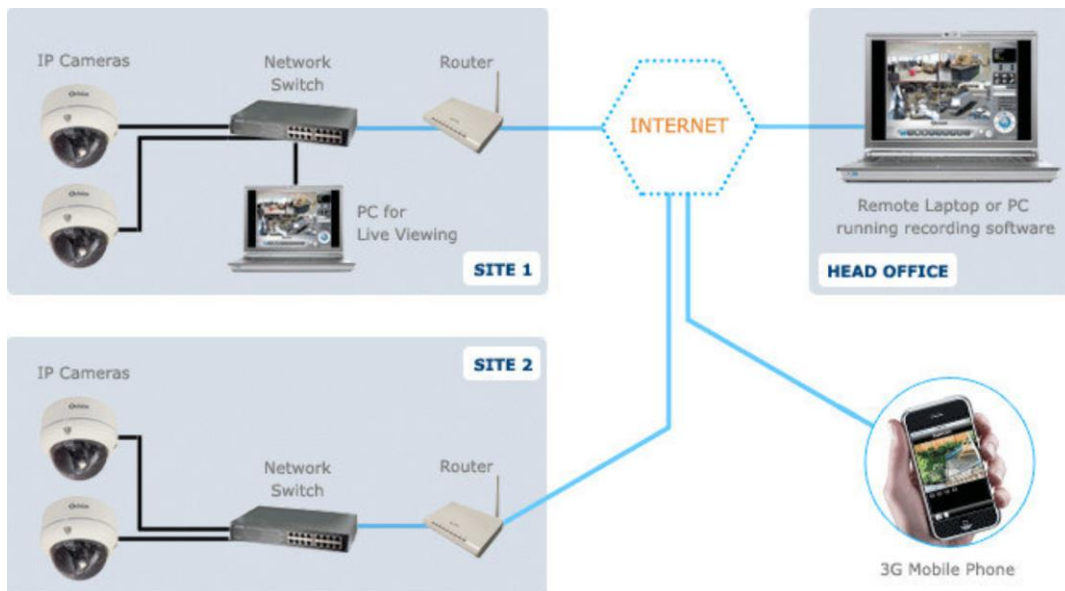


Рис. 2.7. Мережева система відеоспостереження

Висока якість зображення досягається за рахунок відсутності пристроїв цифрово-аналогового та аналогово-цифрового перетворення.

### Переваги [16]:

- **Якість зображення:** якість зображення з цифрових камер спостереження значно вища, ніж у аналогових, причому багато камер здатні записувати і передавати відео високої чіткості. Крім того, у цифрових камер більше можливостей цифрового масштабування.
- **Область охоплення:** одна цифрова камера може охоплювати область, яка потребуватиме трьох або навіть чотирьох аналогових аналогів.
- **Менше необхідних кабелів:** замість індивідуальної провідки кожної камери з живленням, а потім підключення кожної камери до DVR, цифрові системи можуть мати кілька камер, підключених до комутатора, а потім всі ці камери на комутаторі можуть бути під'єднані до NVR за допомогою одного кабелю.
- **Позиціонування або обмеження портів.** Оскільки для підключення до вашого мережевого відео необхідно просто під'єднати камери до локальної мережі, ви більше не обмежені відстанню між камерами та відеоманітофоном. Оскільки NVR заснований на програмному забезпеченні і не має портів.

- **Power over Ethernet (PoE).** Комутатори Power over Ethernet дають змогу вашим сигнальним кабелям подавати живлення на камери, що зменшує необхідність у додаткових кабелях.
- **Бездротова можливість.** Системи цифрової безпеки дуже добре працюють у бездротовій мережі. Вони не схильні до тих самих перешкод, які впливають на їхні аналогові аналоги, тому ви можете легко переглядати живий канал з більш віддалених місць, якщо це необхідно.
- **Шифрування.** Багато цифрових камер безпеки мають вбудоване шифрування, тому ваші дані безпечніші від самого початку свого шляху до його кінця.

#### **Недоліки [16]:**

- **Усунення ускладнень.** Якщо у вас ще немає встановленої мережі та комутаторів на місці, це може збільшити витрати і витрати на встановлення вашого CCTV незалежно від того, що вам буде потрібно менше кабелів загалом.
- **Вища початкова вартість.** Камери та обладнання (крім кабелів) мають тенденцію коштувати більше на індивідуальній основі порівняно з їхніми аналоговими аналогами (хоча вам може знадобитися менше їх, тому витрати можуть бути збалансовані).
- **Вимоги до високої пропускної здатності.** Системи безпеки IP камер зазвичай вимагає набагато більшої пропускної здатності, ніж аналогові. Між вищою роздільною здатністю і вищою частотою кадрів, навіть під час стиснення, ви переглядаєте близько 720 Кбіт/с, і це перш ніж розглядати новіші камери з роздільною здатністю в десятки мегапікселів. У результаті це може призвести до збільшення витрат.
- **Вимоги до зберігання.** Вища роздільна здатність і вищі частоти кадрів означають більші файли, тому вам знадобиться набагато більше місця на жорсткому диску для їх розміщення.

## 2.6. IP Камера

Мережеві IP-камери є автономними пристроями, до яких можна отримати доступ відкритий тільки через IP-адресу камери. Все програмне забезпечення, налаштування і всі виконувані функції вбудовані в саму камеру. У багатьох IP-камерах присутні SD-карти, необхідні для зберігання записаного відео. IP-камери аналогічні будь-яким іншим комп'ютерам або інтелектуальним пристроям, доступним у вашій мережі. IP-камери використовують CAT 5 або CAT 6 для передавання відео та здебільшого можуть житися одним і тим самим дротом, якщо використовують кабель POE.

По суті, це означає, що ви можете мати одну IP-камеру у своїй мережі або кілька, якщо ви виберете. Кожна IP-камера матиме свій власний користувацький інтерфейс і конкретні налаштування, які можна переглядати або керувати індивідуально, перейшовши на IP-адресу кожної камери та увійшовши в неї. IP-камера є тією, яка подає відеопотік на IP-адресу. Потім IP-камера може бути записана через мережевий відеореєстратор (NVR). Це основна відмінність аналогової камери відеоспостереження від камери IP-безпеки. IP-камера ефективніша в цих умовах, і, отже, можна сказати, що IP-камера більш функціональна порівняно з аналоговою камерою відеоспостереження. Для аналогової камери відеоспостереження вам необхідно встановити систему камер і відеореєстраторів, що може бути своєрідною і безладною процедурою, що включає безліч пучків проводів і незліченну кількість випадків, коли є ймовірність короткого замикання. IP-камера в цьому сенсі відносно проста в установці та використанні. IP-камера відправляє відеопотік на IP-адресу і відеоканал буде доступний для будь-якої частини будинку або будівлі, де є інтернет.

Інший великий плюс IP-камер - перегляд відеопотоку на мобільному пристрої, як-от ноутбук, iPhone або який-небудь Android-телефон. Порівняно з аналоговими камерами відеоспостереження, IP-камери трохи дорожчі. Але високі витрати не є необґрунтованими, оскільки вони надають величезну можливість [17].

...

## РОЗДІЛ 3

### СИСТЕМА ІР-ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА

#### 3.1. Вибір обладнання

Якщо ви плануєте встановити або модернізувати систему відеоспостереження для свого бізнесу або будинку, то вибір правильних камер забезпечить ефективність вашого спостереження. Існує багато аспектів, які відіграють головну роль при виборі камери відеоспостереження. Особливе значення треба надавати на основні завдання і цілі, які стоять перед камерою. Взяти до уваги умови їх використання.

Основною функцією камери є зйомка території та виявлення об'єктів за різних погодних умов, за змінних рівнів освітлення. Для зручності моніторингу та здійснення контролю над усією системою відеоспостереження, камера повинна мати, за стандартом, широку зону огляду, також мати режим день/ніч для різних ситуацій, інфрачервону систему підсвічування і багато інших властивостей.

Металевий корпус і система моментальної тривоги повинні виступати першорядним рівнем захисту самої камери.

У таблиці 3.1 наводиться порівняння технічних властивостей камер компанії «Hikvision» і «Xiaomi». Робимо висновок, що технічно ефективніша камера виробництва "Hikvision".

Основними критеріями під час вибору пристроїв спостереження є роздільна здатність, відношення сигнал/шум і чутливість, але під час порівнянь камер можна покладатися й на інші властивості та функціонал.



Порівняльна таблиця параметрів відео камер

Параметри	Компанії	
	«Hikvision»	«Xiaomi»
Швидкість введення, FPS	60	30
Формат стиснення відео	H.264, MJPEG, MPEG4	H.264 HP, MJPEG
Роздільна здатність при оцифруванні	2048×1536	1920×1080
Тип матриці Об'єктив	1/2.8" Progressive Scan CMOS Варіофокальний	1/2,8" CMOS-матриця Варіофокальний
Фокусна відстань	2-9 мм	3.3-129 мм
Процесор	512 Мб ОЗП, 256 Мб флеш-пам'яті	-
Внутрішня пам'ять	SD/SDHC/SDXC карта	Micro SD/SDHC карта
Кут огляду	36° - 98° (горизонталь) 27° - 72° (вертикаль) 44° - 107° (діагональ)	89.1° - 2.34°
Чутливість	0,1 лк (колір)/0,001 лк (ч/б)	0,1 Лк (колір) / 0 Лк (ІЧ вкл.)
Швидкість Електронного затвора	1/5 - 1/8000 сек	1/5 сек - 1/10000 сек
Формат стиснення аудіо	G.711, G.726, AAC, AMR	G.711
Режим "день/ніч"	Зсувний ІЧ-фільтр	Є
Цифровий зум	48x	30x Оптичний зум
Співвідношення сигнал/шум	62 Дб	56 Дб
Web-сервер	Internet Explorer 7.0 або вище, Firefox 7.0 і Firefox 7.0 і вище	-
Розширений динамічний діапазон (WDR)	WDR	-
Детектор руху	є	є
Мережеві порти	10/100 Base-T Ethernet (RJ-45)	10/100 Base-T Ethernet (RJ-45)

Відеопотоки з незалежними налаштуваннями	4	-
Живлення	12V DC / 24V AC / PoE (802.3af)	12V DC / PoE (802.3af)
ІЧ-підсвічування, м	30	40
Споживана потужність	27 Вт	7,68 Вт
Протоколи	IPv4, IPv6, TCP/IP, HTTP, HTTPS, UPnP, RTSP/RTP/RTCP, IGMP, SMTP, FTP, DHCP, NTP, DNS, DDNS, PPPoE, CoS, QoS, SNMP, 802.1X	TCP, UDP, HTTP, HTTPS, DHCP, PPPoE, RTP, RTSP, IPv4, IPv6, DNS, DDNS, NTP, ICMP, ARP, IGMP, SMTP, FTP, UPnP, SNMP, Bonjour, Sony VISCA, Pelco-D, Pelco-P
Клас захисту	IP67	IP67/IK10

Камера DS-2CD2T85FWD-I5 - Професійна якісна камера, яка має 5 мегапікселів (1080p Full HD) і має швидкість знімання, що дорівнює 25 к/с. Різні способи стиснення камери: H.264, MPEG-4 і MJPEG. При цьому маючи широкий огляд камери, що виробляє плавну зйомку.

У камері IP присутні технологічні інновації, що дають змогу повністю використати весь потенціал відеозйомки високої роздільної здатності.



Рис. 3.1. Вулична камера відеоспостереження марки Hikvision

Часом монтувати камери виявляється важко, виникають проблеми регулювання камери мережею, яка необхідна для отримання детального кадру або певного зображення. Для вирішення цієї проблеми компанія Hikvision використала систему "інтелектуальний центр", яка забезпечує більш зручне регулювання. У камері був встановлений маленький двигун, за допомогою якого інженер або оператор міг керувати та регулювати положення камери для певних цілей.

Як і більшість камер, у яких є функція перемикачів "день/ніч", ця камера використовує механічне ІЧ-чищення з автоматичним перемиканням (до 30 метрів), забезпечуючи приймання точних даних упродовж усього часу роботи. Металевий корпус типу IP67 встановлює значну оборону проти силової дії та можливості злому і розкриття обладнання. Дозволяє здійснити відеоконтроль в найвимогливіших системах. Присутня 802.3af сумісність PoE. Можна зберігати дані на картах пам'яті SD/SDHC/SDXC.

Цій камері притаманне багато форматів архівації відеопотоку, як-от H.264, MJPEG, MPEG4 і аудіо G.711, AAC, AMR. Йде сумісність із такими протоколами, як: IPv4, IPv6, TCP/IP, HTTP, HTTPS, UPnP, RTSP/RTP/RTCP, IGMP, SMTP, FTP, DHCP, NTP, DNS, DDNS, PPPoE, CoS, QoS, SNMP, 802.1X.

Здійснюється підтримка Web-сервера Internet Explorer 7.0 або вище, Firefox 7.0 і вище. Ця камера є сучасним рішенням для вуличного нагляду.

**Опис купальної камери Hikvision DS-2CD2742FWD-IS.** IP-камера куполоподібної форми DS-2CD2742FWD-IS, створена фірмою Hikvision спеціально для систем відеоспостереження, в яких потрібно зображення хорошої якості, має високу роздільну здатність. Розширений динамічний діапазон 120 дБ забезпечує чіткі картини в умовах інтенсивності освітлення, що швидко плаває, або за помітних засвічень задньої частини фону об'єкта. Врівноважуючи кількість світла в кадрі, опція WDR покращує і зберігає ділянки затемнення зображення. Елемент шумозаглушення 3D-DNR знищує перешкоди та похибки картини, які проявляються за недостатньої кількості світла [18].



Рис. 3.2. Купольна камера

Інтелектуальний кодек H.264+ застосовує різного роду ступені кодування для рухомих об'єктів і статичного заднього фону для економії трафіку. Діапазон швидкостей передачі даних від 32 Кбіт/сек до 16 Мбіт/сек адаптує трафік під можливості IP-каналу. Опція DualStream і кодеки H.264/MJPEG дають змогу утворити незалежні потоки різного роду рівнів архівації. Мережева відеокамера DS-2CD2742FWD-IS може здійснювати відеозапис з роздільною здатністю 2688×1520 зі швидкістю 20 кадр/сек, а за якості Full HD 1080p - 25 кадр/сек.

Зовнішні відео та аудіо виходи підключаються за допомогою відповідних інтерфейсів. За допомогою технології PoE, відбувається подача живлення без проміжних пристроїв від мережевих комутаторів або відеореєстраторів в обладнання нагляду. Присутній прямий зв'язок з центром моніторингу та системи. Під час роботи в дефолтному режимі відеозапис здійснюється на локальну флеш-пам'ять. Камера спостереження DS-2CD2742FWD-IS від Hikvision використовує функцію відео аналітики для знаходження точок перетину віртуальних кордонів [18].

**Герметичний кожух для корпусних відеокамер Hikvision DS-1321HZ.** DS-1321HZ - кожух герметичного типу для відеокамер, створений сучасною торговою маркою "Hikvision". Для зовнішнього захисту пристроїв спостереження застосовуються ці обладнання, створені за передовою технологією з встановленням багатофункціональної бази. Можна більше не боятися отримання ушкоджень, а також прямого впливу вологи і заповнених частинок всередину. Алюмінієвий матеріал ідеально підходить в ролі додаткового складу корпусу. Для кожної камери є свої розміри. Клас захисту IP66 становить ефективну оборону від всіляких погодних умов [19].



Рис. 3.3. Герметичний кожух Hikvision DS-1321HZ



Рис. 3.4. Приклад встановлення відеокамери в герметичний кожух

### Мережеве обладнання НР J9279А



Рис. 3.5. Мережеве обладнання DS-7716NI-E4/16P

**Hikvision DS-7716NI-E4/16P** – Реєстр відеоданих з 16 входами і виходами призначений для камер (кількістю 16), з роздільною здатністю до 5 МР.

Цей пристрій призначений для перенаправлення сигналу високої чіткості за відеовиходами 1×VGA, 1×HDMI. Має смугу пропускання на вході та виході 100 Мбіт/с, 80 Мбіт/с відповідно, що корисно для системи загалом.

Це обладнання має USB інтерфейси 2.0 і 3.0, аудіо/відеовиходи, тривожну лінію. Також 2 RJ-45 входи для під'єднання до мережі, які можуть підтримувати живлення через Ethernet на відстані до 350 м по лінії 6 категорії та по кабелю 5 категорії до 200 - 300 м. Загальна потужність дорівнює 200 ват, а для окремих кабелів до 30 ват.

За певних температурних умов, що дорівнюють  $-10^{\circ}\text{C}$  ... $+55^{\circ}\text{C}$ , камера працює повноцінно. І за вологості повітря від 10 до 90 відсотків, пристрій функціонуватиме.

Є 4 входи для SATA і HDD / SSD загальним об'ємом до 6 Тб, це дає змогу зберегти досить об'ємну кількість відеоданих і проводити роботу в автономному режимі тривалий час [20].

**Відеореєстратор Hikvision DS-7216HGHI-E2.** Hikvision DS-7216HGHI-E2 - Устаткування передової ліній, має можливість з'єднання з аналоговими камерами, але водночас основне під'єднання до АHD-камер відбувається через коаксіальний кабель або BNC-роз'єми.

До багатьох функцій цього обладнання також відноситься планувати загальний час роботи проведеного запису, є вибірка відтворення будь-якої підключеної камери або декількох камер на екрані монітора. Є можливість зберегти дані на 2 вінчестерах по 6 Тб об'єму і на пам'яті хмари.

Реєстратором можна дистанційно керувати. Простий функціонал дає змогу легко розібратися з налаштуваннями та встановленням зв'язку. Процес запису можна запустити простим натисканням однієї клавіші. Hikvision DS-7216HGHI-E2 включає можливість одночасного програвання до 16 каналів, при цьому зберігши високу якість зображення [21].



Рис. 3.6. Відеореєстратор Hikvision DS-7216HGHI-E2

**Кабель CAT 6.** Комп'ютерний кабель UTP – CAT 6 (кручена пара). Здебільшого використовується для складання загальної мережі з передавання даних у замкнутій системі. Рівень загасання набагато нижчий, ніж у 5 категорії, а діапазон робочих частот набагато ширший.



Рис. 3.7. Комп'ютерний кабель CAT 6

### 3.2. Вибір місць розташування відеокамер

Основною функцією системи відеоспостереження на території приватного підприємства є передача інформації охоронцеві в заданий момент часу, яка виводиться на монітор. Також до поставлених завдань будуть належати:

- фіксація облич відвідувачів перед касою;

- виявлення об'єктів у приміщенні або на його території поза робочим часом;
- збереження даних на жорсткий диск або на інше місце зберігання інформації;
- здійснення контролю за працівниками організації.

Для досягнення поставлених завдань нам необхідно розрахувати оптимальні зони покриття. Скористаємося позитивними властивостями кожної камери купольної форми, тобто розташовуватимемо там, де відбуватиметься впізнання осіб, а вуличні камери, отже, там, де необхідно буде спостерігати за паркувальною зоною та автотранспортом.

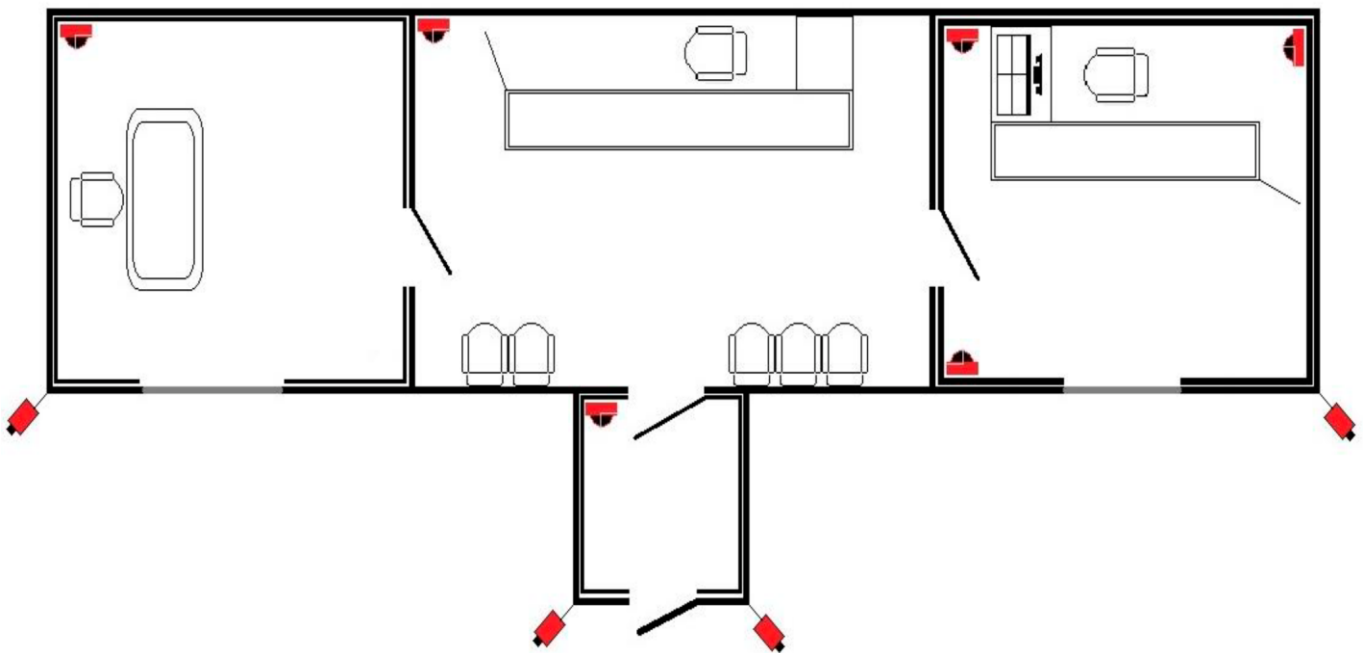


Рис. 3.8. Зони огляду камер

Крім простого спостереження, камери переслідують другорядні цілі:

- своєчасне розкриття і запобігання злочинів, що сталися або відбуваються;
- своєчасне попередження про підозрілі речі, залишені або забуті відвідувачами;
- контроль ефективності обслуговування;
- відновлення хронології події спираючись на збережені записи відео інформації.



Опис об'єкта, за яким відбуватиметься нагляд, рисунок 3.8. Загальна площа спостереження налічує 300 м<sup>2</sup>, в яку входить паркувальна територія та адміністративна зона (приймальня). Усього будемо використовувати 10 камер: 6 купольних камер і 4 вуличні камери. Зони огляду та місця розташування камер показані на малюнку.

### 3.3. Розрахунки параметрів для відеокамер моніторингу

Для збільшення продуктивності системи відеоспостереження використовуватимемо 6 купольних камер високої чіткості Hikvision DS-2CD2742FWD-IS з метою контролю за всіма операціями, пов'язаними з касовим апаратом, та ідентифікацією осіб відвідувачів. Деякі з них будуть розташовуватися в адміністративній кімнаті, а інші стоятимуть у коридорі біля виходу/входу, біля каси.

Щоб визначити значення фокусної відстані, нам необхідні дані місця спостереження, а саме ширина зони, відстань до об'єкта. Підставивши отримані дані у формулу (3.1), знаходимо фокусну відстань купольної камери, що стоїть над касовим апаратом. Фокусна відстань розраховується за цією формулою [22]:

$$f = h \cdot S / V, \quad (3.1)$$

де  $f$  - Фокусна відстань, мм;

$V$  - ширина об'єкта спостереження, м;

$h$  - Розмір матриці по горизонталі, м;

$S$  - відстань до об'єкта, м.

$$f = 0.006 \cdot 3,5 / 3 = 7 \text{ мм.}$$

**Розрахунок кута зору камери по горизонталі.** Ґрунтуючись на геометричних даних приміщення, в основному знаходиться горизонтальний ракурс зору камери. Величезним плюсом є використання камер із широким градусом огляду. Кут огляду камери визначається за формулою [22]:

$$\alpha = 2 \arctg\left(\frac{h}{2 \cdot f}\right), \quad (3.2)$$

де  $\alpha$  - градус огляду зони по горизонталі.

$$\alpha = 2 \arctg\left(\frac{0,006}{2 \cdot 0,007}\right) = 46^\circ$$

Зробивши нескладні розрахунки, ми визначили, що для складання системи відеоспостереження відповідний кут нагляду камери по горизонталі становить  $46^\circ$ .

**Розрахунок кута огляду за ординатою.** Камера може перебувати вище або нижче за об'єкт стеження, тому в разі коли висота встановлення камери вища за зону огляду, тобто,  $N > V$ , значення кута  $\alpha_2$  залежать від співвідношення між  $N$  і  $L$ , де  $N$  - висоти встановлення відеокамери, а  $L$  - відстань до об'єкта відеоспостереження.

З рисунка 3.9, що відповідає цьому випадку, випливає, що кут  $\alpha_2$  дорівнює [23]:

$$\alpha_2 = \angle(GDE) = \angle(CDE) - \angle(ADG), \quad (3.3)$$

З іншого боку, з трикутника CDE випливає, що:

$$\angle CDE = 90^\circ - \angle CED = 90^\circ - \arctg(CD/CE) = 90^\circ - \arctg[(N - V)/L]. \quad (3.4)$$

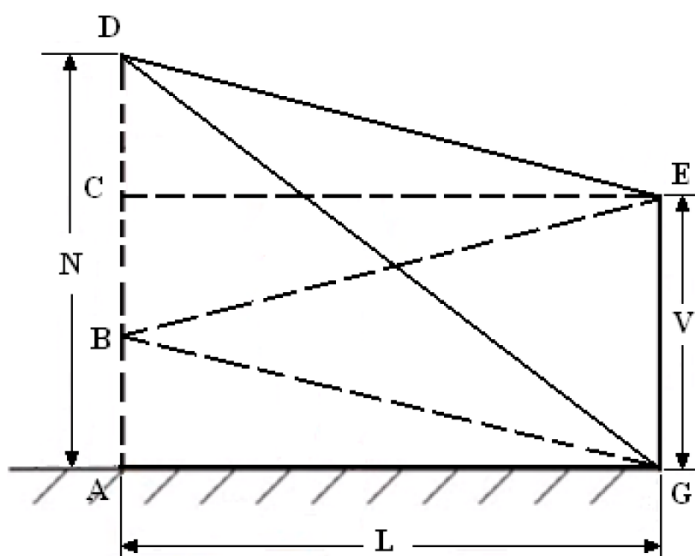


Рис. 3.9. Розташування камери вище за об'єкт спостереження

З трикутника ADG можна отримати таке співвідношення:

$$\angle ADG = 90^\circ - \angle AGD = 90^\circ - \arctg(AD/AG) = 90^\circ - \arctg(N/L), \quad (3.5)$$

Підставляючи вирази (3.3) і (3.4) у (3.5), отримуємо:

$$\alpha_2 = \arctg(N/L) - \arctg[(N - V)/L], \quad (3.6)$$

де  $N$ - висота підвісу відеокамери, м;

$V$ - висота зони огляду, м;

$L$  - відстань до об'єкта спостереження, м;

У нашому випадку:

$$\alpha_2 = \arctg(3.5/2.5) - \arctg[(3.5 - 3)/2.5] = 43^\circ.$$

Кут огляду камери по вертикалі становить  $43^\circ$ .

**Розрахунок умовно мертвої зони.** Умовно мертва зона - це та частина місця огляду за горизонталлю, яку відеокамера не фіксує, і яка є невидимою для деяких об'єктів, що перебувають у русі (рис. 3.10).

Відрізок BE, позначений  $p$ , є граничною лінією, коли починається огляд камери. Відрізок  $p$  паралельний площині спостереження камери і знаходиться на відстані  $l$  від місця встановлення камери. Із трикутника EAB на рисунку 3.10:

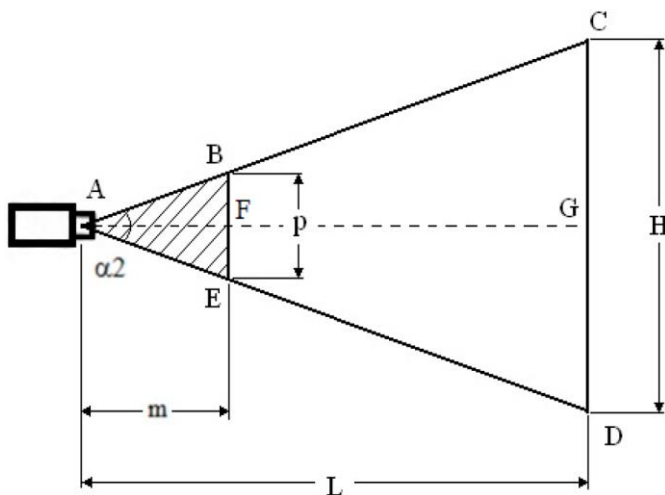


Рис. 3.10. Розташування камери вище за об'єкт спостереження

$$AF = BF / \operatorname{tg} (\alpha_2/2) = BE / \operatorname{arctg} (\alpha_2/2), \quad (3.7)$$

Остаточно для довжини умовно мертвої зони отримуємо:

$$l = p/2 \operatorname{tg} (\alpha_2/2), \quad (3.8)$$

Як відомо, чим ширше об'єктів відеокамери, тим довшим стає відрізок  $p$ , що дає змогу пристрою захоплювати більше об'єктів і реєструвати їх. Але при цьому збільшується мертва зона відеокамери. Довжина відрізка  $p$ , переступаючи яку, об'єкт починає потрапляти на екран монітора, дорівнює добутку швидкості руху даного об'єкта  $v$  на час перетину  $t$ , тобто:

$$p = v \cdot t, \quad (3.9)$$

Значення  $p$  дорівнюватиме часу  $tp$ . Це час, коли охоронець встигне помітити об'єкт, що становить приблизно 2 с. Авто на паркінг території може мати максимальну швидкість лише 5 км/год, а ймовірна швидкохідність людини 10 км/год. Звідси середня швидкість дорівнює 7,5 км/год або 2,08 м/с і знаходимо:

$$p = 2,08 \cdot 2 = 4,16 \text{ м}$$

Підставляємо у формулу (3.8):

$$l = 4,16/2 \operatorname{tg} (90^\circ/2) = 2,08 \text{ м}$$

Особливо важливим елементом системи відеоспостереження є розрахунок параметрів сліпої зони камери. Сліпа зона - територія, яка не входить в огляд елемента стеження. Щоб знайти значення мертвої зони камери, розглянемо трикутник ADG, у якому  $n$  - це позначення середньої висоти людини, а точка Q - це точка початку сліпої зони. Інакше кажучи, якщо об'єкт перебуває лівіше від цієї точки, то він потрапить у мертвою зону, інакше він буде входити в кадр зйомки (рис. 3.11).

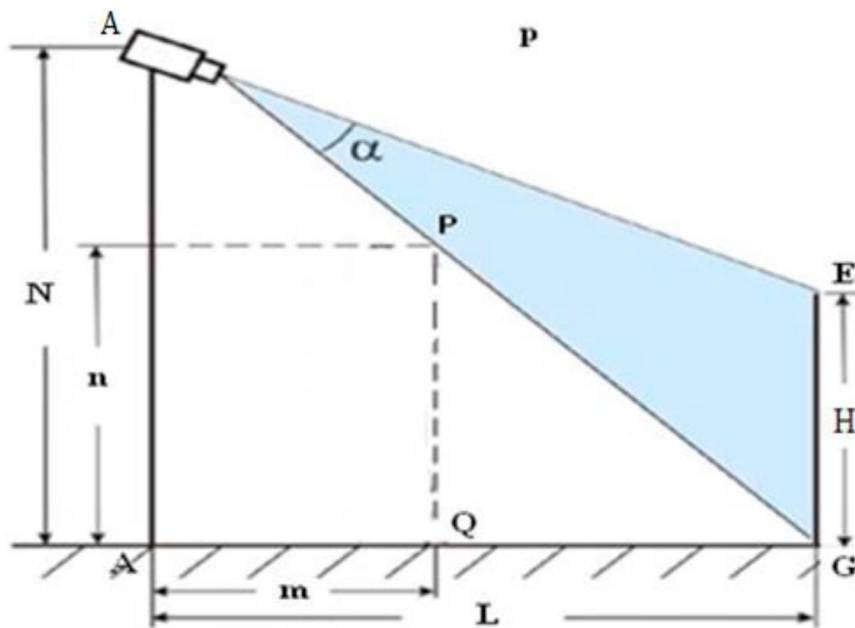


Рис. 3.11. Визначення мертвої зони під відеокамерою

### 3.4. Розрахунки IP мережі

Розгортання рішення для відеоспостереження через середовище WAN представляє проблеми, які зазвичай не спостерігаються в локальній мережі. У середовищі LAN зазвичай спостерігається пропускна здатність 1 Гбіт/с і 10 Гбіт/с, тоді як у середовищі глобальної мережі більшість з'єднань становить менше 10 Мбіт/с; багато віддалених з'єднань працюють на одному T1 (1,544 Мбіт/с) або менше [4, 7].

Ці обмеження, пов'язані з пропускною спроможністю, вимагають ретельної оцінки розміщення камер і медіа серверів, а також того, скільки глядачів може підтримуватися на віддалених сайтах одночасно. Використовуючи дочірні проксі, вимоги до пропускної спроможності можуть бути зменшені для транспорту відеопотоків через WAN-з'єднання.

Розміщення пристроїв запису також стає важливим. Відео може бути передано на центральний сайт із нижчим рівнем частоти кадрів або роздільної здатності, але іншою привабливою альтернативою є розгортання медіасерверів на віддалених сайтах і потік трафіку з використанням підключення до локальної мережі на віддаленому сайті.

Лінія "точка-точка" або виділена лінія - це посилання з основного сайту на віддалений сайт із використанням з'єднання через мережу-несучу. Посилання вважається приватним і використовується виключно клієнтом. Схему зазвичай оцінюють, виходячи з вимог до відстані та пропускну здатності підключених сайтів.

Такі технології, як "Multilink PPP", дають змогу під'єднувати кілька посилань у вигляді одного посилання на верхні протоколи маршрутизації. У цій конфігурації кілька посилань можуть об'єднувати свою пропускну спроможність і управлятися тільки з однією мережевою адресою. Оскільки вимоги до трафіку відеоспостереження зазвичай більші, ніж інші додатки передавання голосу і даних IP, ця функція приваблива для додатків відеоспостереження.

"Hub-and-speak", також відома як зоряна-топологія, спирається на центральний маршрутизатор сайту, який діє як з'єднання для інших віддалених сайтів. "Frame Relay" використовує топологію Hub-and-speak здебільшого через її переваги, але інші технології, як-от MPLS, мають здебільшого зміщення "Frame Relay".

Приклад деревоподібної побудови мережі вказано на рис. 3.12. Тип з'єднання "зірка" показано на рисунку 3.13.

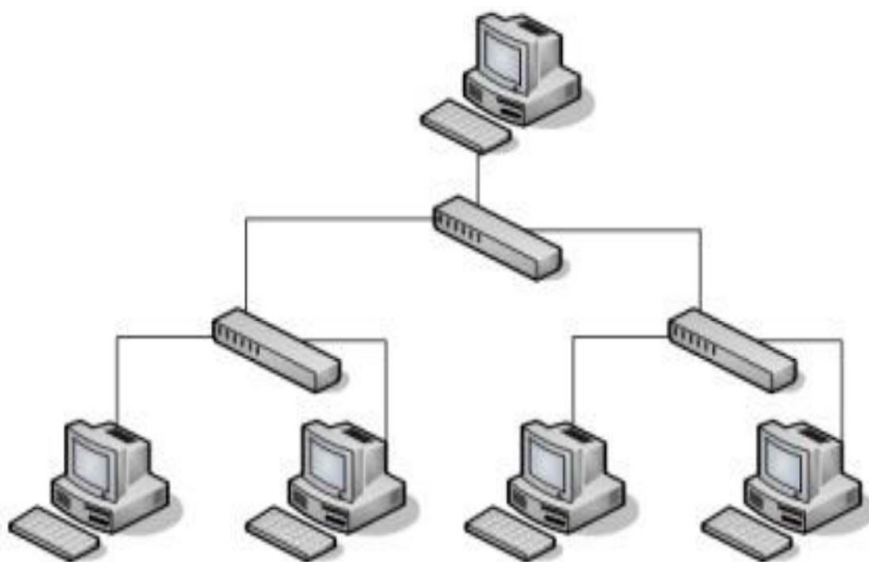


Рис. 3.12. Деревоподібна побудова мережі



Рис. 3.13. Конфігурація типу "Зірка"

**Визначення розміру не стиснутого кадру.** Розмір нестисненого кадру - це добуток ширини і висоти зображення в пікселях помножений на глибину кольору. Розмір кадру не залежить від того, що зображено в кадрі, тобто розмір файлу без стиснення буде однаковий для будь-якого зображення.

Для відеокамер з роздільною здатністю  $2688 \times 1520$  отримаємо 4085760 пікселів.

Глибина кольору задається кількістю бітів, що використовуються для кодування кольору точки. Для кодування чорно-білого зображення використовується 1 біт ( $2^1 = 2$  кольори), для 16 кольорів - 4 біти ( $2^4 = 16$  кольорів), для 256 кольорів - 8 біт ( $2^8 = 256$  кольорів), для 16 мільйонів кольорів - 24 біти ( $2^8 = 256$  різних варіантів представлення кольору для кожного каналу ( $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$  кольорів)).

Сучасні IP відеокамери відображають зображення з глибиною 24 біта.

Таким чином, отримуємо наступний розмір нестисненого зображення:

$$4085760 \cdot 24 = 98058240 \text{ біта}$$

1 байт = 8 біт, тоді отримуємо:

$$98058240 / 8 = 12257280 \text{ байт}$$

1 кілобайт = 1024 байти. У підсумку отримуємо, що наше зображення з роздільною здатністю 2048×1536 пікселів у нестислому вигляді важить:

$$12257280 / 1024 = 11970 \text{ кбайт}$$

Для відеокамер з великою роздільною здатністю 3840×2160 отримаємо 8294400 пікселів.

Глибина кольору для цієї відеокамери також дорівнює 24 біти

Розраховуємо розмір нестисненого зображення:

$$8294400 \cdot 24 = 199065600 \text{ біти}$$

У підсумку отримуємо, що наше зображення з роздільною здатністю 3840×2160 пікселів у нестислому вигляді важить:

$$24883200 / 1024 = 24300 \text{ кбайт}$$

**Вибір кодека для стиснення кадру.** Потрібно вибрати кодек і ступінь його стиснення. Різні кодеки мають різний ступінь стиснення інформації вихідного файлу. Основні кодеки, що застосовуються в системах відеоспостереження: H.264, MJPEG, MPEG4, Motion Wavelet, JPEG2000, MxPEG.

Вибір кодер-декодера потокового (H.264) або проміжок часу (MJPEG) стиснення визначено проблемами, що стоять перед відеокамерою, і потребою докладного розгляду записаного архіву.

Під час встановлення відеокамери на станціях, в аеропортах, казино та інших місцях, де швидкість зміни висока, використовувати H.264 недоцільно.

Швидкість потоку для кодер-декодера MJPEG може збільшити у випадках, коли інтенсивність руху до того, як відеокамера може по суті збільшитися, наприклад, на підземних станціях у годинах пік, на 15-20 %, і для H.264 - удвічі. У зв'язку з цим було вирішено використовувати кодер-декодер MJPEG.



Недолік MJPEG - нижчий фактор стиснення порівняно з кодер-декодерами, які виконують стиснення послідовності зображень (H.264, MPEG4, Невелика хвиля Руху, MxPEG) і блокова конструкція даних, що означає зображення, що нищівне на квадратах 8×8 пікселів.

Стосовно MJPEG ступінь стиснення відео від 1:15 до 1:25 призводить лише до невеликої втрати роздільної здатності.

Отримуємо розмір стисненого кадру для роздільної здатності 3840×2160.

### **3.5. Моделювання на основі програми IP Video System Design Tool 8**

За допомогою інструменту IP Video System Design Tool 8 ви можете:

- підвищити ефективність своєї системи безпеки, одночасно знижуючи витрати на пошук найкращих місць у камерах;
- розрахуйте точну фокусну відстань об'єктива камери, кути огляду та щільність пікселів (PPM/PPF) у секундах;
- перевірте зони ідентифікації, спостереження, виявлення та моніторингу кожної камери на вашому сайті;
- мінімізуйте мертві зони, щоб підвищити рівень безпеки ваших приміщень за допомогою 2D і 3D-моделювання;
- отримайте оцінки необхідної пропускної спроможності мережі та обчисліть необхідний простір для зберігання відеоархівів на HDD /SSD;
- завантажте план сайту або план поверху з файлів JPEG, PNG, PDF, TIFF. Імпорт креслень AutoCAD DWG (Pro);
- роздрукуйте або експортуйте проєкт у PDF. Скопіюйте ваші розрахунки, креслення і 3D-макети в MS Word, Excel, Visio або інше програмне забезпечення, щоб створити чудову проєктну документацію;

Тільки за допомогою IP Video System Design Tool ви можете розрахувати, як пропускну здатність мережі, так і простір для зберігання для 15 роздільних здатностей камери і кілька методів стиснення, включно з H.264, MPEG-4 і Motion JPEG. Ін-

струмент розробки IP-відеосистеми дає змогу розробнику системи знаходити оптимальні FPS і стиснення, які адаптуються до можливостей LAN і обчислюють необхідний простір для зберігання на HDD /SSD. Оцінки розміру кадру засновані на результатах наших власних досліджень стиснення, завдяки великим знанням алгоритмів стиснення і широкому спектру реальних експериментальних даних CCTV.

IP Video System Design Tool містить калькулятор поля зору, фокусну відстань об'єктива, камери відеоспостереження та калькулятори пропускної здатності, калькулятор щільності пікселів і роздільної здатності, а також багато інших інструментів CCTV, щоб ви могли швидко та легко створювати систему відеоспостереження.

Реалістичні 3D-моделі допомагають створювати візуально привабливі проекти та проекти відеоспостереження, які виділяються.

Функція імпорту користувацьких 3D-моделей (версія Pro) дає змогу імпортувати безплатні 3D-моделі з Google 3D Warehouse та з іншого програмного забезпечення 3D, що підтримує відкритий формат Collada.

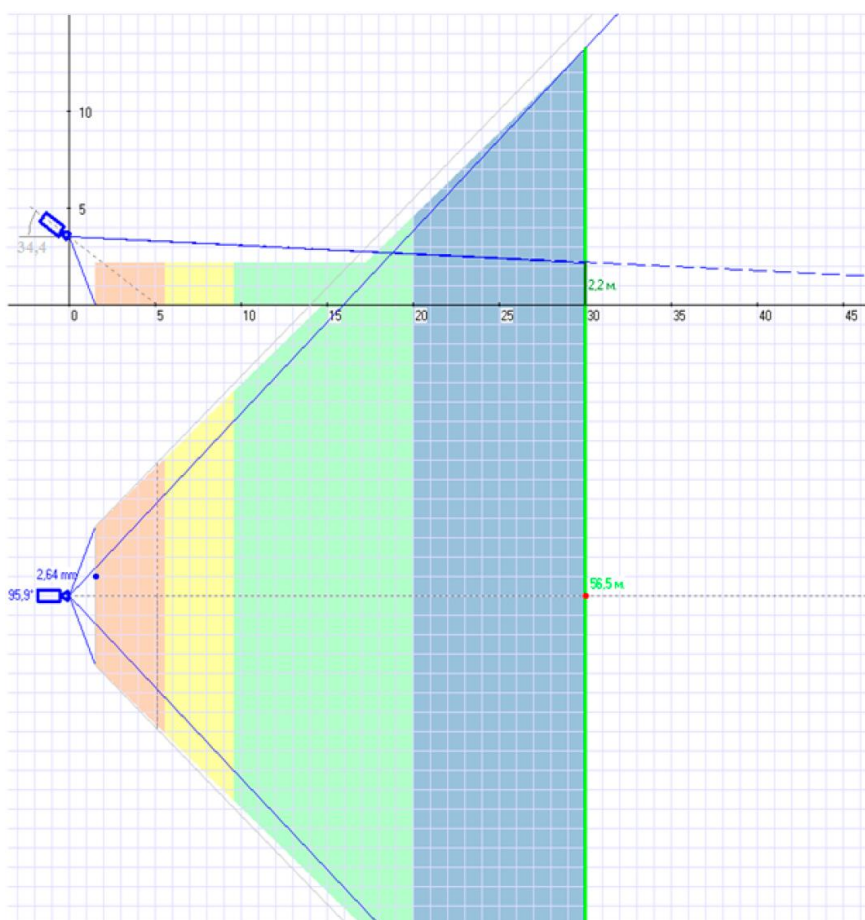


Рис. 3.14. Вікно креслення встановлення камери відеокамери

Вибір місць розташування відеокамер здійснюється на двовимірній поверхні плану об'єкта. Програма одночасно виконує побудову зони видимості для камери і колірну градацію зі ступенем виявлення. Це дасть змогу точно розрахувати параметри, необхідні для правильної побудови системи охорони. Покаже мінуси і помилки, які могли бути не враховані.

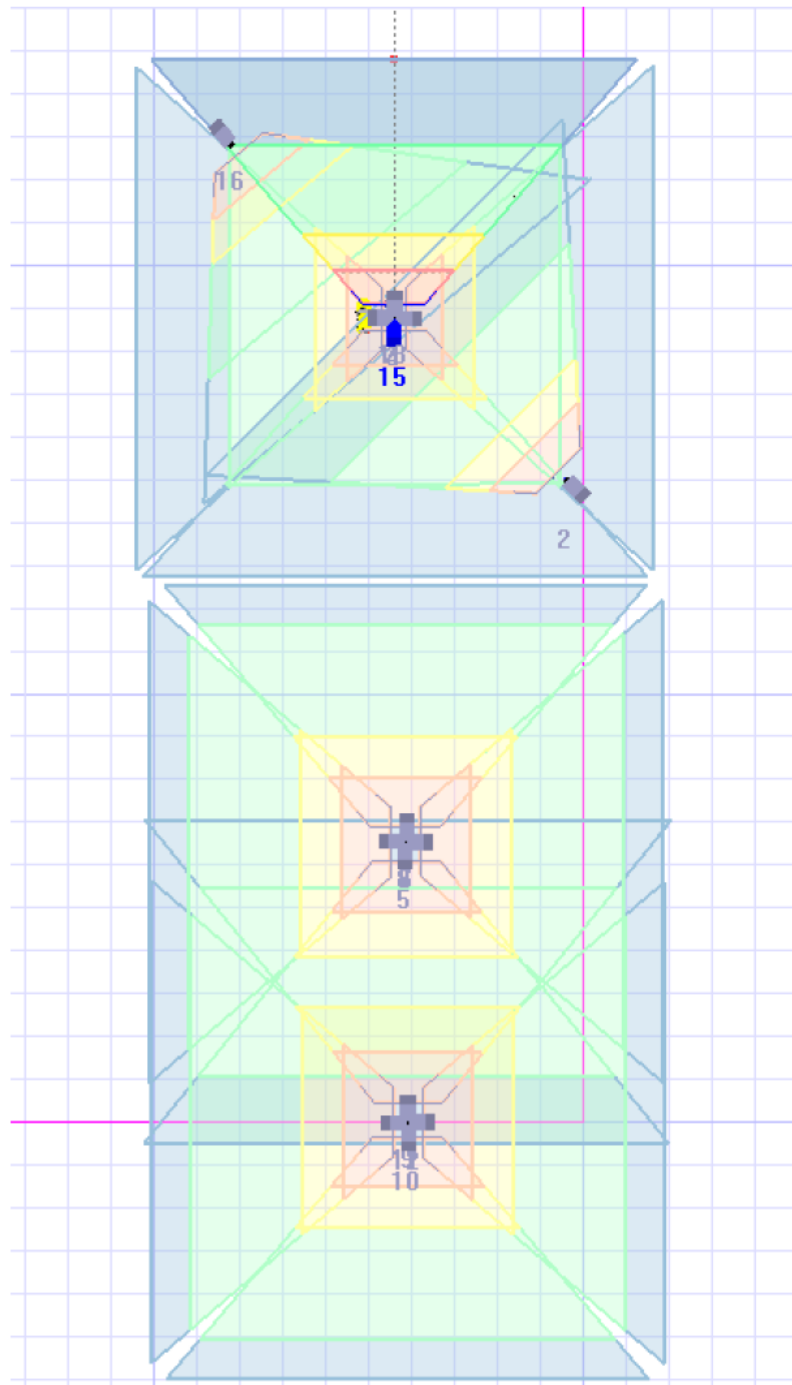


Рис. 3.15 Місця розташування камер моніторингу території та зони їхнього огляду

З рис. 3.15 видно, що за такого розташування відеокамер досягається повний огляд території та можливість розпізнавання об'єктів.

Так само програма дає змогу переглянути попередній огляд із відеокамер, для ефективнішого і зручнішого розташування камер, що, зі свого боку, впливає на моніторинг зони огляду.

### **3.6. Розрахунок ємності жорстких дисків відео архіву за допомогою програми**

Щоб визначити загальну ємність дисків, необхідно ввести параметри камери, як-от роздільну здатність камери, тип кодека (формат стиснення), необхідну якість запису, кількість камер і терміни зберігання архіву. Для розрахунків використовувались дані з підрозділу №3.4 кваліфікаційної роботи.

По завершенню розрахунку ми отримуємо загальну кількість кадрів на секунду 275, сумарний обсяг архіву приблизно 200 Тб. Таким чином ми можемо заздалегідь визначитися з параметрами необхідного обладнання.

## ВИСНОВКИ

Добре продумана охоронна система є запорукою безпеки та збереження особливо важливих об'єктів. У кваліфікаційній роботі було розглянуто принцип функціонування мережевої системи безпеки, її особливості та якість роботи порівняно з іншими системами. Також було вивчено проблеми, які могли б виникнути під час розроблення або під час роботи системи, та їхні рішення. Проведено короткий огляд по обладнанню, необхідного для створення даної системи відеоспостереження. При створенні системи відеоспостереження було враховано безліч чинників, що впливають на правильну роботу системи, і умови, які впливали на вибране обладнання.

Проведено розрахунок основних параметрів, потрібних для ефективної роботи системи. До основних розрахунків належать:

- кількість відеокамер;
- кути огляду купольних камер;
- кути огляду камер для ідентифікації;
- сліпа зона;
- загальний обсяг даних.

Наведено паспорти кожного обладнання з їхніми характеристиками.

У результаті для роботи системи використовується 10 камер, з них 6 купольних і 4 вуличних. Для купольних камер кути огляду по вертикалі і горизонталі дорівнювали 43 і 46 градусів відповідно, а довжина мертвої зони становила 1,2 метра. Для вуличних камер кути огляду становили 28 і 48 градусів відповідно, а сліпа зона становила 2,3 метра.

Загальний потік від усіх камер дорівнював 897,84 Мбіт/с. Цього вистачає для роботи системи, оскільки мережа була побудована на кабелі витой пари UTP CAT 6, верхня гранична швидкість, яку може забезпечити кабель, дорівнює 1000 Мбіт/с.

Загальний обсяг архівованих даних склав приблизно 200 Тб, що дало змогу заздалегідь визначитися з пристроєм збереження даних.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. H. Turtiainen, A. Costin, T. Hämäläinen, T. Lahtinen and L. Sintonen, "CCTV-FullyAware: toward end-to-end feasible privacy-enhancing and CCTV forensics applications," 2022 IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), Wuhan, China, 2022, pp. 1227-1234.
2. S. F. Ifedola et al., "Design And Installation Of Wired Closed-Circuit Television (CCTV)," 2022 International Conference on Emerging Trends in Engineering and Medical Sciences (ICETEMS), Nagpur, India, 2022, pp. 216-219.
3. M. R. Bintang, K. Rossa Sungkono and R. Sarno, "Time and Cost Optimization in Feasibility Test of CCTV Project using CPM and PERT," 2019 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), Yogyakarta, Indonesia, 2019, pp. 678-683.
4. S. S. Ankad, B. Shivaprasad Raj, A. Nasreen, S. Mathur, P. Ramakanth Kumar and K. Sreelakshmi, "Object Size Measurement from CCTV footage using deep learning," 2021 IEEE International Conference on Computation System and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS), Bangalore, India, 2021, pp. 1-5.
5. Chawdhary, S. Kumari, A. Bhavsar and R. Verma, "No Reference Evaluation in Super-Resolution for CCTV Footage," 2018 IEEE 13th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS), Rupnagar, India, 2018, pp. 107-112.
6. J. K. Park, K. S. Han and S. Y. Yun, "Intensity classification background model based on the tracing scheme for deep learning based CCTV pedestrian detection," 2018 IEEE 9th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies (ICMIMT), Cape Town, South Africa, 2018, pp. 224-228.

7. M. Basit, M. Khalil, M. Khan and M. A. Murtaza, "A Luminous-free Remote Surveillance System with Inherent Video Overlay and IP Encoder," 2020 IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech), Santa Ana, CA, USA, 2020, pp. 1-5.
8. V. Baliar, O. Mazurkiewicz and A. Hryshchenko, "Immunity Estimation of Abandoned Object Detection Video System to Environmental Impact," 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 605-608.
9. C. -C. Kao, Y. -C. Lai, J. Pei, C. -W. Chang, F. -H. Kuo and J. -Y. Shun, "Intelligent Management System: Deep Convolutional Neural Networks for Automatic Attribute Recognition in IP Surveillance Networks," 2020 21st Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS), Daegu, Korea (South), 2020, pp. 397-400.
10. R. Ebrahimi, A. R. NaghshNilchi, A. H. Monadjemi and M. SaeidEhsani, "IoT based smart surveillance monitoring by using model-based human action recognition design," 2021 5th International Conference on Internet of Things and Applications (IoT), Isfahan, Iran, 2021, pp. 1-6.
11. D. Aklamati, B. Abdus-Shakur and T. Kacem, "Security Analysis of AWS-based Video Surveillance Systems," 2021 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET), Istanbul, Turkey, 2021, pp. 1-6.
12. X. Pan, H. Hu, J. Xu and M. Li, "Research on Video Surveillance Robot Based on SSH Reverse Tunnel Technology," 2020 3rd International Conference on Advanced Electronic Materials, Computers and Software Engineering (AEMCSE), Shenzhen, China, 2020, pp. 298-302.
13. T. Ayuningsih, A. Suhendar and S. Suyanto, "Feasibility Study of Artificial Intelligence Technology for Home Video Surveillance System," 2022 1st International Conference on Information System & Information Technology (ICISIT), Yogyakarta, Indonesia, 2022, pp. 210-215.

- 14.P. Guruvareddiar and P. Prasad, "Artificial Intelligence Based Region of Interest Enhanced Video Compression," 2020 Data Compression Conference (DCC), Snowbird, UT, USA, 2020, pp. 373-373.
- 15.S. Bhavikatti and R. M. Banakar, "Memory Optimization of Motion Compensation in MPEG-2 to H.264 Transcoder," 2021 6th International Conference for Convergence in Technology (I2CT), Maharashtra, India, 2021, pp. 1-7.
- 16.S. N and K. K, "Learning Assisted Macro Block Selection for IPCM Mode Steganography in H.264 Videos," 2022 IEEE International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics (ICDCECE), Ballari, India, 2022, pp. 1-6.
- 17.M. Tiawongsuwan, L. Lanante, M. Kurosaki and H. Ochi, "A Study On the Quality Improvement Effects of Using STBC with H.264/SVC Video Transmission," 2021 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS), Hualien City, Taiwan, 2021, pp. 1-2.
- 18.S. -H. Nam, J. Park, D. Kim, I. -J. Yu, T. -Y. Kim and H. -K. Lee, "Two-Stream Network for Detecting Double Compression of H.264 Videos," 2019 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Taipei, Taiwan, 2019, pp. 111-115.
- 19.M. Uhrina, J. Bienik and T. Mizdos, "QoE on H.264 and H.265: Crowdsourcing versus Laboratory Testing," 2020 30th International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA), Bratislava, Slovakia, 2020, pp. 1-6.
- 20.V. Lachner, K. Schaar and R. Zimmermann, "CSM In Motion Vector Steganalysis: The Effect of Coders on Motion Vectors in H.264 Video Encoding," ICASSP 2023 - 2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Rhodes Island, Greece, 2023, pp. 1-5.
- 21.L. Neto, M. Correa, D. Palomino, L. Agostini and G. Correa, "Exploring Operation Sharing in Directional Intra Frame Prediction of AV1 Video



- Coding," 2021 IEEE 12th Latin America Symposium on Circuits and System (LASCAS), Arequipa, Peru, 2021, pp. 1-4.
- 22.N. Zhar, M. A. Ali, M. Eleuldj and A. Raji, "VIP DESIGN: Graphical language for image and video processing embedded systems design," 2018 IEEE International Conference on Complex Systems (ICCS), Agadir, Morocco, 2018, pp. 1-6.
- 23.J. Pfaff et al., "Video Compression Using Generalized Binary Partitioning, Trellis Coded Quantization, Perceptually Optimized Encoding, and Advanced Prediction and Transform Coding," in IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 30, no. 5, pp. 1281-1295.