

Міністерство освіти і науки України
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

КОКІТКО Руслана Іванівна

**ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ
ТОРГОВОГО ПРИМІЩЕННЯ / OPTIMIZATION OF THE
AUTOMATED SECURITY SYSTEM FOR RETAIL SPACE**

спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

магістерська програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

Магістерська робота

Виконав студент групи АКІТм-21

Р.І. Кокітко

Науковий керівник:

д.т.н., доцент Н.Я. Возна

Магістерську роботу допущено до захисту:

" ____ " _____ 20 ____ р.

Завідувач кафедри

_____ А.І. Сегін

Тернопіль 2022

Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем
Освітній ступінь "магістр"

спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри СКС

А.І.Сегін

“ _____ ” _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

КОКІТКО Руслана Іванівна
(прізвище, ім'я по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

___ Оптимізація автоматизованої системи охорони торгового приміщення /
Optimization of the automated security system for retail space. _____

___ керівник роботи _____ д.т.н., доцент Н.Я. Возна _____
затверджені наказом по університету від 31 грудня 2021 р. № 606 _____

2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи
16 листопада 2022р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

- ___ 1. Автоматизовані системи охорони торгових закладів. _____
___ 2. Принципи побудови автоматизованих систем безпеки. _____
___ 3. Характеристики охоронних систем відеоспостереження. _____
___ 4. Елементи систем відеомоніторингу. _____

4. Основні питання, які потрібно розробити

- ___ 1. Дослідження систем управління безпекою об'єктів торгівлі. _____
___ 2. Проектування автоматизованої системи охорони торгового приміщення
___ 3. Оптимізація автоматизованої системи охорони торгового приміщення. _

5. Перелік графічного матеріалу у роботі

- ___ 1. Схема структурна. _____
___ 2. Схема функціональна. _____
___ 3. Схема розміщення обладнання. _____
___ 4. Схема підключення обладнання. _____

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада	Підпис, дата
--------	------------------------------	--------------

	консультанта	Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2021р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Дослідження систем управління безпекою об'єктів торгівлі	12.2021р. – 02.2022р.	
2	Проектування автоматизованої системи охорони торгового приміщення	03.2022р. – 06.2022р.	
3	Оптимізація автоматизованої системи охорони торгового приміщення	07.2022р. – 11.2022р.	

Студент

_____ (підпис)

Р.І. Кокітко

Керівник роботи

_____ (підпис)

д.т.н., доцент Н.Я. Возна

РЕФЕРАТ

Робота виконана на 86 сторінках та містить 61 рисунок, 1 таблиці, 3 додатки, 36 джерел за переліком посилань.

Мета кваліфікаційної роботи. Дослідження шляхів оптимізації автоматизованої системи охорони торгового приміщення.

Результати роботи. Спроектовано автоматизовану систему, що дозволяє реалізувати повний контроль та запобігти максимальній кількості загроз для приміщень. Розроблено структурну та функціональну схему системи. Обгрунтовано вибір комплексу охоронного обладнання, що виконує функції забезпечення постійного контролю та моніторингу за контрольованою зоною об'єкта.

Рекомендації по використанню результатів роботи. Реалізовано автоматизовану систему відеомоніторингу торгових приміщень, що може бути використана для охорони територіально-розподілених об'єктів та інтегрована у комплексні системи управління безпекою.

Ключові слова: АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, ОХОРОНА, ОБ'ЄКТ ТОРГІВЛІ, ВІДЕОМОНІТОРИНГ.

ABSTRACT

Work is executed on 86 pages and including 61 illustrations, 1 tables, 3 additions, 36 sources after the list of references.

The purpose of the qualification work. Research of ways to optimize the automated system of protection of the trading premises.

Research results. An automated system has been designed that allows you to implement full control and prevent the maximum number of threats to trading premises. The structural and functional scheme of the system has been developed. The choice of a complex of security equipment, which performs the functions of ensuring constant control and monitoring of the controlled area of the object, is justified..

Recommendations for the use of work results: An automated system of video monitoring of commercial premises is proposed, which can be used for the protection of territorially distributed objects and integrated into complex security management systems.

Keywords: AUTOMATED SYSTEM, PROTECTION, OBJECT OF TRADE, VIDEO MONITORING.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
1. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ОБ'ЄКТІВ ТОРГІВЛІ	11
1.1 Організація системи охорони торгових закладів	11
1.1.1 Комплексна система безпеки торговельного об'єкту	11
1.1.2 Принципи побудови автоматизованих систем безпеки	16
1.2 Характеристики охоронних систем відеоспостереження	19
1.3 Аналіз елементів систем відеомоніторингу	23
1.3.1 Пристрої отримання зображення	23
1.3.2 Пристрої обробки відеосигналів	26
1.3.6 Пристрої реалізації функцій охорони	28
1.4 Визначення вимог до проектованої системи.....	29
2. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ТОРГОВОГО ПРИМІЩЕННЯ	31
2.1 Обґрунтування вибору технології передачі відеосигналів	31
2.2 Вибір способу кодування цифрових відеопотоків	33
2.3 Розробка архітектури проектованої системи	42
2.4 Розробка структури автоматизованої системи	46
2.5 Розробка схеми розташування обладнання	49
2.6 Розрахунок характеристик обладнання	55
2.7 Обґрунтування вибору обладнання системи	61
3. ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ТОРГОВОГО ПРИМІЩЕННЯ	68
3.1 Функція інтелектуального моніторингу	68
3.2 Оптимізація зберігання даних відеомоніторингу	70

3.3 Синтез системи автоматизованого регулювання	76
ВИСНОВКИ.....	81
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83
ДОДАТОК А Структурна схема	87
ДОДАТОК Б Функціональна схема	88
ДОДАТОК В Копії публікацій.....	89

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

CCD – Charge–coupled device;
CCTV – Closed circuit television;
CMOS – Complementary Metal–Oxide–Semiconductor;
CTU – Coding Tree Unit;
DVR – Digital video recorder;
HDTV – High–Definition Television;
MVP – Motion Vector Prediction;
NVR – Network video recorder;
VVC – Versatile Video Codec;
WPP – Wavefront Parallel Processing;
АС – автоматизована система;
АЦП – аналого–цифровим перетворювачем;
МСД – мережеве сховище даних;
ПЗ – програмне забезпечення;
ПЦЗ – пристрій цифрового запису;
СВС – системи відеоспостереження;
СКУД – системи контролю та управління доступом;
СОВМ – система охоронного відео моніторингу;
СУБ – система управління безпекою;
ТВЛ – телевізійні лінії;
ЦАП – цифро–аналоговим перетворювачем;
ЦОВ – центр обробки відео.

ВСТУП

Актуальність теми. Системи охорони для об'єктів торгівлі мають свої завдання та способи їх вирішення [1]. З метою організації комплексної безпеки відвідувачів та працівників супермаркету встановлюється пожежно–охоронне обладнання та тривожне сповіщення, для запобігання крадіжкам з боку відвідувачів та персоналу – антикрадіжні системи, для безперервного контролю в режимі реального часу – відеокамери з можливістю запису та перегляду інформації. Сучасні магазини і супермаркети у значній мірі схильні до небезпеки крадіжок і розкрадань [2]. Злочинні дії відбуваються не лише з боку відвідувачів, але й персоналу магазину, наприклад у торгових залах товар можуть красти злочинні відвідувачі, а на складах товарні запаси можуть розкрадатися персоналом. Без технічного обладнання для спостереження [3] та контролю неможливо повною мірою убезпечити торговельний об'єкт, простежити ці процеси і попередити їх. Саме тому проблема забезпечення безпеки магазину чи супермаркету є актуальною та потребує вирішення у вигляді сучасної автоматизованої системи охорони.

Для забезпечення безпеки майна встановлюються системи відеоспостереження (СВС) [4]. Переглядаючи записи з відеокамер, можна проконтролювати роботу персоналу і дізнатися про сторонніх осіб, які відвідали об'єкт, що охороняється. За останні роки відеоспостереження стало невід'ємною функцією системи охорони об'єкта, оскільки сучасне відеообладнання дозволяє не лише моніторити та записувати відео, а й програмувати реакцію системи безпеки у разі виникнення тривожних подій.

Наявність системи СВС не є прямим захистом торговельних майданчиків від небажаних дій, несумлінних працівників або несанкціонованого проникнення на територію. Проте такий захід стане серйозним стримуючим фактором проти злочинних елементів [5]. Вулична відеокамера зупинить біля входу хуліганів та інших маргіналів. Дрібних злодюжок зупинить відеоспостереження у приміщенні. Автоматизовані СВС

завжди нададуть достовірну інформацію про те, що відбувалося в магазині, як співробітники виконували свої обов'язки без керівника, хто і для чого довго вивчав товар. Встановлення відеоспостереження, що пов'язана з пультом центрального спостереження та групами цілодобового реагування, забезпечить економію коштів за рахунок зменшення штату фізичної охорони об'єкту.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є дослідження автоматизованих систем охорони приміщень та підвищення рівня безпеки об'єктів торгівлі. Для досягнення сформульованої мети роботи необхідно:

- провести дослідження систем забезпечення безпеки об'єктів торгівлі;
- проаналізувати принципи побудови автоматизованих систем охорони торгових приміщень;
- проаналізувати компоненти автоматизованих систем охорони;
- розробити структуру автоматизованої системи охорони торгових приміщень;
- обґрунтувати вибір технічних засобів для реалізації проекрованої системи;
- запропонувати шляхи оптимізації проекрованої системи.

Об'єкт дослідження: процес проектування автоматизованих систем охорони об'єктів.

Предметом дослідження є проєктування системи охорони торгового приміщення.

Наукова новизна одержаних результатів: Запропоновано включити до складу автоматизованої системи охорони блок інтелектуального аналізу відеоінформації, що дозволяє вести обробку накопичених даних, здійснювати оцінку ефективності роботи системи та підтримку рішень у процесі управління безпекою об'єкта, що охороняються. Запропоновано спосіб розподіленого зберігання великих масивів даних, що забезпечує оперативний доступ до відео архівів системи впродовж тривалого терміну.

Практичне значення отриманих результатів: Розроблено

децентралізовану систему охорони торгових приміщень, що характеризується низькими вимогами до каналів передачі даних та функціональною гнучкістю. Спроектвана система на основі гібридної технології передачі відеосигналів, що дозволяє використовувати відеокамери з різними параметрами та розширенням матриці, різних виробників. Проектвана система легко масштабується шляхом додавання нових компонентів, що дозволяє реалізувати її для малих, середніх та великих об'єктів торгівлі. Використання спроектованої системи дозволяє виключити безпосередню присутність людини на об'єкті охорони можливістю віддаленого моніторингу.

Апробація.

За результатами досліджень випускної кваліфікаційної роботи опубліковано тези доповідей на трьох наукових конференціях, що наведені у додатку В.

1. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ОБ'ЄКТІВ ТОРГІВЛІ

1.1 Організація системи охорони торгових закладів

На даний час спостерігається тенденція, що системи управління безпекою (СУБ) [6] для об'єктів торгівлі стали звичною справою для більшості торгових точок. Так більшість невеликих торгових точок використовують типові проекти систем безпеки, а великі супермаркети та торгові центри віддають перевагу розробці індивідуальних проектів. Розробники надають клієнтам можливість використовувати готові рішення для систем безпеки магазину, так і індивідуально розроблений проект з послугами з встановлення.

Під час організації СУБ для магазинів, супермаркетів чи торгових центрів спочатку необхідно визначити завдання, які система виконуватиме. Заклади торгівлі відносяться до таких об'єктів, де завжди є велика кількість матеріальних цінностей – товарів, а також на складах знаходиться велика кількість товарних запасів, які потребують особливої охорони та безпеки.

1.1.1 Комплексна система безпеки торговельного об'єкту

Сучасні СУБ магазинів і торгових центрів (рисунк 1.1) повинні включати наступні підсистеми [7]:

- Протикражні системи для магазинів – це сукупність протикражного контролюючого обладнання, основними елементами якого є протикражні датчики на товарі та протикражна антена на виході з торгового залу, яка реагує на попадання датчиків у область її дії. Також на касі магазину або супермаркету є деактиватори і спеціальні знімники датчиків.

- Системи відеоспостереження (СВС) – це совокупність відеообладнання, яка дозволяє забезпечити відеоконтроль та відеомоніторинг не тільки на території торгового залу магазину, а й виробляти контроль касових операцій і дій кассиров. Також такі СВС для магазинів дозволяють

здійснювати обробку відеопотоку, ідентифікувати людей, зберігати та переглядати відеоархів.

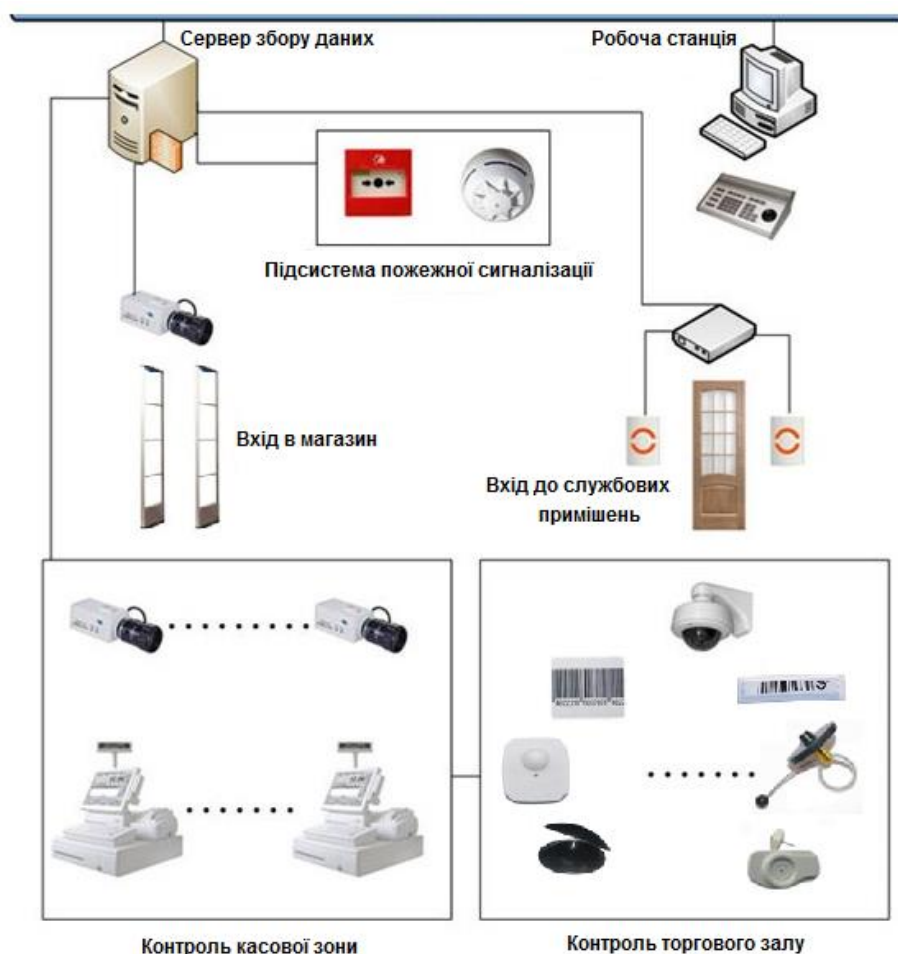


Рисунок 1.1 – Комплексна система управління безпекою об'єкту торгівлі

– Система контролю кас – це програмно–апаратне рішення для контролю касових операцій у магазині чи супермаркеті, яке дозволяє зафіксувати всі касові операції та виявити недоліки чи порушення.

– Системи захисту дорогоцінного товару – це сукупність протикрадіжного обладнання – спеціальних датчиків, що забезпечують безпеку дорогого товару, що знаходиться на стелажах у відкритому доступі.

– Охоронно–пожежна сигналізація (ОПС)– це комплекс технічних засобів для магазинів, що забезпечують своєчасне виявлення несанкціонованого доступу до охоронюваного об'єкта та пожежі і оповіщення відповідних служб або ж передачі сигналу для швидкого автоматичного пожежогасіння оперативне оповіщення про нього.

– Система моніторингу відвідувачів – це система аналізу потоків

відвідувачів, які виробляють моніторинг відвідуваності магазинів, супермаркетів, торгових центрів. Також такі системи використовуються не тільки для статистики, а й для проведення різних маркетингових досліджень на базі цих даних.

– Системи контролю та управління доступом (СКУД) – це сукупність контрольного обладнання у вигляді контролерів, лічильників, керованих замків, автоматичних шлагбаумів, які дозволяють здійснювати доступ до охоронюваного об'єкта, контролювати проходження в різні частини будівлі та службові приміщення. Такі СКУД особливо важливі для забезпечення санкціонованого доступу на склад магазинів, де зберігаються цінні товари у величезній кількості.

– Системи оповіщення та гучного зв'язку – це сукупність звукового обладнання у вигляді динаміків, гучномовців, мікрофонів та інших, які дозволяють оперативно здійснювати звукове управління евакуацією відвідувачів і персоналу з будівлі у разі пожежі або іншої екстреної ситуації. Слід зазначити, що супермаркети та торгові центри використовують системи оповіщення в щоденному режимі для рекламної інформації, повідомлення про різні акції або для створення атмосфери за допомогою музичного супроводу.

За час існування магазинів самообслуговування було винайдено безліч способів розкрадання товарів покупцями [5]. Серед них можна виділити зовнішні та внутрішні загрози. До зовнішніх відносяться загрози:

- вживання продуктів харчування, напоїв безпосередньо у самому магазині без оплати;
- розкрадання дрібного, малогабаритного товару з приховуванням у власному одязі, речах чи сумках;
- переміщення покупцем дрібного товару в упаковку з–під великого товару, і відповідно оплата лише наданого великого товару;
- підміна товару покупцем, коли останній переклеює з дешевого товару, що знаходиться в асортименті на дорожчий штрих-код;
- крадіжки з торгового залу, коли товар викрадається, з наступним

винесенням минаючи касову зону через суміжні, складські приміщення.

В магазинах, де товари знаходяться у відкритому доступі, а нестачу легко списати на шахраїв–покупців, значно зростають внутрішні загрози, розкрадання товарів з боку продавців, касирів та інших працівників [6]. При цьому крадіжки, що здійснюються персоналом супермаркетів, можна підрозділити на наступні види:

- розкрадання, які здійснюються безпосередньо персоналом;
- розкрадання, що здійснюються у змові між персоналом супермаркету та покупцями;
- злочинні групи, які організувалися безпосередньо у супермаркеті.

Для протидії таким розкраданням у магазинах використовуються різні способи боротьби. Одним із таких способів є встановлення сферичних дзеркал у торговому залі. Цей спосіб має швидше негативний ефект, ніж позитивний. Зловмисники користуються дзеркалами для того, щоб визначити, в якій частині торгового в даний момент знаходиться контролер або інший обслуговуючий персонал, а також покупці. Таким чином, злодій може вибрати найбільш зручний момент для розкрадання товару.

Ще одним способом є розстановка торгового залу контролерів у тому числі й анонімних. Це також малоефективний спосіб боротьби з крадіжками в магазині. Припустимо, ухвалено рішення про те, що для контролю торгового залу достатньо двох контролерів. Графік роботи зміна через три. Таким чином, у штат магазину має бути збільшено, щонайменше на вісім осіб. Ці вісім штатних одиниць мають отримувати заробітну плату. І вона має бути досить високою, якщо власники не хочуть, щоб ці співробітники самі почали промишляти крадіжками. У таких умовах говорити про мінімізацію втрат та скорочення витрат дуже важко.

Іншим способом є використання антикрадіжних систем, заснованих на електромагнітної, радіочастотної, радіомагнітної або акустомагнітних технологій [8–10] (рисунок 1.2)



Рисунок 1.2 – Антикравдіжні системи

Такий спосіб може захистити від непідготовлених злодіїв. Але «професіонали» всі ці технології обходять без особливих проблем, використовуючи портативні пристрої для знімання антикравдіжних міток або спеціальних сумок –«booster bags».

Найпоширеніші шахрайські дії відбуваються на касовому вузлі за змовою касир–покупець. Або касир проводить через касу лише частину покупок покупця. Можлива також імітація проведення чека через касу, коли касиром закривається штриховий код і імітується сканування. Або касир спеціально не проводить контрольне зважування вагового товару на касовому вузлі. Також користуючись тим, що іноді штрих–код не зчитується сканером, касир пробиває код товару вручну. У разі змови з покупцем у цій ситуації касир може пробити код дешевшого товару.

Не рідкістю як і є розкрадання, скоєні під час переміщення товару у торговий зал чи склад. Найчастіше викрадений товар навіть виноситься межі магазину, а споживається співробітниками всередині (у разі продовольчих товарів).

Більшості із перелічених загроз протидіяти можна за допомогою організації автоматизованої системи охорони на основі СВС на об'єктах торгівлі. Вони потрібні для захисту від злодійкуватих відвідувачів. Але їх функції у великих магазинах не обмежуються лише моніторингом.

1.1.2 Принципи побудови автоматизованих систем безпеки

Кожне торгове підприємство унікальне, але можна виділити подібні підходи та принципи їхнього оснащення системами безпеки та класифікувати їх за видами загроз і завдань які вони розв'язують. Серед загальних рекомендацій, характерних для СВС будь-якого магазину [4–6, 12, 13], можна відзначити, що камери повинні бути добре помітні та мати досить високу роздільну здатність. Від системи в цілому вимагається хороша масштабованість, надійність та простота обслуговування.

Для невеликого магазину самообслуговування першочергове завдання – контроль якості роботи обслуговуючого персоналу, консультантів, касирів. Оперативне реагування тут неможливе, оскільки оператора у системи немає. У таких місцях завдання безпеки вирішують радіомітки та інші засоби захисту від крадіжок. Для мережевого ретейлу (речові бутіки, магазини електроніки, спортивних товарів та інші) гостро затребуване маркетингове відеоспостереження. Першочергове значення в таких системах мають довготривалий запис, віддалений доступ керуючого та служби контролю якості.

Для СВС маленького магазину необхідний комплект з 4 камер, жорсткий диск на 4 Тб та блок живлення, потужністю від 18 Вт. Розміщення камер наведено на рисунку 1.3: торговий зал, касова зона (камера + мікрофон), склад, біля входу та у кабінеті адміністратора/бухгалтера.



Рисунок 1.3 – СВС маленького магазину

Для невеликого та середнього магазину цілком підійде недорога та якісна СВС, яка однією своєю присутністю зупинить значну кількість

засіхань на товари та махінації на касах. Схема розміщення обладнання у магазині що окремо стоїть: один торговий зал, з дрібним і частково великим товаром, склад, каса наведена на рисунку 1.4. Для реалізації СВС необхідно 6 відеокамер, реєстратор на 8 каналів підключення для додаткового встановлення точок відеоспостереження у разі розширення магазину.

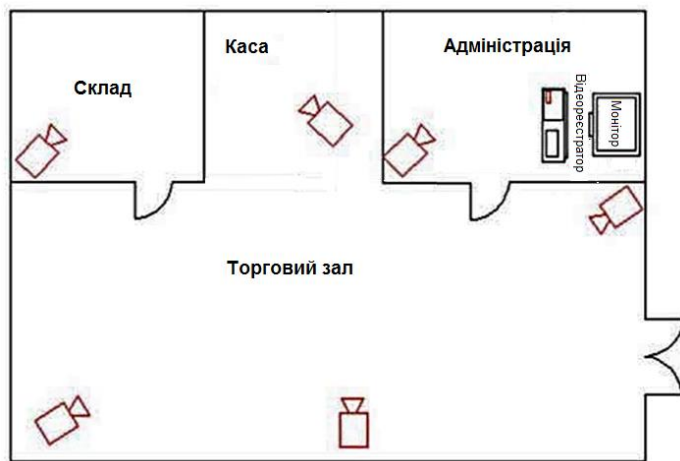


Рисунок 1.4 – СВС магазину невеликого та середнього магазину

СВС мінімаркету з 1 торговим залом із продавцямиконсультантами, 1 касою, підсобним приміщенням для зберігання товару та службовим виходом до зони приймання з під'їздом для автомобіля у залі наведена на рисунку 1.5. СВС включає 8 камер, з яких внутрішні: 4 кутові камери під стелею з широким кутом огляду, 1 в офісі, 1 на складі у напрямку зони розпакування і зберігання товару та назовнішній на вхід для клієнтів та зону вивантаження.

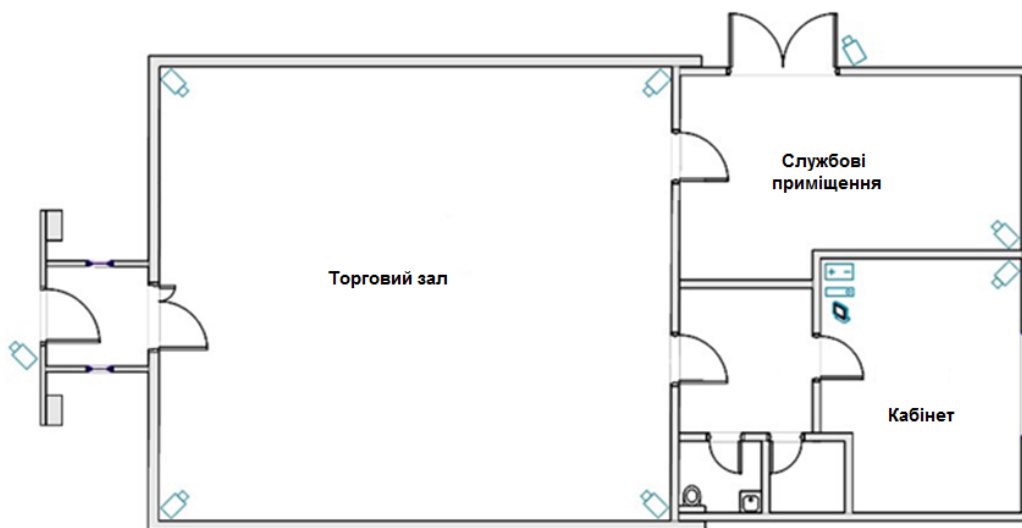


Рисунок 1.5 – СВС мінімаркету

Розрахунок обсягу жорсткого диска залежить від того, як довго має

зберігатись інформація. На зберігання зображення із 6–8 камер протягом 10–14 днів вистачить 4 Тб. При збільшенні терміну зберігання архіву чи кількості камер варто встановити пам'ять обсягом від 6–10 Тб.

Для СВС магазин великої побутової електроніки, де вага та розмір товару виключає дрібні розкрання у торговому залі, можна скористатися мінімальною кількістю 4–6 камер, 2 яких з мікрофонами для запису звуку, що розміщені (рисунок 1.6) у основному залі, на вході до магазину, складі та у касовій зоні. Додаткові камери можуть встановлюватися в офісі біля службового входу.

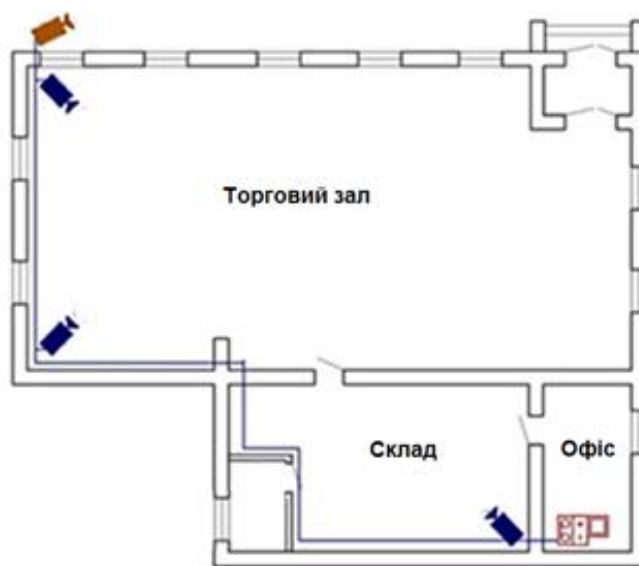


Рисунок 1.6 – СВС магазину з габаритним товаром

Для великих супермаркетів широкого профілю з десятками кас, продуктивних супермаркетів, великих магазинів будівельних матеріалів та ін. важливо оперативно припиняти порушення, забезпечити контроль території, надати операторам зручний інструмент для злагодженої роботи. Сучасні СВС дозволяють робити відеоаналіз зображення та автоматично виявляти тривожні ситуації. Оператор реагує та обробляє ці події. СВС дозволяють значно знизити навантаження з оператора та підвищити його ефективність. Один оператор здатний контролювати кілька десятків камер. Камери розміщуються (рисунок 1.7): над кожною касою, біля кожного входу для покупців, на службовий вхід, офісі бухгалтерії, адміністрації, на вуличному майданчику розвантаження/приймання товару. Об'єктиви розміщуються у

напрямку один до одного, щоб уникнути сліпих зон.

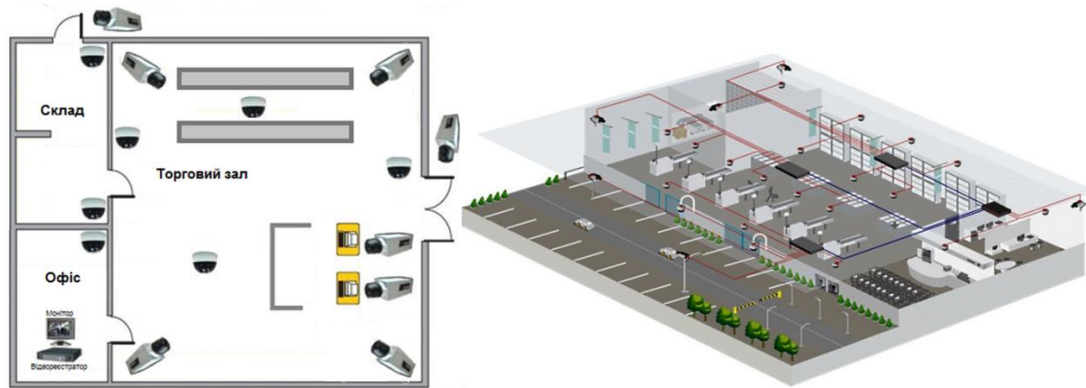


Рисунок 1.7 – СВС супермаркету

Якщо майданчиків для вантажного транспорту більше – обладнати камерами потрібно кожен, біля стелажів з товаром, не менше 1 на площу 50 м². Додаткові точки відеоспостереження потрібні за наявності сліпих зон, не охоплених оглядом жодного пристрою.

Зменшити кількість обладнання можна, виключивши із спостереження закриті для покупців вітрини. Наприклад, скляні прилавки–холодильники для продуктів, що швидко псуються, з яких товар відпускається продавцем. Розміщення додаткового обладнання залежить від індивідуального планування кожного з торговельних приміщень.

Можна навести й інші приклади, але найефективнішою системою для торгового об'єкта, є така, що враховує специфіку розташування та конфігурацію магазину, структуру служби охорони та управління, характер продукції, що реалізується, і режим роботи торговельного підприємства.

1.2 Характеристики охоронних систем відеоспостереження

«Системи відеоспостереження (ССТV – Closed Circuit TeleVision – системи замкнутого телебачення) – призначені для організації відеоспостереження на об'єктах» [13]. З 1960–х років почалася епоха аналогових СВС. З розвитком технологій удосконалювалися і радикально змінювалися принципи роботи окремих елементів, наприклад, в камерах

електронно–променеві трубки (ЕПТ) були замінені на CCD (Charge–Coupled Device) ПЗЗ–матриці, всередину пристроїв обробки були вбудовані цифрові мікропроцесори і т.д. Проте принцип роботи всієї системи залишався незмінним, тобто суто аналоговим [14]– між усіма елементами системи сигнал передавався виключно в аналоговій формі (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Аналогова система

Приблизно у другій половині 1990–х років, разом з появою цифрових реєстраторів Digital Video Recorder (DVR) з'явилися перші системи, побудовані за новим, гібридним, принципом. Принципова їх новизна полягала в тому, що вперше на окремих ділянках між елементами системи відеосигнал при передачі мав цифрову форму. Разом з широким, впровадженням в DVR вбудованого інтерфейсу для TCP/IP–з'єднання стала можлива робота гібридних СВС систем спільно з колективними цифровими мережами (рисунок 1.9). Однак ця можливість – лише додаткова опція, яка не впливає суттєво на принцип побудови системи.



Рисунок 1.9 – Гібридна система

Повністю цифрові СВС [15] (рисунок 1.10) почали з'являтися у 2005 р.

В таких СВС між усіма елементами відеосигнал передається виключно у цифровій формі.



Рисунок 1.10 – Цифрова система

Системи останнього типу отримали назву – IP-відеоспостереження [15], як елементи до них входять мережеві камери та відеореєстратори, програмно-апаратні комплекси обробки та аналізу відеосигналу, а в якості «моста» між аналоговими камерами та системою використовуються центр обробки відео (ЦОВ).

Крім перерахованих специфічних елементів IP-відеоспостереження використовує різні колективні стандартні мережеві пристрої (кабелі, роутери, маршрутизатори і т.д.) чи принципово відрізняється від аналогових і гібридних систем, які орієнтовані виключно на окремо виділені комунікації.

Сучасні мегапіксельні матриці на основі технології Complementary Metal-Oxide-Semiconductor (CMOS), що використовуються в IP-камерах, завдяки вищій роздільній здатності і вбудованому програмному забезпеченні (ПЗ) дозволяють отримати цілу низку можливостей. Вони дозволяють здійснювати позиціонування (аналогічне роботі поворотного пристрою) та збільшення зображення без застосування будь-яких механічних вузлів та трансформаторів, що підвищує швидкість та надійність роботи.

Висока роздільна здатність дозволяє зменшити кількість камер при

моніторингу об'єкту (наприклад, для контролю достатньо однієї мегапіксельної IP-камери замість двох аналогових), це економить кошти і цифровий трафік. Крім цього, перехід від черезрядкової до прогресивної розгортки може принципово покращити динамічні характеристики камер, що дуже важливо при моніторингу за рухомими об'єктами.

Разом з впровадженням IP-відеоспостереження на перший план виходить розвиток інтелектуальних програмно-апаратних комплексів, що реалізують отримання інформації від мережевих камер та повноцінний аналіз відеоконтенту.

Відеоспостереження сьогодні із статусного об'єкту перетворилося у базову систему безпеки та управління. Відеоспостереження в магазині дозволяє контролювати процес продажу товару, де б він не знаходився, а також служити джерелом достовірної інформації при вирішенні конфліктних ситуацій.

Системи на основі аналогової технології використовуються у тих випадках, коли потрібно реалізувати відеомоніторинг у не значній кількості приміщень, а інформація з камер буде записана на відео-магнітофон. Для забезпечення охорони віддалених об'єктів відеоспостереження використовують цифрові СВС, які, зазвичай є інтегрованими у комплексних системах безпеки. «Такі комплекси фіксують, записують і аналізують інформацію, що надходить від відеокамер, зчитувачів системи контролю доступу, охоронних і пожежних датчиків, а також приймають рішення щодо захисту об'єкта, що охороняється, в автономному режимі або за вказівкою оператора системи» [14].

СВС на основі цифрової технології використовуються у системах охорони на територіально-розподілених об'єктах та в комплексних системах управління безпекою компаній загалом. На сьогодні системи на основі цифрових технологій відеоспостереження витісняють аналогові системи за технічними характеристиками та функціональністю. Вартість таких систем майже наблизилася до ціни систем з аналоговою технологією.

1.3 Аналіз елементів систем відеомоніторингу

1.3.1 Пристрої отримання зображення

Функції, характеристики та комплектація СВС залежать від задач безпеки та специфіки об'єкта, що охороняється. Як правило, конфігурація такої системи включає:

- відеокамери;
- пристрої обробки відеосигналів (квадратори, мультиплексори);
- записуючі пристрої (відеомагнітофони, відеореєстратори);
- пристрої відображення інформації (монітори, відео монітори).

У великі СВС встановлюють додаткові допоміжні й керуючі пристрої, якими можуть бути: матричний комутатор, клавіатура управління відеокамерою, відеопринтер, підсилювач–розподільник, модулятор, телеметричний приймач та передавач або пристрої з охоронними функціями.

Аналогові камери (рисунок 1.11) відрізняються простотою конструкції і невисокою ціною.



Рисунок 1.11 – Зовнішній вигляд аналогової камери

Ці відеокамери являють собою оптичні пристрої, ПЗЗ–матриці яких формують відеосигнал із «світлового потоку, що проходить через об'єктив і групу лінз і потрапляє на цю матрицю» [16] (рисунок 1.12). Також є відеокамери для моніторингу, що обладнані вбудованим блоком перетворення аналогових сигналів у цифрову форму. Такі відеокамери вже можна підключати до цифрових систем відеоспостереження.

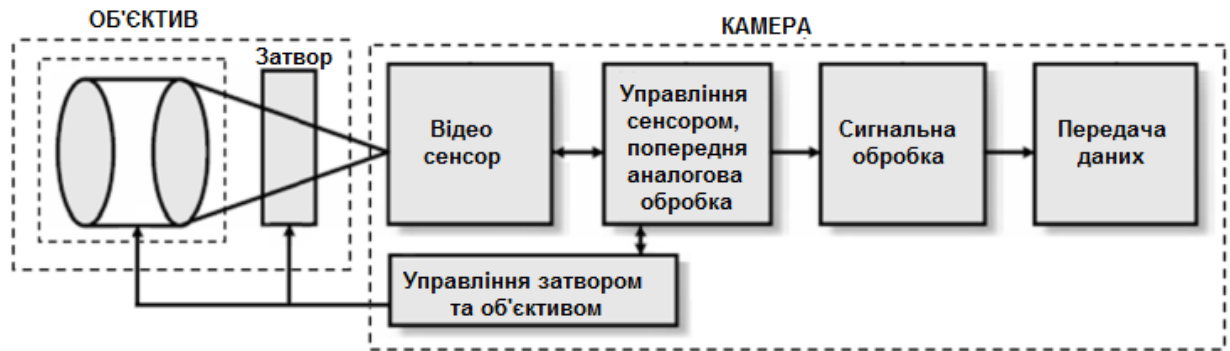


Рисунок 1.12– Будова аналогової камери

Відеокамери, залежно від завдань, що виконуються в системі відеоспостереження, поділяються на види:

- безкорпусні камери – зазвичай мають мінімальний розмір, виготовляються виробниками без корпусів тому можуть бути вмонтовані у предмети інтер'єрів приміщень, яке охороняється за допомогою СОВМ;

- мініатюрні відеокамери – як правило, невеликого розміру, виготовляються у корпусі, можливе встановлювання за допомогою кронштейнів або поворотних пристроїв;

- приховані відеокамери – виготовляються невеликих габаритів та можуть бути використані для здійснення прихованого відеомоніторингу;

- купольні відеокамери – зазвичай оснащуються швидким поворотним механізмом, за рахунок якого можуть здійснювати обертання майже на $400^\circ/\text{с}$ у горизонтальній площині та повертатися у вертикальній площині до 160° . На практиці камери монтуються до стелі і використовуються для моніторингу банківських установ, магазинів, торговельно–розважальних комплексів тощо.

- чорно–білі відеокамери є найпопулярнішим класом камер відеоспостереження, оскільки вони мають невисоку ціну і, як правило, складають основу системи відеоспостереження. залежно від призначення, чорно–білі відеокамери діляться на моделі для роботи всередині приміщення та поза приміщенням.

- кольорові відеокамери використовують у системі відеоспостереження, коли потрібно передавати на відеомонітор та записувати

на відеомагнітофон системи відеоспостереження зображення у кольорі.

Цифрові відеокамери (рисунок 1.13) мають блок стиснення, цифрової обробки сигналу, вбудований веб-браузер і формують якісніше зображення, яке можна передавати у вигляді цифрового сигналу LAN/WAN мережам системи відеоспостереження.

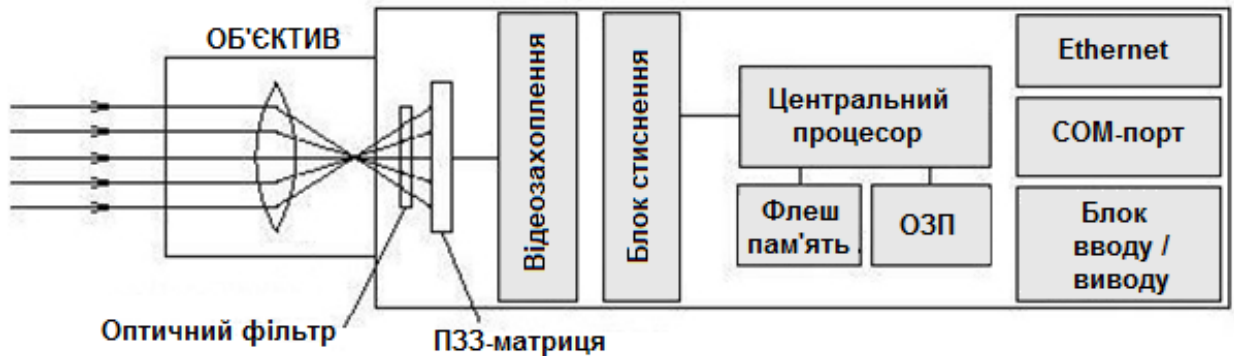


Рисунок 1.13 – Будова цифрової камери

Цифрові або мережеві відеокамери (рисунок 1.14) застосовують на невеликих об'єктах, оснащених локальними комп'ютерними мережами, а також, де потрібно створити територіально-розподілені системи відеоспостереження. Як правило, цифрові камери мають аналоговий та цифровий виходи.



Рисунок 1.14 – Зовнішній вигляд цифрової камери

Об'єктиви (рисунок 1.15) встановлюються на відеокамери з метою збільшення дальності її роботи, покращення технічних параметрів та пристосування відеокамери до конкретних умов роботи.



Рисунок 1.15 – Об'єктиви для камер відеоспостереження

Для відеомоніторингу рухомих об'єктів, як правило, використовують об'єктив у яких змінна фокусна відстань та називаються трансфокаторами. В умовах коли освітлення швидко змінюється, на практиці використовуються об'єктивами які мають автодіафрагму. Для прихованих камер прихованої СОВМ встановлюють камери з маленькими об'єктивам «Pin-Hole» [17].

Для розширення кута огляду відеокамери і стеження за об'єктами відеоспостереження, що рухаються, камери встановлюють на поворотні пристрої (рисунок 1.16).



Рисунок 1.16 – Поворотні пристрої для камер відеоспостереження

За допомогою механізмів поворотних пристроїв можна переміщувати камери в горизонтальній та вертикальній площині, що забезпечує оператору системи можливість перегляду одною камерою досить великі площі території, що охороняється.

1.3.2 Пристрої обробки відеосигналів

Пристрої обробки відеосигналів (рисунок 1.17) – це прилади, що обробляють відео зображення (мультиплексори, квадратори), які отримуються від декількох камер відеоспостереження, і передають їх у заданому форматі на монітори відеоспостереження. Залежно від типу відеокамер, що використовуються, застосовуються чорно-білі або кольорові пристрої обробки відеосигналів.



Рисунок 1.17 – Пристрої обробки відеосигналів

Квадратори – це пристрої системи відеоспостереження, що дозволяють одночасно виводити на відеомонітори зображення, що надсилаються з 2, 3 або 4 відеокамер. Відеоквадратори – це цифрові пристрої, що забезпечують виведення зображень від чотирьох відеокамер на один монітор, екран якого в цьому випадку ділиться на 4 частини (квадранти). Квадратори високої роздільної здатності забезпечують можливість роботи за одним монітором із зображенням від 4 до 8 камер. Пристрої формують їх у групи і надають можливості виводу відеоряду на екран з камер по черзі. Квадратори можуть бути двох типів: реального часу – забезпечують заміну відео у всіх квадратах одночасно, та послідовні – дозволяють змінювати відео, у кожному з квадрантів, у 4 рази нижчою швидкістю ніж номінальна частота полів.

Мультиплексори – призначені для якісного запису зображення від кількох (зазвичай 9 – 16) камер на один відеомагнітофон. Розрізняють наступні види пристроїв: симплексні – забезпечують вивід на монітор оператора відеопотоки із декількох камер одночасно, дуплексні – дозволяють переглядати та записувати відео за допомогою відеомагнітофону чи вбудованого відеореєстратора послідовно, триплексні – крім попередніх функцій забезпечують ще й перегляд раніше записаних відео фрагментів на моніторі системи.

Пристрої цифрового запису (ПЦЗ) забезпечують запис, збереження та подальше відтворення відеосигналів, які поступають як від камер, так і мультиплексора системи відеоспостереження: відеореєстратор, відеонакопичувач або відеореєстратор (рисунок 1.18).



Рисунок 1.18 – Пристрої запису для відеоспостереження

ПЦЗ здійснюють запис відео в цифровому форматі безпосередньо на жорсткий диск. Пристрої мають мережеву плату для підключення відеореєстратора до СВС по LAN/WAN мережі.

Відеомонітори СВС (рисунок 1.19) використовуються для візуалізації відеопотоків з камер системи відеосмоніторингу, зазвичай цілодобо. В залежність до вимог системи та відеокамер, що використовуються, застосовуються чорно–білі або кольорові монітори відеоспостереження.



Рисунок 1.19 – Кольорові та чорно–білі відео монітори

Мережеві комутатори (рисунок 1.20) системи відеоспостереження є електронними перемикачами, які допомагають забезпечити з'єднання вузлів та обмін даними в системі. Може забезпечувати живленням обладнання за допомогою стандартного кабелю Ethernet.



Рисунок 1.20 – Комутатори

У СВС за допомогою комутатора відеокамери підключаються до відеомоніторів, відеорекодерів чи мультиплексорів. На практиці, матричні комутатори застосовують у великих СВС від 32 камери і більше.

1.3.6 Пристрої реалізації функцій охорони

У деяких випадках СВС можуть бути інтегровані з іншими системами або включати підсистеми з охоронними функціями [18]. Багато пристроїв відеозапису мають детектор руху, а також входи та виходи тривоги для підключення зовнішніх охоронних датчиків та виконавчих механізмів. Деякі моделі, мають можливість зберігати подієве відео з вибраною роздільною

здатністю, сповіщати оператора про тривоги шляхом виведення повідомлення на екран монітора або відправки його на заздалегідь обрану електронну скриньку. До стандартних режимів запису, деякі відеореєстратори, забезпечують запис передаварійних та посаварійних кадрів із попередньо налаштованими параметрами.

Детектор руху, як правило, це програмний або апаратний модуль, основним завданням якого є виявлення об'єктів, що переміщуються у поле зору відеокамери. Детектор руху не тільки виявляє рух у полі зображення, а й визначає габарити об'єкта та швидкість його руху. Залежно від завдань СВС, детектор руху налаштовують для виявлення руху об'єктів з мінімальною кількістю помилкових спрацювань (фільтрація перешкод), визначають гнучку логіку обробки тривог (тривожний запис, інтеграція з іншим охоронним устаткуванням).

Для роботи у складі аналогово–цифрової СВС та перетворення аналогового відеосигналу з камери на цифровий формат для подальшої передачі даних (ПД) по комп'ютерній мережі або збереження інформації у цифровій формі призначений ЦОВ. До якого за допомогою цифрових входів можливе підключення зовнішніх охоронних датчиків, наприклад, контактного або інфрачервоного датчика або кінцевих перемикачів. Таким чином, оператор може налаштувати СВС на спрацювання за зовнішньою подією. За допомогою релейного виходу можна встановити виконання певних дій, наприклад подачу живлення на електромеханічний замок дверей.

Вбудований приймач телеметрії дозволяє керувати поворотним пристроєм підключеної аналогової відеокамери та зміною фокусної відстані об'єктива. Управління телеметрією дозволяє фокусувати відеокамеру на окремих деталях і спостерігати за великим простором з різних ракурсів.

1.4 Визначення вимог до проектованої системи

Під час проектування автоматизованої системи охорони торгового приміщення на основі відеомоніторингу [19], важливо правильно підібрати

обладнання, зробити проект з урахуванням усіх особливостей об'єкта та врахувати основні вимоги для всіх подібних систем. Проведений аналіз дозволив сформулювати вимоги до системи, що проектується:

1. Забезпечення візуального контролю за відвідувачами та працівниками магазину (касира з можливістю розпізнавання грошових купюр, комірника та ін.).

2. Запобігання та мінімізація ризиків крадіжки (товарів, коштів).

3. Забезпечення безпеки людей, збереження матеріальних та інтелектуальних цінностей.

4. Підвищення рівня безпеки об'єкта та користувачів, за рахунок забезпечення дистанційного спостереження за контрольними точками та своєчасного вживання контрзаходів у разі виникнення необхідності без безпосереднього контакту з порушниками чи небезпечними предметами.

5. Забезпечення своєчасного інформування операторів та інших систем охорони (системи контролю та управління доступом (СКУКД), охоронно–пожежна сигналізація (ОПС), охорона периметра та ін.) про позаштатні та небезпечні ситуації.

6. Цілодобовий візуальний контроль та моніторинг стану та подій на підконтрольній території в режимі реального часу (у тому числі за переміщенням людей, предметів та ін.).

7. Збір та зберігання даних візуального контролю до спеціалізованих архівів з можливістю їх подальшого аналізу.

8. Інші, у тому числі спеціалізовані завдання, що залежать від індивідуальних характеристик об'єкту, систем та обладнання.

2 ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ТОРГОВОГО ПРИМІЩЕННЯ

2.1 Обґрунтування вибору технології передачі відеосигналів

Швидкість передачі даних (ПД) в автоматизованій системі охоронного відео моніторингу (АСОВ) залежить від кількості підключених камер спостереження, обраного рівня якості відео та способів підключення до мережі. Суттєвий вплив на параметр ПД має алгоритм стиснення. Наприклад, MPEG-4 або Wavelet дозволяють передавати високоякісне зображення навіть низькошвидкісними мережами, тоді як JPEG пред'являє досить високі вимоги до пропускної смуги каналу.

Залежно від процесу обробки відеопотоків вони можуть бути [13–15]:

- аналогові;
- цифрові;
- гібридні.

Гібридні системи складаються з цифрових відеореєстраторів та аналогових відеокамер. Аналогові та IP камери використовують аналоговий формувач зображення CCD матрицю або CMOS. Всі аналогові камери використовують матрицю CCD, камери IP можуть використовувати CCD і CMOS матриці. Аналоговий сигнал від матриці перетворюється аналого–цифровим перетворювачем (АЦП) у цифрову форму і далі обробляється вбудованим процесором Demand Side Platform (DSP).

У IP камерах зображення від матриці стискається, перекодовується і за допомогою протоколу IP передається в мережу, зберігаючи архів відеозапису в камері або на NVR (Network Video Recorder). У аналогових – зображення перетворюється в аналогове за допомогою цифро–аналогового перетворювача (ЦАП) і передається до DVR, який кодує та зберігає відеопотік. На виході з IP–камери отримується цифровий сигнал, який буде передаватися по витій парі, а з аналогової камери – аналоговий, для передачі якого потрібен коаксіальний кабель.

Переваги аналогових систем:

- термін служби;
- якість зображення за будь-якого освітлення та зйомки у русі;
- за рахунок стиснення відео на віддалених DVR більше апаратних та програмних ресурсів, що дозволяє забезпечити збільшену якість відео та частоту кадрів;
- вартість;
- можливість перегляду відео в реальному часі без затримок;
- практично не обмежена пропускна здатність;
- аналоговий трафік не схильний до мережевих проблем;
- аналогові СВС мають фізичні підключення, тобто не вимагають ніякого обслуговування;
- аналогова СВС обмежується відмовами окремих камер або окремих пристроїв у точці концентрації, що у свою чергу не може викликати суттєву відмову системи;
- інфраструктура невразлива до вірусів та інших видів хакерських атак, за винятком DVR.

Недоліками аналогових систем є:

- відсутні стандарти якості вище PAL чи NTSC;
- аналоговим мережам властиві аналогові перешкоди, викликані електромагнітними полями від високовольтних приладів, ліній ЛЕП та ін;
- аналогові камери не є керованими пристроями.

Переваги цифрових СВС можна віднести те, що:

- вони більш гнучкі із зберіганням, переглядом та обробкою даних;
- можуть отримати відео високої чіткості, мегапіксельних зображень;
- забезпечують можливість використовувати існуючу кабельну інфраструктуру локальної мережі;
- забезпечується передача живлення камери через мережу, що спрощує монтаж та витрати на кабель;
- IP відеотрафік може бути зашифрований мережевими захисними протоколами;

- гнучкість системи та можливість інтеграції з безпроводною мережею;
- розширення IP системи мало обмежене і визначається лише пропускною здатністю локальної мережі.

Недоліками IP– СВС є:

- низька світлочутливість та спотворення відео зазвичай властиве IP камер на базі CMOS;
- камери обмежені у виборі кодека, тому вибираючи його потрібно обирати між частотою кадрів і якістю;
- ніколи не отримується зображення реального часу у вищій якості, воно завжди буде із затримкою;
- відмова мережі призведе до втрати реального часу відео, що призведе і до відсутності записів на сервері;
- мережа може бути заражена вірусами або іншими шкідливим ПЗ, що, у свою чергу, може привести до неминучої відмови всієї системи;
- потреба у безперервному кваліфікованому обслуговуванні.

Обидва типи СВС мають свої переваги та недоліки. При реалізації одночасного доступу до системи великої кількості користувачів краще використовувати цифрову технологію. Для здійснення моніторингу в реальному часі краще застосовувати аналогове CCTV.

В результаті проведеного аналізу для проектування автоматизованої системи охорони торгових приміщень обрано гідридну технологію, оскільки у великих проектах така система буде впроваджуватися набагато швидше, технічне рішення забезпечить функціональну гнучкість.

2.2 Вибір способу кодування цифрових відеопотоків

На сьогоднішній день усі сучасні СВС так чи інакше є цифровими, тобто в кінцевому результаті інформація завжди представлена у цифровій формі. У зв'язку з цим для більш ефективного зберігання та ПД за допомогою комп'ютерної мережі обов'язково використовується стиснення потоків відео та

відеоданих за певними алгоритмами.

Відео є послідовністю статичних зображень, що змінюються в часі. Ці зображення складаються із масиву пікселів. Масив усіх пікселів, які генеруються відеокамерою в певний час є кадром. На даний момент у СВС найпоширеніші розміри кадрів: 960×576 (WD1), 1280×720 (HD), 1920×1080 (FullHD), 2688×1520 (4Mpix) та 2560×1920 (5Mpix). Максимальною частотою кадрів у більшості випадків є 25 кадрів на секунду. Обладнання, що здатне записувати та генерувати відеопотік із частотою 25к/с, має характеристику RealTime. За такої частоти людське око сприймає динамічне зображення плавним і без смикання як у реальності.

Кількість біт інформації, що використовується для зберігання або передачі відео або аудіо контенту в одиницю часу (біт/с) називають бітрейт, що також відображає рівень стиснення потоку даних. У СВС бітрейт може бути постійним (CRB – Constant Bitrate) або змінним (Variable Bitrate). Постійний бітрейт відповідає заданим параметрам і залишається незмінним протягом усього файлу. Його головна перевага у тому, що можна передбачити розмір кінцевого файлу. При змінному бітрейті кодек вибирає його значення, виходячи з параметрів бажаної якості. Протягом кодованого відеофрагменту бітрейт може змінюватися.

Усі алгоритми стиснення [20–24], що застосовуються в СВС, ґрунтуються на технологіях із втратами. Тобто у процесі стиснення відсікається частина надмірної інформації.

Під кодуванням цифрового відеопотоку (ЦВ) в АСОВ матимемо на увазі процес стиснення ЦВ (рисунок 2.1), що полягає в потоковому аналізі одержуваної відеоінформації та автоматичному видаленні фрагментів даних, на яких не зафіксовано будь-яких змін із попереднім фрагментом або видалення області з фрагмента за тією самою ознакою, що допомагає значно зменшити обсяг відео файлу.

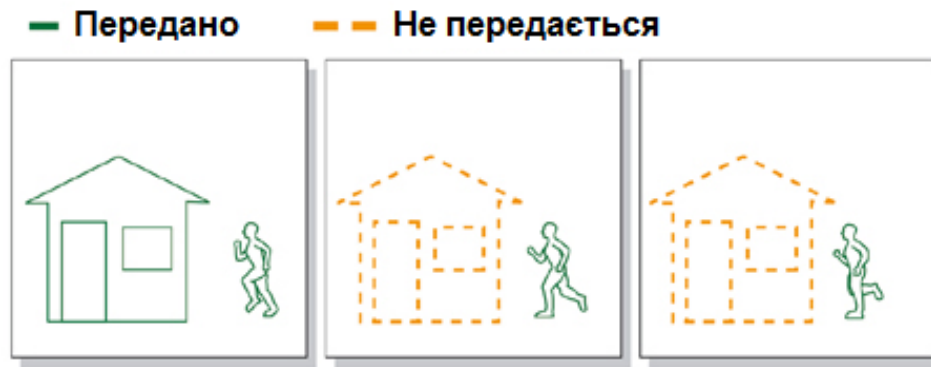


Рисунок 2.1 – Процес стиснення відео

При стисненні ЦВ враховуються:

- роздільна здатність відео;
- розмір файлу;
- спосіб передачі та завантаження відеофайлу;
- переважання статичних чи динамічних сцен;
- кольоровість;
- контрастність тощо.

На сьогоднішній день існує два види стиснення ЦВ:

- покадрове кодування
- міжкадрове кодування.

Покадрові алгоритми стиснення (рисунок 2.2 а) обробляють кожен кадр відеозапису як окреме нерухоме зображення, на зразок фотографії. Ця технологія (JPEG, JPEG–2000) дозволяє отримати відео хорошої якості, але при цьому розмір файлу зменшується незначно, оскільки при такому кодуванні зберігаються всі кадри, навіть якщо у кадрі немає жодних змін. Наприклад, з 10 або 100 однакових кадрів зберігаються всі, хоча досить 1.

Міжкадровий алгоритм стиснення (рисунок 2.2б) працює за протилежним принципом (MPEG–2/4, H.264): при обробці сигналу, аналізується все відео, але зберігаються тільки ключові зміни, наприклад, рух об'єкта, при цьому фон заднього плану і навколишня обстановка залишаються тими ж. Це дозволяє значно зменшити розмір відеофайлу в порівнянні з внутрішньокадровим стисненням.

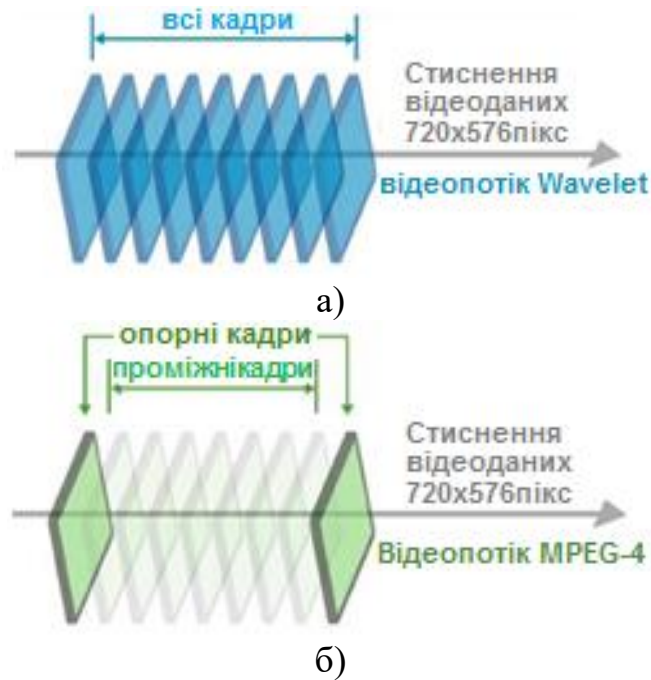


Рисунок 2.2 – Алгоритми стиснення даних

Якість та розмір відеофайлу, отриманого в результаті відеозапису, залежить від застосовуваного кодека [20]. На сьогоднішній день, основними стандартами стиснення ЦВ є наступні.

Стандарт стиснення MPEG-4 – ліцензований стандарт кодування, який використовує об'єктно-орієнтоване (міжкадрове) стиснення, тобто коли рух кожного об'єкта в кадрі відстежується окремо та на підставі цих рухів фіксується відеосигнал. Основною перевагою цього кодеку є широта налаштувань ступеня стиснення, які можна підібрати під будь-яку швидкість передачі даних. Цей формат є універсальним і використовується для перегляду потокового відео у реальному часі. Слід зазначити, що це стандарт вже застарів [23].

Стандарти стиснення H.264 та H.264+ – сучасні ліцензовані стандарти кодування, які суттєво зменшують обсяг цифрового відеофайлу [22]. Дані кодеки вносять мінімальні зміни до якості відеозображення і призначені для запису відеосигналу протягом тривалого часу, оскільки потребує невеликих пропускних здібностей мережі та місця на жорсткому диску.

Кодек H.264 є одним з інструментів для роботи в SVC, для зйомки з великою частотою кадрів та високою роздільною здатністю. Недоліком є те,

що він вимагає великої обчислювальної потужності для обладнання розпакування та перегляду відеоінформації.

H.264+ отримав деякі зміни, які ще більше підвищили ефективність роботи обладнання:

- фоновий інструмент для придушення шумів під час роботи;
- інтелектуальне кодування за моделлю передбачення фону;
- система автоматичної зміни бітрейту та регулювання.

Ліцензований стандарт H.265 пропонує значно покращене стиснення порівняно з H.264. Цей кодек стискає відео майже вдвічі краще. Тобто з H.265 відео, з однаковою візуальною якістю, займе лише половину пам'яті порівняно з 264 версією кодека, а відео з однаковим розміром файлу та швидкістю передачі бітів, має значно кращу якість.

На даний момент у системах відеоспостереження вже досить довго домінує алгоритм стиснення H.264. Компресія H.264 полягає у виключенні надлишкових даних та скороченні їх обсягу за численними алгоритмами, докладно які розглядати в цій статті ми не будемо. При налаштуванні кодування в СВС зустрічаються три основні профілі кодека H.264:

- Baseline профіль має на увазі мінімальне навантаження на процесор декодуючого пристрою при несильному стисканні. Призначений для перегляду відеокамери у локальній мережі на комп'ютері.

- Main профіль створює середнє навантаження на процесор при сильному стисканні. Цей профіль універсальний і підходить для продуктивних ПК та більшості відеореєстраторів.

- High профіль забезпечує максимальне стискування з сильним навантаженням на пристрій декодування. Бітрейт при роботі з таким профілем буде в 2–3 рази нижчим, ніж при використанні baseline профілю. При використанні відеосервера на базі процесорів Intel або AMD, на відміну від відеореєстратора, навантаження розподілятиметься на роботу всієї системи.

У H.265 використовується той самий принцип стиснення, що й у H.264. У разі використання фіксованої камери відеоспостереження фонове

зображення змінюється не часто, тому достатньо кодувати і передавати тільки зміни – об'єкти, що рухаються. Це дозволяє значно зменшити вимоги до пропускнуєї спроможності каналу та ємності зберігання.

Для прискорення обчислень у кодеку передбачено можливість паралельної обробки за рахунок підтримки розширеного набору інструкцій AVX/AVX2 для процесорів Intel/AMD. Квадратні області, на які розбивається зображення, незалежні одна від одної, отже їхня обробка може виконуватися паралельно. Крім того, H.265 підтримує хвильову паралельну обробку Wavefront Parallel Processing (WPP): своєрідне дерево прийняття рішень, що сприяє підвищенню продуктивності стискування. Проте для його реалізації необхідний набагато потужніший процесор, що є одним із його суттєвих недоліків.

Паралельне кодування, передбачене стандартом H.265, дає можливість одночасної обробки різних частин кадру, що суттєво прискорює відтворення та дає можливість повною мірою використовувати сучасні багатоядерні процесори. Крім цього, стандарт отримав технологію довільного доступу до зображення (Clean Random Access), яка дозволяє зробити декодування випадково вибраного кадру без необхідності обробки попередніх потоків зображень. Це особливо бажано, коли при моніторингу потрібно оперативно перейти на певний канал.

Можливості стандарту кодування H.265+ наступні:

- Інтелектуальне кодування. Під час роботи кодек поділяє фон та відвідувачів. Створюється модель з одного або кількох раніше створених кадрів, що дозволяє проводити свого роду прогнозування, де блоки обробки передбачаються інформацією раніше переданих блоків і того ж кадру. Таким чином, стиснення потоку здійснюється завдяки проведенню трансляції виключно динамічної частини кадру.

- Пригнічується цифровий шум. Інтегрована інтелектуальна система аналізу сприяє тому, що кодек H.265+ має можливість розрізняти рухомі об'єкти та фонові зображення таким чином, що кожен з них може бути закодований під різною стратегією кодування. Якщо фон стискається під

високим рівнем стиснення для придушення шуму, модуль кодує також візуальний шум у сцені. Це призвело до того, що вдається досягати високого рівня якості, незважаючи на невеликий розмір відеопотоку.

– Бітрейт під довгостроковим контролем. Сучасні IP-камери відеоспостереження вміють розрізняти моменти, коли на виділеній ділянці спостереження нічого не відбувається, і в цей час знижують якість, щоб зменшити навантаження на мережу та місце на жорсткому диску, зберігаючи значення бітрейту біля встановленого максимуму. Це значно заощаджує ресурси та підвищує ефективність роботи системи [24].

Перевагою H.265 або High Efficiency Video Coding (HEVC) є майже вдвічі збільшена ефективність стиснення порівняно з H.264. Тобто завдяки новому алгоритму передачі сигналу потрібно вдвічі менша пропускна здатність мережі, а зберігання вдвічі менша ємність накопичувачів. Це дозволяє використовувати програмні та апаратні засоби з набагато меншими витратами. Стандарт підтримує роздільну здатність до 35 Mpix (8192 x 4320 (8K)), оскільки максимальний розмір блоку збільшений до 4096 пікселів (у H.264 – блок 256 пікселів).

Стандарт стиснення H.266, або Versatile Video Codec (VVC), наступний стандарт MPEG. Робочий проект кодека специфікації VVC був представлений у 2020. Стандарт розроблений для реалізації двох цілей. Перша з них полягає в тому, щоб визначити технологію кодування відео з можливістю стиснення, яка суттєво перевищує можливості попередніх поколінь таких стандартів, а друга – у тому, щоб ця технологія була універсальною для ефективного використання у ширшому діапазоні застосувань, ніж ті, що розглядалися у попередніх стандартах [20].

Усі сучасні алгоритми стиснення поєднують внутрішньокадрові та міжкадрові алгоритми стиснення. При внутрішньокадровому стисканні опорні і-кадри кодуються незалежно від інших кадрів, а передбачені р-кадри використовують і-кадри та інші р-кадри (між кадрове стиснення). При міжкадровому стисненні ефективність залежить від вибору опорного кадру. Так як фон у відеоспостереженні стабільний, то його найкраще

використовувати як опорний і-кадр, тим самим підвищити ефективність стиснення нерухомих об'єктів і знизити потік даних, що припадає на опорні кадри. Інтелектуальний алгоритм передбачення вибирає опорні кадри серед тих, в яких найменше об'єктів, що рухаються.

Зазвичай рухомі об'єкти кодуються разом зі статичним тлом збереження якості. Разом із тлом кодуються і фонові шуми. У форматі H.264+ за допомогою спеціальних алгоритмів фон відокремлюється від об'єкта, що рухається, і кодується з більш високим ступенем стиснення. Така технологія дозволяє частково придушувати шуми та зменшувати бітрейт.

Під час фонового зменшення шуму бітрейт відео залежить від розміру частини фону зображення. Наприклад, при зйомці на вулиці в денний час на фон припадає дуже мала частина зображення, тому що в цей час у кадрі знаходиться велика кількість рухомих людей та автомобілів. У цьому бітрейт відчутно зростає. І навпаки, вночі бітрейт зменшується, оскільки об'єктів, що рухаються, стає набагато менше. Формат H.264+ має алгоритми відстеження інтенсивності відеопотоків та в залежності від часу доби автоматично змінює ступінь стиснення. Така технологія управління відеопотоком дозволяє не тільки зменшити обсяг відеоархіву, але й зберегти якість зображення об'єктів, що рухаються.

З використанням алгоритмів стиснення іноді на зображенні можна чітко спостерігати так звані артефакти. Наприклад, розбиття зображення на блоки 8x8 пікселів або втрату дрібних деталей зображення (розмиття).

Для того щоб вибрати оптимальний стандарт стиснення відеопотоку в SVC необхідно порівняти результати стиснення одного і того ж відеопотоку різними кодеками. У зв'язку з тим, що стандарт стиснення цифрового відеопотоку H.266 ще не отримав широкого застосування, тому розглядати його недоцільно. Також через рідкісне використання у професійних системах відеоспостереження кодеку M-JPEG в порівняльну таблицю він не включений. Кодек MPEG-4 використовується в непрофесійних системах відеоспостереження, при простих апаратних характеристиках обладнання, а також для формування кількох потоків відеосигналу (наприклад, для

передачі відео через мережу або віддалений перегляд за допомогою мобільного телефону), оскільки менш вимогливий до ресурсів системи.

Результати порівняння поширених стандартів стиснення ЦВ у АСОВ представлені в таблиці 2.1, для розрахунку необхідного об'єму дискового простору та сумарного бітрейту з використанням наступних даних:

- глибина архіву – 30 днів;
- кількість камер – 10 штук;
- тип запису для першого порівняння – постійний;
- тип запису для другого порівняння – в залежності від спрацювання датчика руху, відсоток руху на добу складає 60%;
- роздільна здатність камер відеоспостереження – 4Мрiх (2592×1520);
- швидкість запису – 25 кадрів в секунду.

Таблиця 2.1 – Результати порівняння стандартів стиснення цифрового відеопотоку

№	Критерій	H.264	H.264+	H.265	H.265+
1	Необхідний об'єм дискового простору, постійний запис, Тб	23,48	16,38	12,98	11,12
	Сумарний бітрейт, Мбіт/с	83,6	58,3	46,2	39,6
2	Необхідний об'єм дискового простору, запис залежно від руху, Тб	14,09	9,83	7,79	6,67
	Сумарний бітрейт, Мбіт/с	76	53	42	36

Наведені в таблиці 2.1, отримані розрахунковим шляхом за допомогою онлайн калькулятор необхідного об'єму дискового простору та бітрейту.

Таким чином, оптимальним стандартом стиснення відеопотоку є H.265+, оскільки при його використання необхідний обсяг дискового простору становить на 52,7% менше ніж у стандарту H.264, на 32,1% менше ніж у стандарту H.264+ і на 14,3% менше, ніж у стандарту H.265, а також значно менший канал зв'язку для ПД. Також стандарт стиснення цифрового відеопотоку H.265+ доцільно застосовувати у професійних СВС, де

використовується велика кількість відеокамер та є відеореєстратори або сервери з більшим обсягом пам'яті. Для потокового відео H.265+ кращий, оскільки має вищі рівні стиснення без видимого погіршення якості відео.

2.3 Обґрунтування вибору архітектури проектованої системи

Для проектування АСОВ використовують централізовану або децентралізовану архітектуру, що визначають вартість всієї системи на початковому етапі і протягом усього терміну служби [5, 11, 25].

Централізовані АСОВ (рисунок 2.3) складаються з аналогових або IP-камер, що передають відеосигнал в ЦОВ де відеопотоки перетворюються на формат, придатний для перегляду та запису цифрового відео за допомогою DVR або NVR.

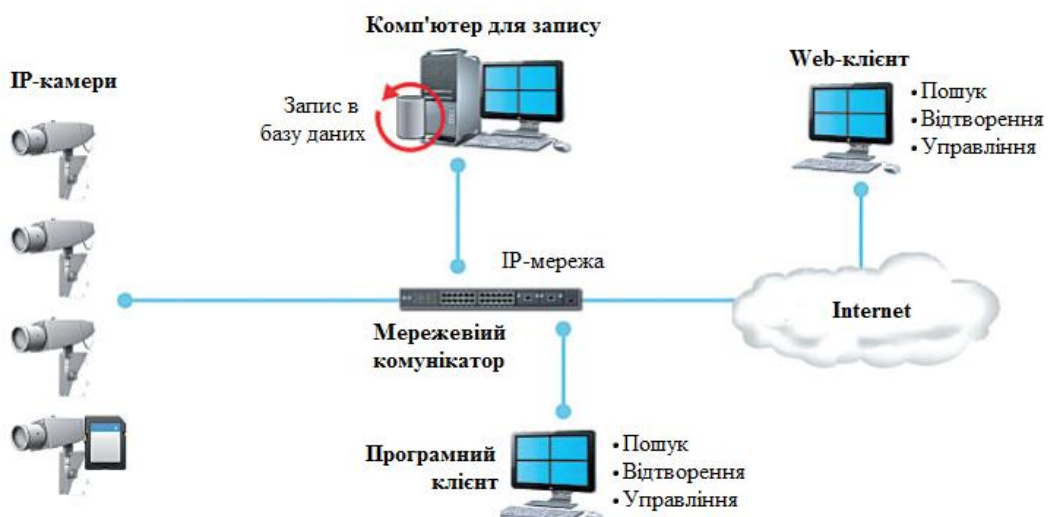


Рисунок 2.3 – Централізована АСОВ

У складі будь-якої АСОВ на основі MPEG-кодеків стиснення (MPEG-4, H.264, H.265) обов'язково передбачений ЦОВ.

Недолік такої АСОВ полягає в наступному: при записі відеосигналу з роздільною здатністю HD і вище продуктивності стандартного ПК ЦОВ буває недостатньо. Крім того, камери і ПК запису постійно використовують IP-мережу для обміну контрольними сигналами, що займає значну частину ресурсу каналу зв'язку.

На рисунку 2.4 наведений приклад реалізації АСОВ з одним сервером.

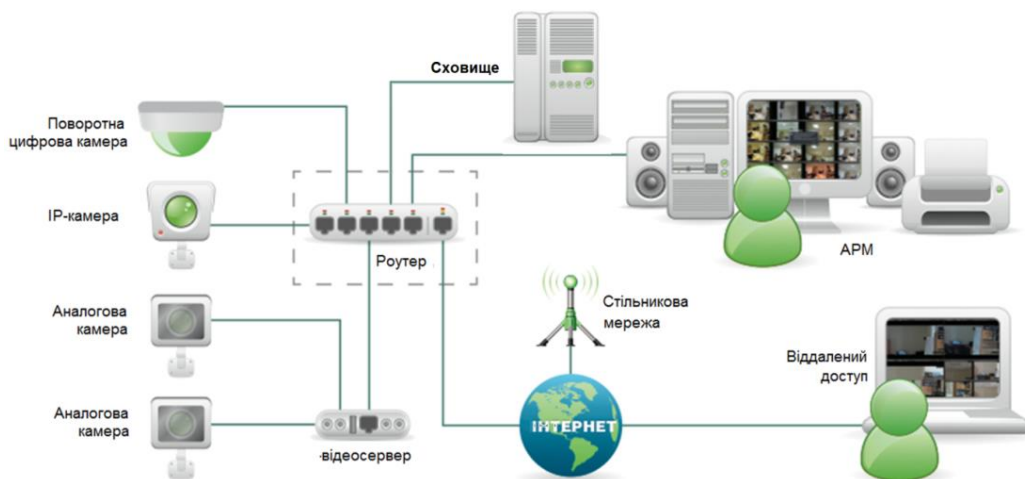


Рисунок 2.4 – Приклад АСОВ з одним ЦОВ

Наступним недоліком є те, що збій записуючого ПК, сервера або мережевого сховища через відсутність живлення або помилки ПЗ повністю паралізує роботу АСОВ. Дана проблема часто вирішується шляхом внесення надмірності: встановлюється дублюючий ПК, резервний сервер або навіть кілька серверів, що значно збільшує вартість системи (рисунок 2.5).

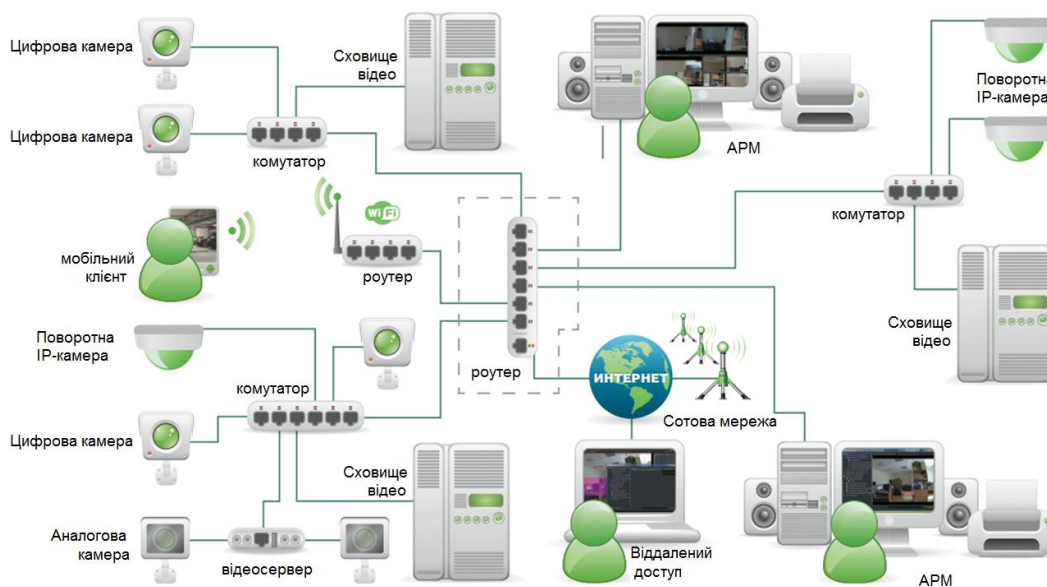


Рисунок 2.5 – Приклад мультисерверної АСОВ

З підвищенням ступеня стиснення відео різко зросло навантаження на камери, і, відповідно, виникла необхідність в потужному обладнанні ЦОВ для обробки (декомпресії) переданих камерою даних. На практиці

можливості більшості IP-камер обмежені передачею відеопотоку в ЦОВ і невеликим набором додаткових функцій, тобто вони мають практично таку ж функціональність, як і аналогові камери ССТV.

IP-камери виконують лише кодування (оцифрування та стиснення) відеосигналу, а остаточна обробка зображення відбувається в ЦОВ. Централізована архітектура не є оптимальною при передачі потокового відео з високою роздільною здатністю, так як стандартні мережі та ПК не можуть забезпечити необхідну пропускну здатність і продуктивність.

Камери для централізованих систем дешевші. Однак при записі матеріалу з мегапіксельною роздільною здатністю, що надходить від десяти і більше камер, для виконання трудомісткого декодування відеосигналу потрібні потужніші багатоядерні процесори, а це означає зростання вартості обчислювальних ресурсів.

Децентралізована архітектура АСОВ (рисунок 2.6) – це новий підхід, і полягає він у переміщенні функцій запису з ЦОВ в камеру.



Рисунок 2.6 – Архітектура децентралізованої системи

Пристрій цифрового запису (ПЦЗ) в кожній камері, як правило, відсутній у сучасних IP-камерах. Такі IP-камери забезпечені повним набором функцій NVR, що реалізуються потужним мікропроцесором, та ПЗ для управління відеосигналом. Таким чином, камери здатні безпосередньо вести запис у вбудовану пам'ять або мережеве сховище даних (МСД) і не потребують зовнішнього NVR на основі комп'ютера або сервера. Функції

NVR передані самій камері. Також не потрібне використання високошвидкісних каналів зв'язку, оскільки вся обробка відео відбувається в камері, і відсутня необхідність постійного обміну сигналом між камерами і сервером ЦОВ.

Децентралізована архітектура АСОВ дозволяє відмовитися від спеціалізованого ПЗ, оскільки в камеру для запису відео може бути вбудований запам'ятовуючий пристрій великої ємності. Перевагами такої архітектури є простота реалізації, низькі вимоги до каналів передачі даних та масштабованість. Відсутня необхідність купівлі додаткової техніки та ПЗ. Додаткові функції камери дозволяють значно знизити вартість АСОВ, оскільки деякі компоненти, що необхідні в централізованій архітектурі, більше не потрібні. Зазвичай камери АСОВ лише передають кадр, а обробка та запис відео здійснюється пізніше, на ЦОВ, за допомогою спеціального ПЗ. Для використання АСОВ високої роздільної здатності класична структура не підходить, оскільки зі збільшенням числа камер не вистачає пропускну здатності локальної мережі та обчислювальної потужності ЦОВ. Фільм у форматі HDTV (High-Definition Television) MPEG-4 є відчутним навантаженням для ЦОВ, а обробка в реальному часі зображень з десятків камер є невирішуваною задачею. Через необхідність використовувати велику кількість ЦОВ традиційна централізована структура не забезпечує обслуговування систем високого роздільної здатності і економічно не вигідна.

На відміну від традиційних систем концепція децентралізації не передбачає потужний ЦОВ, а необхідність цифрової пам'яті (карта microSD) вбудованої в кожен камеру для тривалого запису відео. ЦОВ тепер використовується лише для перегляду, а не для аналізу або запису відео. Тому камери на базі децентралізації можуть почати запис у відповідь на якусь подію та зберегти записане відео разом зі звуком у цифровому форматі навіть при вимкненому ЦОВ, що є оптимальним для реалізації АСОВ.

2.4 Розробка структури автоматизованої системи

Структура проектованої АСОВ торгових приміщень наведена на рисунку 2.7. Структурна схема наведена в додатку А.

Проектована АСОВ торгового об'єкта призначена для вирішення наступних задач для підвищення рівня безпеки торгового об'єкта:

- розкрадання та псування товару, як покупцями так і співробітниками,
- виявлення позаштатних ситуацій, що вимагають застосування оперативних заходів для їх вирішення
- шахрайських дій у касових зонах,
- сприяє підвищенню рівня охорони, відповідальності та дисципліни працівників.

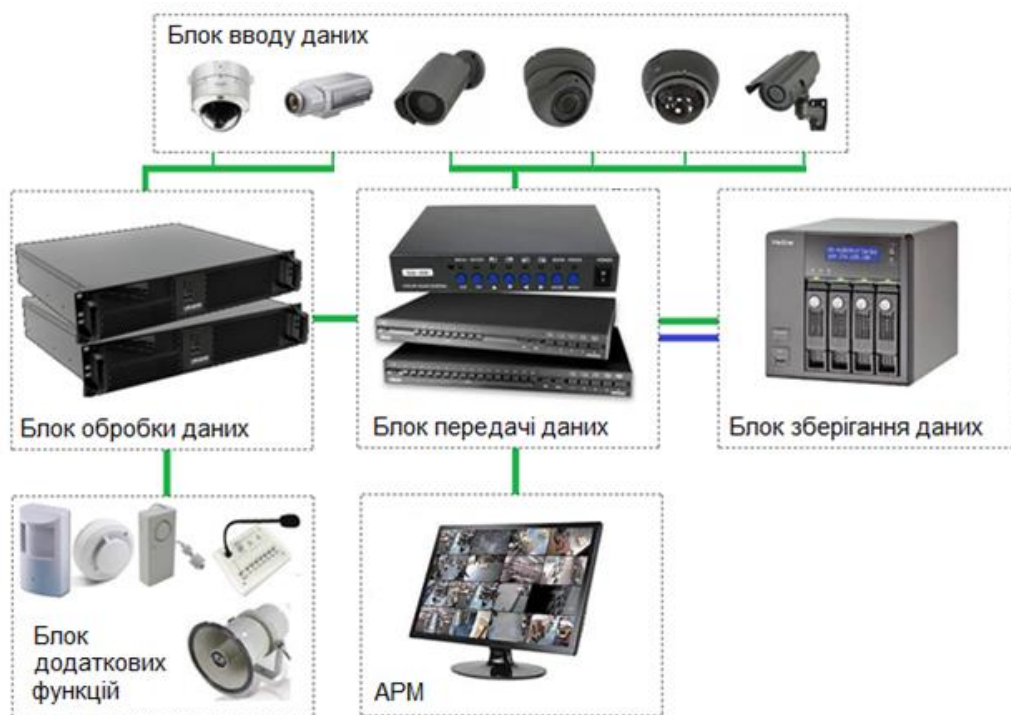


Рисунок 2.7 – Структурна схема автоматизованої системи охорони торгових приміщень

Запропонована система є гібридною та складається наступних елементів:

- блок введення даних – аналогові та IP відеокамери, об'єктиви, поворотні пристрої;

- блок передачі даних – мультиплексори, квадратори, комутатори;
- блок обробки відео – перетворювачі сигналу відео сервери, ЦОВ;
- блок зберігання даних – відеореєстратори, відеонакопичувачі або відео реєстратори, сховище даних – відеоархіву, пристрій запису;
- блок відображення – пристрої виведення відео, монітори;
- блок додаткових функцій – датки та виконавчі механізми охоронно–пожежної сигналізації та засоби оповіщення.

Проектована АСОВ має гнучку архітектуру. Використано гібридну технологію передачі відеосигналів, що дозволяє використовувати відеокамери з різними параметрами та розширенням матриці, різних виробників. Таким чином, на ключові точки огляду на об'єктах доцільно встановлені відеокамери високої роздільної здатності, а в місцях загального огляду – з невисокою. Функціональна схема АСОВ наведена в додатку Б.

Проектована система легко масштабується шляхом додавання нових компонентів, що дозволяє реалізувати її для малих, середніх та великих об'єктів торгівлі. Проектована АСОВ з децентралізованою архітектурою. Камери обладнані ПЦЗ, що дозволяє забезпечити збереження у вбудовану пам'ять АСОВ дозволяє реалізувати повний контроль та запобігти максимальній кількості загроз для торговельного підприємства.

Центром аналітичної системи є спеціальне ПЗ. Встановлення сервера передбачається у виділеному приміщенні, на АРМ оператора встановлюється ПК та монітори. Перегляд камер та архіву можливий також на інших ПК, наприклад адміністратора магазину, керуючого тощо. Для віддаленого контролю можлива реалізація мобільного додатку.

Приклад схеми розміщення обладнання проектованої системи для забезпечення охорони торгового приміщення загальною площею від 500 до 1000 м² і більше наведено на рисунку 2.8. Кількість камер системи залежить від планування, і може бути встановлена у середніх та великих супермаркетах, торговельно–розважальних комплексах.

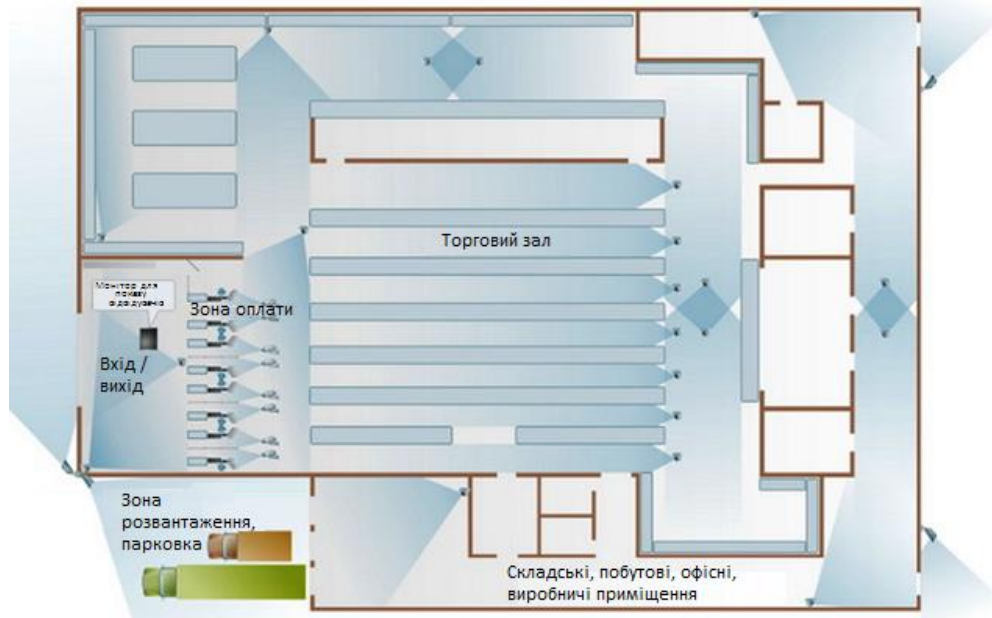


Рисунок 2.8 – Приклад розташування обладнання АСОВ

Відеоконтроль у торговому залі та підсобних приміщеннях забезпечується купольними камерами оснащеними варіофокальними об'єктивами. Контроль за роботою кас здійснюється з використанням корпусних камер, оснащених об'єктивами зі світлосильною оптикою для виняткової якості та деталізації об'єктів. Вхід, запасні виходи та зону навантаження–розвантаження товару контролюють камери у термокожухах.

На вході в магазин пропонується розміщення монітора з виведенням прилеглих камер так, щоб відвідувач міг побачити себе в цей монітор з кількох ракурсів. Екран із камерами на вході – це потужний психологічний бар'єр для запобігання крадіжкам.

Одне з найуразливіших місць, де виникає найбільша кількість правопорушень з боку персоналу є касовий вузол. Найефективнішим засобом протидії та контролю є система відеофіксації роботи оператора на касовому вузлі з накладеними на зображення транзакціями з касового терміналу. Оператор як реального часу відстежує роботу всіх касових вузлів. Система в автоматичному режимі виявляє підозрілі транзакції та послідовності дій касира та видає оператору інформацію для подальшого оперативного втручання.

Аналогові відеокамери за допомогою коаксіальних кабелів передають

інформацію на сервер ЦОВ АСОВ, де оцифровується сигнал та здійснюється обробка та запис ЦВ. Підключення до сервера реалізовані за допомогою комутаційних панелей.

Приклад схеми підключення обладнання АСОВ наведено на рисунку 2.9.

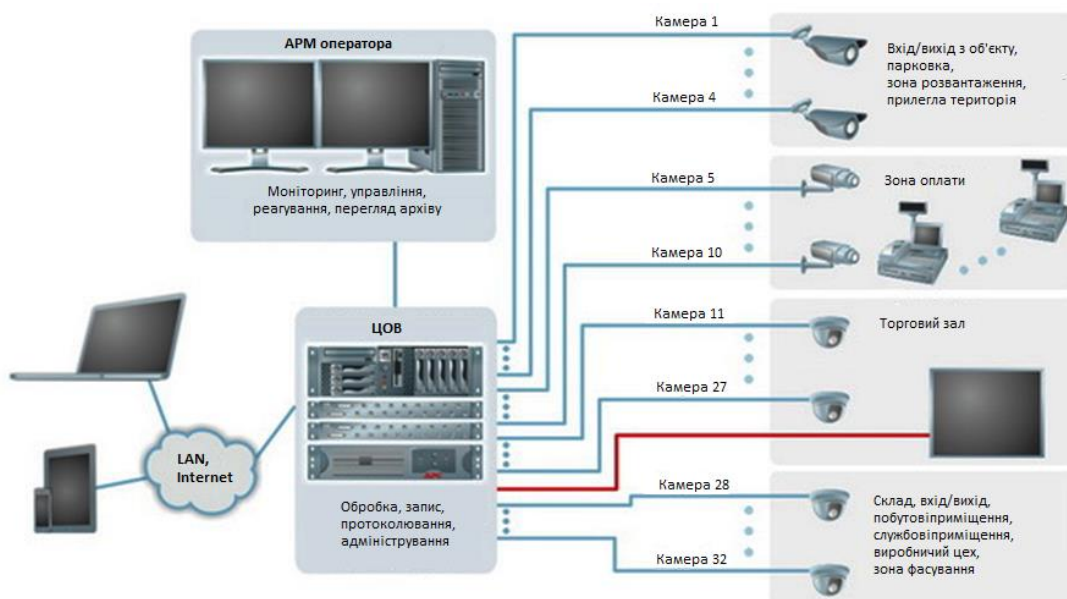


Рисунок 2.9 – Схема підключення обладнання

Оператор здійснює управління системою з АРМ оснащеного окремим ПК та моніторами. АСОВ дозволяє створювати будь-які розкладки камер на вибір оператора, інформувати його про підозрілі транзакції на касовому вузлі, позаштатні ситуації (забуті речі, проходи відвідувачів у службові приміщення, виникнення пожежі тощо). Перегляд архіву можливий відразу по кількох камерах синхронно, що дозволяє ефективно проводити аналіз та розбір різноманітних подій.

2.5 Розробка схеми розташування обладнання

Проектування АСОВ відбувається відповідно до етапів:

– Передпроектне обстеження об'єкту забезпечує виявлення найбільш відповідальних для спостереження та контролю ділянок. Вимірювання відстаней, вивчення конструктивних особливостей будов та конфігурації території для відеоспостереження. Пошук найбільш зручних та оптимальних

маршрутів кабельних трас.

– Складання технічного завдання – формулювання головного завдання АСОВ, способів забезпечення захисту об'єкта, складання переліку додаткових вказівок на роботу майбутньої системи відеоспостереження, опис режиму роботи об'єкта та його особливостей.

– Розробка проектного рішення – вироблення тактики охорони, пошук варіантів вирішення завдання клієнта, оцінка ефективності різних варіантів, перевірка роботи та налагодження складних алгоритмів. Складання кошторисної документації, вартісне обґрунтування проектних рішень

– Розробка схем та необхідної документації для реалізації проекту: розташування обладнання, способи кріплення та методика встановлення, схеми підключення обладнання, кабельні траси, методика запуску в експлуатацію, регламент технічного обслуговування.

Під час проектування АСОВ торгового об'єкту, потрібно прорахувати кількість камер та вибрати конкретні функції кожної моделі. Можна виділити найбільш вразливі зони магазину, куди обов'язково встановлюються камери:

- торговому залі;
- у касових зонах;
- на вході / виході до магазину;
- на вході / виході до службових приміщень;
- місцях розвантаження/приймання товару.

Не потрібно намагатися стежити за всім за допомогою однієї відеокамери. Найбільш ефективно працює система, у якій один пристрій контролює одну зону. У торговому залі камери розміщуються (рисунок 2.10), як правило кутові та направляються вздовж стелажів із товарами.

Також можливе використання купольних камер для контролю території між рядами з вітринами. Для спостереження за вітриною зверху потрібно враховувати висоту стелі, при недостатній висоті доцільно використовувати надкороткофокусний об'єктив типу «риб'яче око».

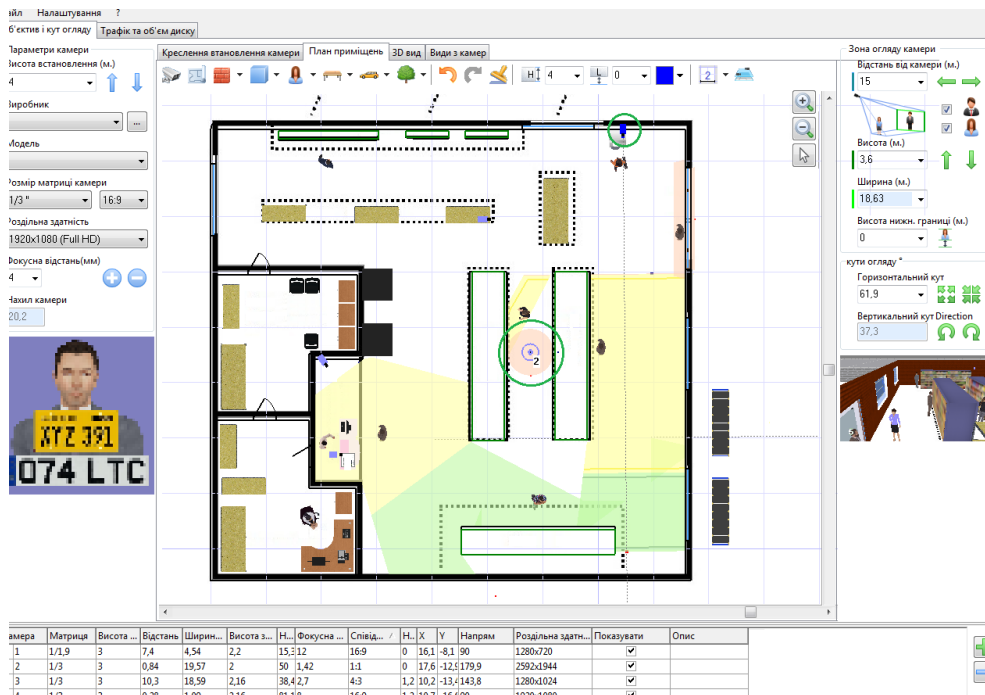
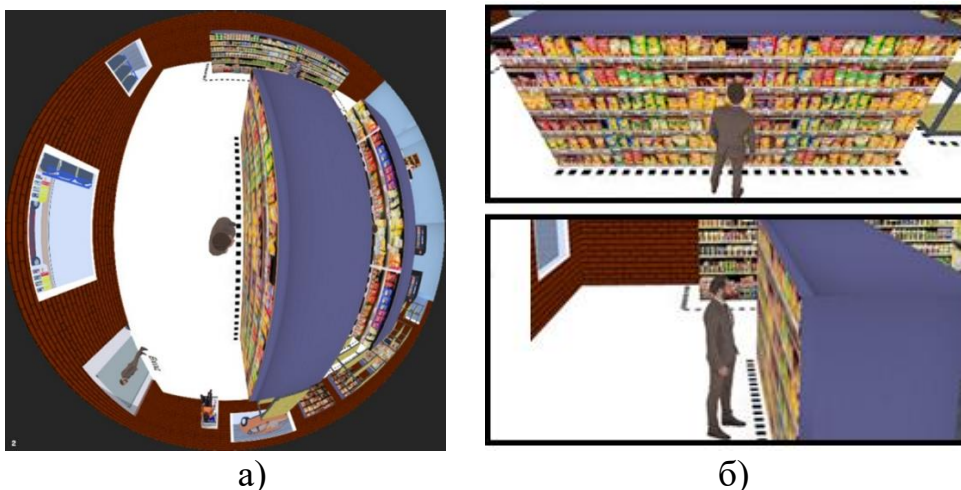


Рисунок 2.10 – Розташування камер АСОВ в торговому залі

Перевагою таких камер є відсутність можливості перекриття покупцем товару не залежно від того, скільки людей стояло біля вітрини добре відображаються дії кожного (рисунок 2.11а).

Важливо враховувати перекривання об'єктів, що відстежуються, товару і покупця. Наприклад якщо перед вітриною з'являється покупець – він своїм тілом перекриває товар і неможливо визначити, чи брав він його в руки, а якщо брав – то чи повернув на місце. Правильно розміщувати камеру необхідно так, щоб зона спостереження розташовувалась між вітриною та покупцем або збоку (рисунок 2.11б).



а)
б)
Рисунок 2.11 – Кути огляду камер відеоспостереження

Також при контролю вітрини не потрібно високої роздільної здатності картинки, оскільки на вітрині розташований заздалегідь відомий товар. Важливим є факт того, що покупець взяв товар в руки і повернув його назад. Ідентифікація покупця непотрібна, оскільки знаючи час приходу його в магазин і вторинні прикмети (колір та форма одягу, хода тощо), що зафіксовані камерою з високою роздільною здатністю на вході, є можливість з упевненістю говорити про те, хто перед вітриною не відео з камери в залі.

У касових зонах необхідні кольорові камери покращеної роздільної здатності від 2 Мрiх (19820*1080), щоб мати можливість впевнено контролювати дії касира, значення POS терміналу, розглянути колір та номінал грошових купюр (рисунок 2.12).



Рисунок 2.12 – Контроль касової зони

Налаштувати об'єктив потрібно так, щоб покупці чи касир не обмежували зону огляду. Встановлена над касою АСОВ зі звуком дає можливість оцінити рівень обслуговування покупців

Завдання АСОВ на входах для покупців – створити зображення, у якому можна впізнати обличчя незнайомої людини.

Якщо це стаціонарне обладнання спрямоване на двері (рисунок 2.13), широкий кут огляду не потрібен – достатньо встановити камеру на 2Мрiх з

фокусною відстанню 1,8 метра. При розміщенні необхідно враховувати те, що зменшивши кут огляду, можна досягти більш детального зображення обличчя. Але чим ближче відеокамера від об'єкта зйомки, тим менша площа приміщення потрапить у кадр.

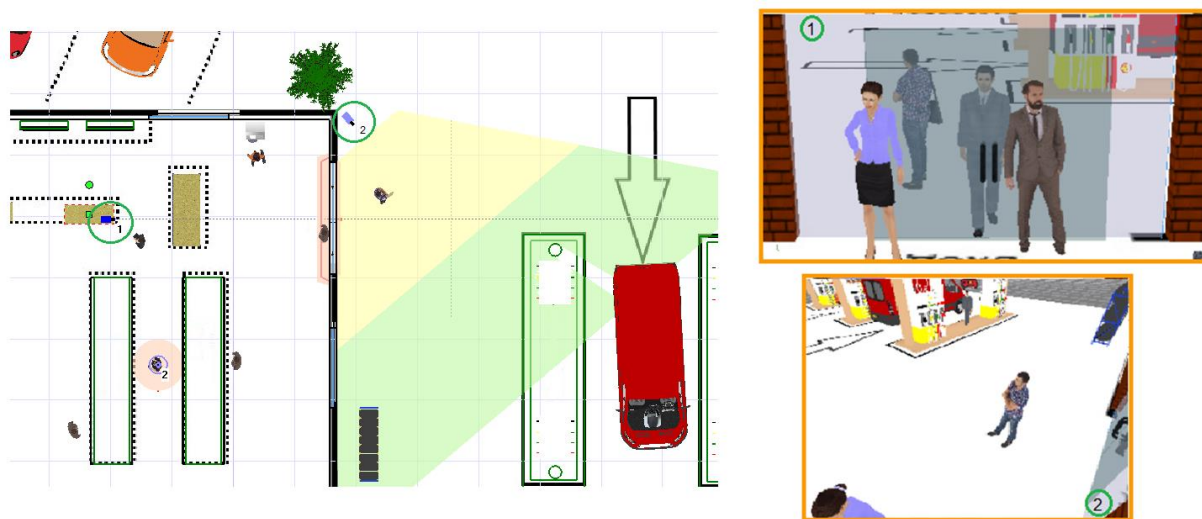


Рисунок 2.13 – Камери над входом/виходом

Для великого торгового центру з кількома входами/виходами камери може бути недостатньо. Якщо обладнане автоматизоване робоче місце (АРМ) у пункті спостереження з черговим оператором, на вході можна встановити одну поворотну камеру з хорошим масштабуванням для контролю. Це дасть можливість оператору стежити за кількома входами, дистанційно змінюючи напрямок та фокус. Якщо такого пункту немає – контролювати входи можна стаціонарними камерами високої роздільної здатності, з розрахунку на від однієї до двох на кожен вхід.

Спостереження службових виходів (рисунок 2.14) дозволяє проконтролювати робочу дисципліну співробітників та виявити розкрадання з «чорного ходу». У цій зоні камера може бути не такою високоточною. Зображення від купольної камери 960Н (960x576 пікселів) із фокусною відстанню 4,5 м вистачить для впізнання знайомого співробітника. Тому можна заощадити, встановивши тут недорогі чорно-білі камери із вузькоспрямованим об'єктивом.

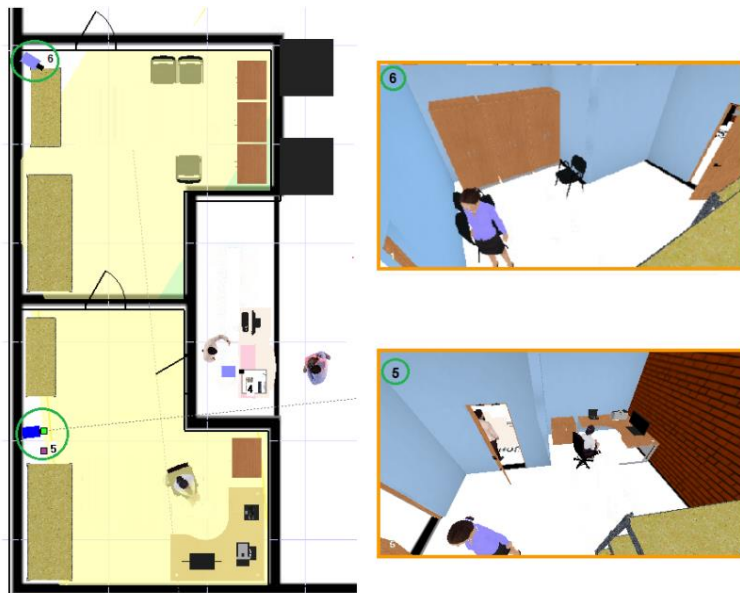


Рисунок 2.14 – Спостереження службових виходів

На парковці для вантажного транспорту, що доставляє товар, камери розміщуються так, щоб автомобіль не загороджував майданчик розвантаження (рисунок 2.15).

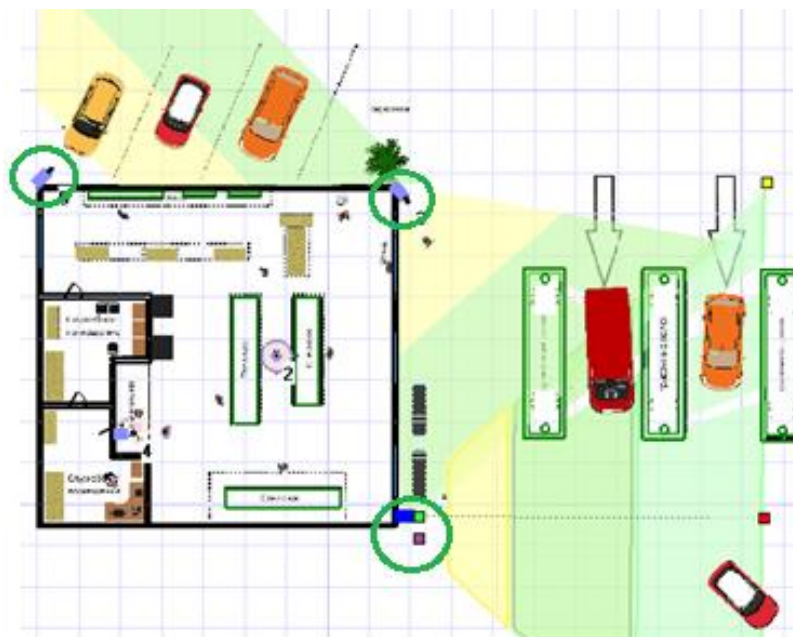


Рисунок 2.15 – Відеоспостереження парковок

На території вивантаження товарів краще поставити камери з високою роздільною здатністю 720р (1280x720 пікселів) або 1920x1080 пікселів. Інфрачервоне освітлення дозволить у будь-який час доби отримати чітке зображення осіб та номерних знаків автомобілів.

Встановлення обладнання АСОВ у перелічених місцях забезпечить належний рівень безпеки та скоротить кількість втрат. Якщо технічні можливості дозволяють, додаткові камери з широким оглядом можна встановити також в місцях зберігання та розміщення товару:

- на складі (вхід складу, підсобне приміщення);
- в рядах стелажів із дрібним або особливо цінним товаром;
- на столах фасування, пакування, нарізки товару.

Є приміщення, в яких установка камер заборонена законом: туалет, душова та роздягальня для співробітників, кімната відпочинку. Якщо монтується АСОВ для магазину одягу, камери заборонено ставити в примірювальних кабінах.

2.6 Розрахунок характеристик обладнання

При побудові АСОВ необхідно визначити максимальну відстань, на яку можуть бути віднесені один від одного відеокамери для організації безперервної зони відеоконтролю. Ця відстань значною мірою визначає загальну кількість відеокамер, що встановлюються на заданому периметрі. Застосовуючи об'єктив з великою фокусною відстанню, можна проводити відеоспостереження за ділянками, розташованими на значній відстані від місця встановлення відеокамери. Однак суттєве обмеження на величину видалення при цьому накладає ступінь освітленості об'єкта у темну пору доби. На рисунку 2.16 схематично показано розташування зовнішньої відеокамери та освітлювального прожектора на ділянці території парковки.

Грунтуючись на реальних технічних параметрах відеокамер, освітлювального приладу та характеристиках місцевості, можна розрахунковим методом визначити величину максимального віддалення відеокамери від об'єкта спостереження.

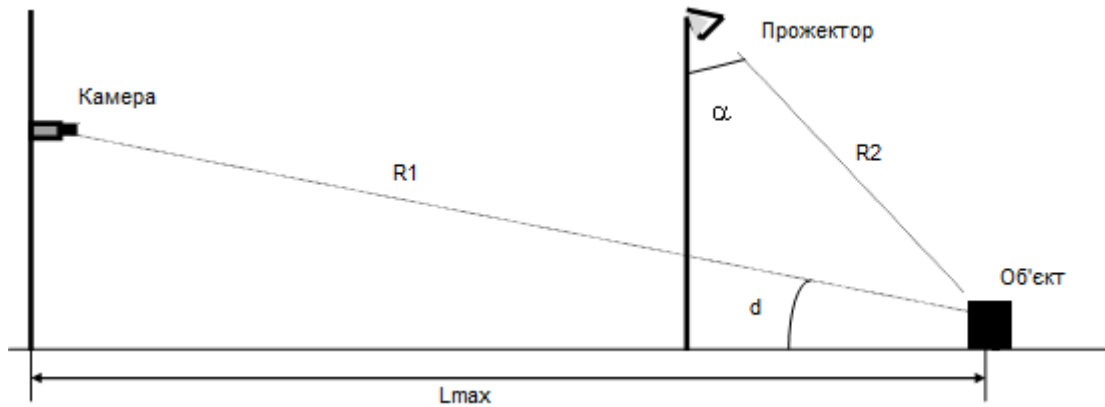


Рисунок 2.16 – Схематичне положення відеокамери, освітлювального приладу та об'єкта спостереження

Для цього необхідно скористатися формулою, за якою визначається рівень освітленості на об'єктиві відеокамери, що створюється прожектором:

$$ETK = I \cos \langle K / (R1 + R2)^2, \quad (2.1)$$

де ETK – мінімально-допустимий рівень освітленості на об'єктиві відеокамери, I – сила світлового потоку, створюваного прожектором, $\langle = 17$ град – кут (у конкретному прикладі), під яким прожектор висвітлює об'єкт спостереження. K – коефіцієнт відбиття світлового потоку, $R1+R2$ – сумарна відстань, що долається світловим променем від джерела світла до об'єктива відеокамери.

Для IP-відеокамер з високою роздільною мінімально-допустимий рівень освітленості (чутливість) становить величину 0,1 лк. Прожектор типу із галогенними лампами потужністю 500 Вт створє світловий потік у центрі діаграми спрямованості силою 8000 кд. Коефіцієнт відбивання світлового потоку для людини на фоні місцевості $K = 0,22$. За допомогою виразу (2.1) можна визначити суммарну відстань $R1+R2$. Після проведених обчислень отримаємо $R1 + R2 = 121$ м. $R2 = 20 / \cos \langle = 21$ м, де 20 – максимальна відстань в метрах від об'єкта спостереження до найближчої освітлювальної опори, $R1 = 100$ м. Максимальна відстань відеокамери від об'єкта складає $L = R1 \cos d \approx 100$ м, де $d = \arcsin H / R1 = 3$ град – кут відбиття світлового потоку; $H = 4,5$ м – висота встановлення відеокамери.

У АСОВ необхідно виконати вимоги, відповідно до яких в найбільш

віддаленій зоні на контрольованій території, що проглядається відеокамерою, можна було б розпізнати об'єкт з високим ступенем ймовірності. Для цього необхідно правильно вибрати фокусну відстань об'єктива та тип матриці (тип відеокамери) за критерієм роздільної здатності.

Щоб розпізнати об'єкт моніторингу мінімального розміру, необхідно, щоб зображення цього предмета займало щонайменше 5 телевізійних ліній (ТВЛ). У якості тестових об'єктів використовуються білі фігури (коло, квадрат, трикутник) розміром 0,3 м, розташовані на чорному тлі. Практичні випробування показали, якщо оператор здатний розрізняти ці розташовані у найбільш віддаленій зоні спостереження предмети на екрані монітора, то він здатний ідентифікувати порушника і на місцевості. Виходячи з цієї умови, можна зробити розрахунок повного розміру видимого об'єкта для вибраного типу відеокамери.

Як відомо, мінімальний розмір однієї дискрети зображення на екрані монітора становить: $d = 3S/4R$, де d – розмір однієї дискрети зображення, R – роздільна здатність відеокамери в ТВЛ, S – повний розмір видимого зображення. Розмір тестового предмета висотою і шириною 0,3 м, що займає на екрані монітора 5 ТВЛ, дорівнюватиме величині $15S/4R = 0,3$ м. Звідси повний розмір видимого об'єкту $S = 1,2R/15 = 0,08R$. Отже, з проведеного аналізу, маємо що для відеокамер з середньою роздільною здатністю $R = 400$ ТВЛ повний розмір видимого об'єкта $S = 32$ м, а для відеокамери з роздільною здатністю $R = 600$ ТВЛ $S = 48$ м.

На рисунку 2.17 наведено порівняння довжин секторів огляду для відеокамер з високою та середньою роздільною здатністю при однаковому куті огляду.

З рисунку 2.17 видно, що при однаковому куті огляду довжина сектора огляду для відеокамер з високою роздільною здатністю ($R = 600$) в 1,5 рази вище, ніж для відеокамер із середньою роздільною здатністю ($R = 400$), та при однаковій протяжності сектора огляду кут огляду для відеокамер з високою роздільною здатністю в 1,5 рази вищий, ніж для відеокамер із середньою роздільною здатністю.

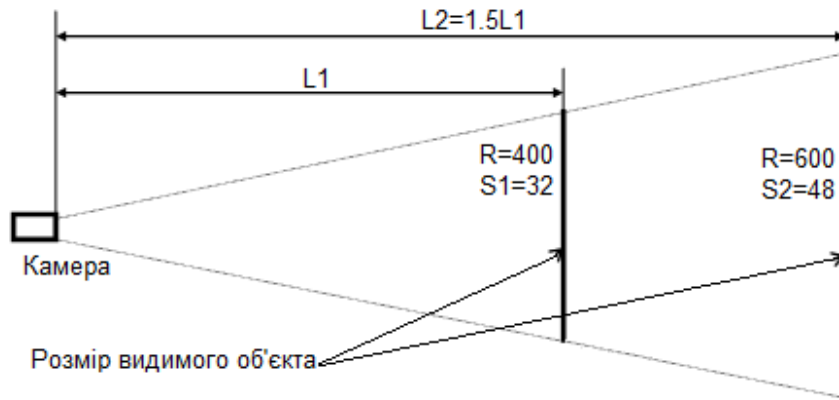


Рисунок 2.17 – Довжина секторів огляду для різних відеокамер при однаковому куті огляду

При відомій відстані L від відеокамери до об'єкта контролю можна визначити кут зору об'єктива за виразом

$$\alpha = 2 \arctg \left(\frac{S}{2L} \right). \quad (2.2)$$

При відомому куті огляду можна визначити відстань від відеокамери до об'єкта моніторингу та контролю за виразом

$$L = \frac{S}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}. \quad (2.3)$$

На рисунку 2.18 наведено порівняння величини кутів огляду для відеокамер з високою та середньою роздільною здатністю при однаковій довжині секторів огляду.

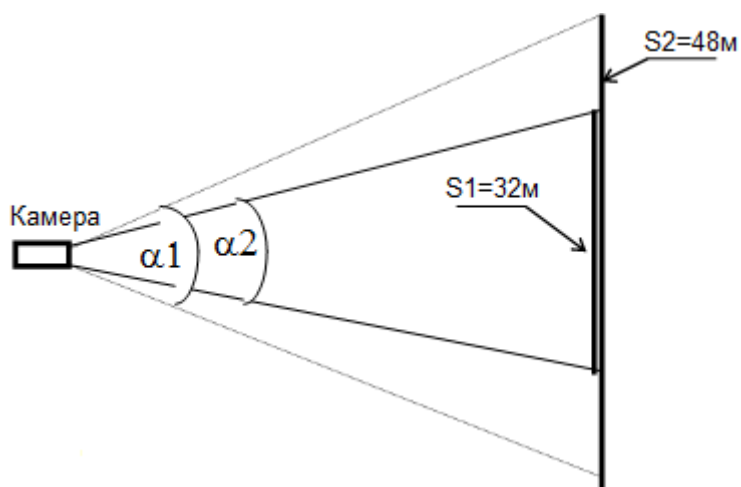


Рисунок 2.18 – Порівняння величина кутів огляду різних відеокамер при однаковій довжині секторів огляду

У випадку необхідності більш високої якості передачі зображення необхідно, щоб на найменший предмет, що розглядається, припадала більша кількість ТВЛ (до 8 ТВЛ). При цьому повний розмір видимого об'єкта (при роздільній здатності 400 ТВЛ) дорівнюватиме $S = 0,05 R = 20$ м.

З викладеного можна зробити висновок, що бажання підвищити якість зображення у віддаленій зоні відеомоніторингу призведе до збільшення кількості відеокамер. Використовуючи даний метод можна з достатньою точністю провести необхідні розрахунки.

На рисунку 2.19 схематично наведено розташування відеокамер на ділянці периметра, де видно, що у горизонтальній площині сектор огляду має сліпу зону $M1$ і дистанцію активного огляду D .



Рисунок 2.19 – Розташування відеокамер на ділянці периметра

Як видно з рисунка 2.19, сектор огляду відеокамер має сліпу зону $M1$, що зумовлена значенням кута огляду об'єктиву по горизонталі та шириною зони відеоконтролю. Зона відеоконтролю складається з двох ділянок шириною по 6 м

Величина сліпої зони визначається згідно виразу

$$M1 = \frac{K}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \quad (2.4)$$

де K – ширина зони відеоконтролю (відповідає ширині зони відчуження периметра, тобто дорівнює 2 м), α – кут зору об'єктиву по горизонталі (у нашому випадку 160 градусів), як було показано вище у (2.2).

Відповідно складе $M1 = 2/2\operatorname{tg}(160/2)=2/11.34=0.17$.

Відповідно до проведених розрахунків, максимальне віддалення відеокамери від об'єкта спостереження складає $L = 69,65$ м.

Величина об'єкта спостереження S для телевізійної системи, що має у своєму складі відеореєстратор і має загальну роздільну здатність 400 ТВЛ $S = 0,08R$, где $R = 400$ – роздільна здатність. При цьому, роздільна здатність системи, в основному, визначається роздільною здатністю самого реєстратора, так як реєстратор є найбільш вузькою ланкою системи за цим параметром.

Необхідно також визначити величину сліпої зони, обумовлену значенням кута огляду об'єктива відеокамери по вертикалі (рисунок 2.20).



Рисунок 2.20 – Сектор огляду відеокамери у вертикальній площині

Як видно з рисунка 2.20 мертва зона, що визначається згідно виразу

$$M2 = H \operatorname{tg} (\delta - \beta), \quad (2.5)$$

де $M2$ – величина сліпої зони по вертикалі, H – висота встановлення відеокамери, β – значення кута зору по вертикалі, δ – кут напрямку обзору

відеокамери, що визначається

$$\delta = \arctan \frac{L}{H} \quad (2.6)$$

і дорівнює $\delta = \arctan 63/4,5 = 85,71$ град. Відповідно сліпа зона складе $M2 = 4,5 * \tan(85-75) = 0,79$ м.

Дистанція ефективного огляду камери становить величину

$$D = (L - M2), \quad (2.7)$$

складе $D = 63$ м.

Для об'єктивів без дісторсії кут зображення можна знайти, знаючи розмір діагоналі світлочутливого елемента та ефективну фокусну відстань об'єктива:

$$\alpha = 2 \arctan \frac{d}{2F}. \quad (2.8)$$

Для матриці формату 1/3" $d = 6$ мм.

Перетворимо формулу (2.8) і знайдемо необхідний тип об'єктивів для кожної камери, виходячи з потрібного кута спостереження:

$$F = \frac{d}{2 \tan \frac{\alpha}{2}}. \quad (2.9)$$

Камери з кутом огляду $\alpha = 90^\circ$.

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

Камера з кутом огляду $\alpha = 360^\circ$.

$$F = \frac{6}{2 \tan \frac{360}{2}} = 12 \text{мм.}$$

2.7 Обґрунтування вибору обладнання системи

Для реалізації АСОВ обрано зовнішні IP-камери Green Vision GV-074-IP-N-SOA14-20 3Мрiх [26] з високою роздільною здатністю 1920x1080 та покращеним широким динамічним діапазоном (рисунок 2.21). Вони можуть

працювати у денному та нічному режимах за рахунок вбудованого інфрачервоного підсвічування з дальністю освітлення 20 метрів. Корпус із металевого сплаву з класом захисту IP67 підходить для роботи у будь-яких погодніх умовах при температурі повітря $-20 \sim +50$ °C. Обладнана детектором руху. Використовуються інтерфейси 10/100BASE-TX Ethernet. Камера працює на базі матриці CMOS розміром 1/3". Фокусна відстань 3.6 мм. Кут огляду по горизонталі 80°. За допомогою камери можна отримати відео формату H.264, MJPEG з роздільною здатністю та частотою запису 1920x1080, 1280x960, 1280x720, 704x576, 352x288. Живлення, V/mA: 12/700. Для відображення відео використовуються стандартні мережеві протоколи. Камерою можна керувати дистанційно за допомогою мобільного додатка.



Рисунок 2.21 – Вулична IP-камера

Для контролю внутрішніх приміщень обрано купольні камери GV-112-GND-H-DIK50-30 [27] (рисунок 2.22), що використовуються у гібридних СВС для різних сфер діяльності як для приміщень з великою площею (склади, виробничі цехи, великі супермаркети), так і для встановлення на території приватних будинків та будівель побутового та господарського призначення. Камера відеоспостереження працює на основі матриці 1/3.2 CMOS. Стандарти відеосигналу АHD, CVI, TVI, Analog (CVBS). Світлочутливість камери – 0,001 Lux. Модель обладнана вбудованим інфрачервоним підсвічуванням. Діапазон робочої температури $-10 +50$.



Рисунок 2.22 – Купольна камера

Перевагою камери є висока якість зображення, роздільна здатність – 5.0 MP, 5Mp/960. Дальність передачі зображення від камери до реєстратора складає до 500 метрів. Для реалізації кабельних ліній використовуєтьсяаний коаксіальний кабель або вита пара. Живлення, V/mA 12/500.

Також для контролю зони оплати т авходу/виходу передбачено встановлення внутрішніх аналогових кодер Dahua HDCVI HAC–HFW1200T CCTV [28] (рисунок 2.23), оскільки вони забезпечують можливість виявлення об'єктів з високою якістю ЦВ, використання технології автоматичного розпізнавання та ідентифікації. Вбудована інфрачервона під світка з дальністю 20 метрів. Запис відео відбувається на HDD диск. Відео вихід 1–канальний BNC–HDCVI високої чіткості / CVBS аналоговий вихід, що можуть переключатисч.



Рисунок 2.23 – Камера для внутрішнього контролю

Камера працює на базі CMOS матриці розміром 1/2,7" з прогресивним скануванням та юб'єктивом 2,8. Корпус з поворотним механізмом забезпечує її обертання: 0° ~ 360°, можливий нахил: 0° ~ 90° та поворот: 0° ~ 360°. Фокусна відстань 2,8 мм. Частота кадрів 25 кадрів/с –при 1080p та 25/50

кадрів/с – 720р. Електроживлення DC12В.

Для передачі ЦВ обрано комутатор D-Link DES-1210-28P, оснащений «24 портами 10/100 Мбіт/с, 2 порти 10/100/1000 BASE-T та 2 комбо-портами 10/100/1000 BASE-T/SFP» [29] (рисунок 2.24).



Рисунок 2.24 – Комутатор

Комутатор DES-1210-08P/28P простий у експлуатації, оснащений «вбудованими портами 10/100 Мбіт/с з підтримкою PoE та енергозберігаючими функціями, такими як PoE за розкладом, при якому живлення портів відключається в встановлений час. «Комутатори даної серії поєднують у собі функції розширеного управління та безпеки» [29], що забезпечують кращу продуктивність та масштабованість. Функція Smart Fan на DES-1210-28P дозволяє вбудованим вентиляторам автоматично вмикатися за певної температури» [29], що забезпечує безперервну, надійну та екологічну роботу комутатора. Завдяки сумісності зі стандартами 802.3af та 802.3at DES-1210-28P здатний подавати живлення до 30 Вт на пристрій. Функції керування включають SNMP, керування на основі Web-інтерфейсу, утиліту SmartConsole та Compact Command Line для легкого розгортання. Завдяки простоті використання, комутатор серії DES-1210 є закінченим і недорогим рішенням для мереж малого та середнього бізнесу (SMB).

У проєктованій системі використовується велика кількість відеокамер для обробки ЦВ тому для ефективної роботи обрано гібридний відеореєстратор GV-X-S029/16 [30] (рисунок 2.25), що може приймати зображення з аналогових, АHD та IP камер відеоспостереження.



Рисунок 2.25 – Відеореєстратор

Пристрій може працювати у таких режимах: АHD, TVI, CVI, Аналог CVBS, АHD – 16x4Мрiх + IP – 16x4 Мрiх, АHD – 8x4 Мрiх + IP – 8x4 Мрiх x5 Мрiх p. Процесор HI3531D забезпечує кодування відеосигналу (кодек H.264(HighProfile)) та повноцінне відтворення запису в режимі реального часу. Передбачено чотири режими запису: «постійний», «за тривоги», «за детекцією руху», «за часом». Пристрій має 16 каналів запису в реальному часі. Записати також можна зберігати на USB–накопичувачах або у хмарному сервісі.

Для відображення на монітор АРМ оператора зображень з аналогових відеоспостереження у проектованій системі квадратор QB–102(АМС) [31], щоб оператору не доводилося перемикати їх вручну оскільки в такому випадку час перегляду картинки з однієї камери сильно збільшується, що призводить до того, що ефективність роботи системи в цілому сильно зменшується. Даний 4–ми каналний кольоровий квадратор реального часу (рисунок 2.26) забезпечує можливість перегляду і запису на відеореєстратор з 4 камер спостереження відразу роздільною здатністю 720x576. Передбачені режим автокомутації, тобто. послідовного виведення повноекранного кольорового зображення з кожною із 4 камер.



Рисунок 2.26 – Квадратор

Суть роботи пристрою полягає в тому, що монітор буде ділитися на частини. Перевагою є те, що їх використання дозволяє не лише ділити монітор на 4 частини, а ще й змінювати розташування картинок від різних камер, тобто переглядати їх в режимах «картинка в картинці», «картинка над картинкою» або по черги у повноекранному режимі.

Для відображенні ЦВ на АРМ встановлюються монітори, наприклад широкоформатний MW3232–Е [32](рисунок 2.27).

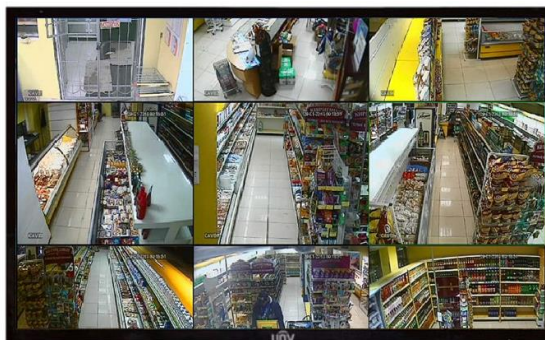


Рисунок 2.27 – Монітор системи відео нагляду

Монітор призначений для систем охоронного відеоспостереження, з діагоналлю дисплея 32" та максимальним разрешенням 1920x1080 та яскравістю 300 кд/м. Кут перегляду відео по горизонталі та по вертикалі складає 178°. Пристрій підтримує інтерфейси: VGA, DVI, HDMI, Audio In 3,5 мм. Час реакції матриці складає 8 мс.

Пристрій може працювати в цілодобовому режимі. Перевагою є сучасне світлодіодне підсвічування, високоякісна цифрова обробка сигналів. Дисплей має низький рівень енергоспоживання, що зумовлює тривалий життєвий цикл пристрою. Може встановлюватися на підставку або кріпиться на VESA–кронштейн.

Двопроцесорний стійковий сервер Dell R620 [33] (рисунок 2.28) призначений для використання у ЦОВ. Dell R620 це оптимальне співвідношення ціни та продуктивності завдяки масштабованій системній архітектурі та багатофункціональності, яка дозволяє використовувати його в найрізноманітніших завданнях – від невибагливих до ресурсів високонавантажених додатків. Обладнання ідеально справляється з такими навантаженнями, як робота з системами зберігання даних, віртуалізація,

аналітика та ін.



Рисунок 2.28 – Відеосервер

Обчислювальний потенціал Dell R620 забезпечується за рахунок двох багатоядерних процесорів Intel Xeon серії E5–2600 або E5–2600v2. Паралельно з потужними процесорами на сервері може використовуватися 24 DIMM–модуля оперативної пам'яті. Внутрішня шина має 2 канали Intel QuickPath Interconnect (QPI). 24 роз'єми для модулів DDR4 DIMM, підтримка RDIMM/LRDIMM, швидкість до 2666 MT/c, ємність до 3 Тбайт. Кеш 2,5Мбайт на ядро; варіанти кількості ядер: 4, 6, 8, 10, 12.

Сервер або кластер серверів приймають дані з камер та обробляють їх. Якщо даних і (або) камер небагато, то головний сервер може також виступати в ролі сховища.

Проектована система передбачає підключення додаткових датчиків та виявлення нештатних ситуацій (пожежа, задимлення та ін.), виконавчих механізмів (ввімкнення сигналу оповіщення, закривання електрозамків та ін.) або інтеграцію з охоронно–пожежною сигналізацією.

Можливе підключення модулів відеоаналітики для контролю та оптимізації роботи магазинів. Наприклад, підрахунок відвідувачів магазину для розрахунку конверсії покупців, підрахунок довжини черги та теплова карта для визначення найбільш популярних зон та вітрин у магазині.

Підключення модуля касових терміналів для кеш–контролю дозволяє накладати на зображення з камери на касовому вузлі інформацію про транзакції з касового апарату та ефективно проводити розслідування, пов'язані з махінаціями на касовому вузлі. Ви можете бачити, що пробивається на касі, і що насправді касир проводить через касовий апарат.

Рекомендовано встановити джерела безперебійного живлення для

більш стабільної та надійної роботи системи.

Спеціалізовані модулі та автоматизовані комплекси, можуть поєднуватись із програмним забезпеченням касового апарату, видаючи звіти про різні події, наприклад відкриття грошової скриньки, невідача чеку, повернення товару.

3. ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ТОРГОВОГО ПРИМІЩЕННЯ

3.1 Функція інтелектуального моніторингу

Зростання кількості об'єктів торгівлі, їх об'єднання та збільшення масштабів зумовлює необхідність використання засобів управління їх безпекою. Серед цих засобів найбільш ефективним є розробка та використання автоматизованих систем охоронного відеомоніторингу.

Проектована система це комплекс охоронного обладнання, що виконує функції забезпечення постійного контролю та моніторингу за контрольованою зоною об'єкта. Також це сукупність ПЗ, що здійснюють обробку інформації, яка формується в результаті роботи цього обладнання. Можливість управління, зберігання та обробки відеоданих значно спрощує роботу підприємств. Можливість забезпечення віддаленого доступу за допомогою ПК або смартфона значно збільшить мобільність системи.

Використання проектованої системи дозволяє виключити безпосередню присутність людини на об'єкті охорони можливістю віддаленого моніторингу, що в свою чергу призводить до виникнення проблеми необхідності опрацювання великих об'ємів інформаційних даних. Вирішення проблеми забезпечує включення до складу систем відеоспостереження математичних моделей, які дозволяють вести обробку накопиченої інформації, здійснювати оцінку ефективності роботи системи та підтримку рішень в процесі управління безпекою об'єктів, що охороняються. Такі математичні моделі повинні включати елементи інтелектуалізації у проведенні відеоаналізу.

Тому запропоновано в проектованій системі передбачити можливість інтелектуального моніторингу, або відеоаналітики, що дозволить вирішити завдання безпеки об'єктів охорони та їх управління.

Блок відеоаналітики це «апаратно-програмне забезпечення або технологія, що використовує методи комп'ютерного зору для автоматизованого збору даних на підставі аналізу потокового відео» [34]. З цією метою перед створюваною системою відеоаналітики ставиться завдання накопичення інформації для подальшого прийняття рішень, спираючись на алгоритми обробки зображення та розпізнавання образів а також проведення її інтелектуального аналізу без прямої участі людини. У зв'язку з цим до складу створюваної інтелектуальної АСОВ включені не тільки апаратні засоби, а й програмні інструменти інтелектуального аналізу інформації, що надходить.

Функції, що виконуються системою, можна поділити на два класи:

- функції, що реалізуються апаратними засобами;
- функції, що виконуються програмними комплексами.

В аспекті апаратних засобів в запропонованій системі передбачається виконання таких функцій:

- можливість передачі відео та аудіо даних;
- відгук на будь-яку дію з боку користувача;
- обробка та аналізу вхідної інформації;
- доступ до збережених відео та аудіо даних у будь-який час.

Функціональна структура АСОВ наведена на рисунку 3.1.

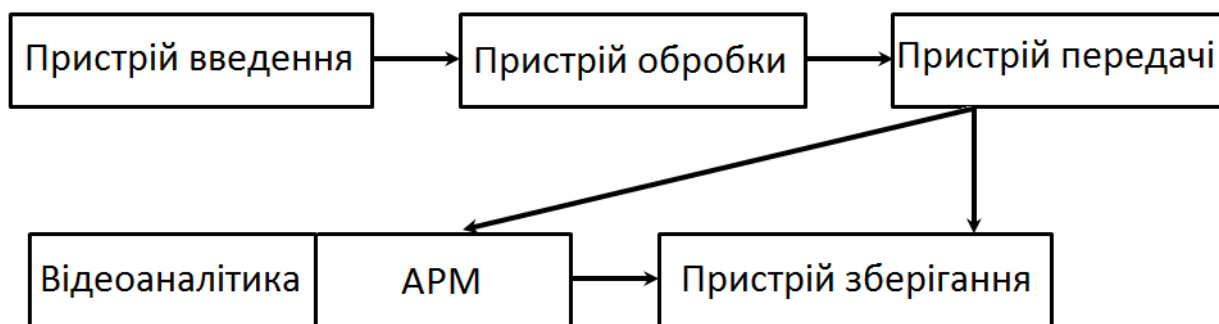


Рисунок 3.1 – Функціональна схема АСОВ

Комплексом програмних засобів відеоаналітики пропонується виконання наступних функцій обробки інформації та налаштування:

- виявлення об'єктів;

- стеження за об'єктами;
- класифікація об'єктів;
- ідентифікація об'єктів;
- виявлення та ідентифікація ситуацій.

Для оцінки ефективності роботи системи до складу блоку відеоаналітики включено математичні моделі статистичної обробки та інтелектуального аналізу даних. Статистична обробка стосується визначення ймовірності виявлення об'єктів P згідно виразу

$$P = \frac{m}{N},$$

де m – кількість виявлень об'єктів у N випробуваннях.

Інтелектуальний аналіз даних це обробка інформації та виявлення у ній моделей та тенденцій, які допомагають приймати рішення. По суті, виокремлення з даних тих знань, які необхідні у процесі прийняття рішень. В аспекті застосування інтелектуального аналізу даних планується використання методів пошуку асоціативних правил, що дозволяють визначати появу найпоширеніших наборів об'єктів, методів секвенційного аналізу, що дозволяють ідентифікувати послідовності об'єктів, що часто зустрічаються, методів кластерного аналізу, що впорядковують об'єкти в однорідні групи.

Результатами роботи відеоаналітики є події у вигляді повідомлень, які мають бути передані оператору автоматизованої системи охорони торгового приміщення або записані у відеоархів.

3.2 Оптимізація зберігання даних відеомоніторингу

Усі сучасні СВС мають можливості лише поточного контролю та зберігання даних у межах відносно невеликого періоду часу. Відсутність оперативного доступу до будь-якого знятого відеоматеріалу перетворює найсучаснішу СВС у простий набір відеокамер, моніторів та пристроїв цифрового запису (відеореєстраторів). Для забезпечення збереження

матеріалів відеоспостереження застосовуються різні підходи, що забезпечують довготривале та безпечне зберігання відеоданих, а також швидкий доступ [35].

Варіанти підключення системи зберігання даних до відеореєстратора:

- мережеве підключення системи зберігання даних за допомогою локальної мережі (LAN) та протоколами HTTP, FTP тощо;
- віддалене підключення системи зберігання даних по мережі Інтернет;
- можливе також довготривале зберігання даних на оптичних дисках.

Названі рішення мають недоліки. Основний з них – мала пропускна здатність каналів Ethernet, що обмежує обсяг та масштабованість розподіленої системи. При впровадженні стандарту Ethernet 10 Гб/с та наявності мережної інфраструктури зі швидкістю передачі даних 1 Гб/с можна будувати розподілені системи відеоспостереження з урахуванням IP-пристроїв, використовуючи мережеві сховища даних. Ще одним суттєвим недоліком подібних рішень є висока вартість ресурсів зберігання. Тому при створенні таких систем головним є побудова проекту і правильний підбір обладнання для досягнення оптимального співвідношення функціональності, якості, надійності та ціни.

Крім того, для ефективної роботи з архівом АСОВ потрібно забезпечити пошук необхідних матеріалів, керування життєвим циклом даних, включаючи передачу, зберігання та організацію доступу до них. Таким чином, необхідно масштабоване прозоре сховище даних із гарантованою якістю сервісу: необхідним рівнем захисту, безпеки, зручності, швидкості доступу до даних і т.д.

Використання грид-технологій [36] у АСОВ полягає в тому, щоб об'єднати різні та географічно розподілені ресурси для вирішення якісно нових завдань, зокрема, для розміщення, зберігання великих масивів даних та управління ними. Для регулювання потоків даних використовуються різні послуги їх передачі, що забезпечують:

- надійний механізм передачі файлів типу точка–точка користувачам;

- зручний спосіб розподілу ресурсів між експериментами, і навіть різні можливості моніторингу;
- запобігання перевантаженню мереж;
- запобігання перевантаженню сховищ даних;
- збирання комплексної інформації про помилки, що виникають під час роботи сервісу.

Система DataGrid насамперед забезпечує служби та інфраструктуру для розподіленого зберігання даних та роботи з ними.

Використання таких технологій у АСОВ має ряд переваг:

- дозволяє виводити їх на вищий і якісний рівень у зв'язку з постійно зростаючими функціональними можливостями;
- надає ресурси зберігання, що буде значно дешевше, ніж придбання необхідного устаткування та створення централізованого сховища;
- гарантує збереження даних при виході з ладу або збої за рахунок вибору для зберігання доступного ресурсу, тоді як у централізованому сховищі всі дані в такому випадку втрачаються.

Загальна схема побудови АСОВ з використанням грід-технологій наведена на рисунку 3.2.

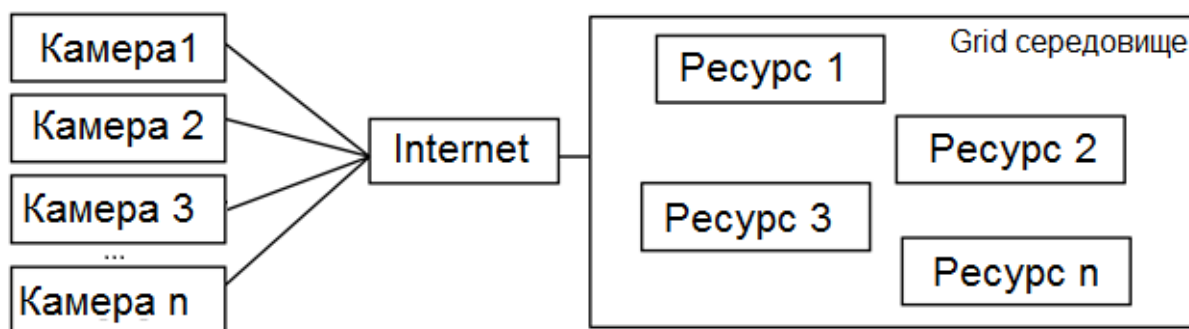


Рисунок 3.2 – Схема побудови АСОВ з використанням розподіленого зберігання

Відеодані з камери надходять через стандартні ПЦЗ та ЦОВ на менеджер ресурсів DataGrid. Він виявляє доступні ресурси та спрямовує до них ці дані. Кожна реплікація файлів фіксується у каталозі реплік, що дозволяє безпомилково визначити, скільки копій і на яких ресурсах має той

чи інший файл.

Для створення тестової інфраструктури використовувалося ПЗ IP Video System Design Tool (рисунок 3.3), що дозволяє налаштувати схему розташування відеокамер. За допомогою ПЗ можна розпланувати розташування камер, а також визначити область огляду для кожної з них.



Рисунок 3.3 – IP Video System Design Tool

Програма допоможе вам налаштувати всі камери так, щоб вони охоплювали всю територію будівлі без сліпих зон. Після визначення області огляду можна розрахувати потрібну кількість пристроїв(рисунок 3.4).

№	Фікусор	Сорт...	H	X	Y	Напрявл.	Роздільн.	Покривт.	Описан.	Масштаб	Шириня мєрт.	Проводимість	Модель	Тривалість мет...
13,12	36,9	0	18,1	8,3	30	1300x720	✓	✓	6,63	4,09				282 мєт/хв
19	14,8	2,2	0	20,1	12,288	200x200	✓	✓	0	0		800,0	VCS-250-05	280,00 мєт/хв
18,42,7	4,3	1,2	10,2	11,141,8		1300x1024	✓	✓	0,58	2,8				180,74 мєт/хв
15,1,9	38,9	1,2	10,7	16,60		1300x1080	✓	✓	-0,91	1,07				177,7 мєт/хв

Роздільна затні...	Компресія відео	Складність кад...	% Руху	Розмір кадру...	FPS	Діб	Камер	% Записи	Трафік,Мб/с	Об'єм,Гб	Бітрей...	Примітки
1920x1080 (Full HD)	MJPEG-20 (Good C 50 - Average)	50 - Average	50 - Average	253	10	30	1	100	20,73	6715,1	20726	
1920x1080 (Full HD)	MJPEG-20 (Хорош 75 - Выше средн 40 - Ниже сре)	40 - Среднее	50 - Среднее	317	10	30	1	100	25,97	8413,8	25969	
1920x1080 (Full HD)	MJPEG-20 (Хорош 50 - Средняя)	50 - Среднее	50 - Среднее	253	10	30	1	100	20,73	6715,1	20726	
1920x1080 (Full HD)	MJPEG-20 (Хорош 75 - Выше средн 50 - Среднее)	50 - Среднее	50 - Среднее	317	10	30	1	100	25,97	8413,8	25969	
1920x1080 (Full HD)	MJPEG-20 (Хорош 50 - Средняя)	50 - Среднее	50 - Среднее	253	10	30	1	100	20,73	6715,1	20726	
1920x1080 (Full HD)	MJPEG-20 (Хорош 50 - Средняя)	30 - Низкий	50 - Среднее	253	10	30	1	100	20,73	6715,1	20726	
1920x1080 (Full HD)	MJPEG-20 (Хорош 85 - Высокая)	50 - Среднее	50 - Среднее	342	10	30	1	100	28,02	9077,4	28017	

Рисунок 3.4 – Робочі вікна IP Video System Design Tool

Для цього передбачені функції IP Video System Design Tool:

- 3D моделювання об'єктів, що переміщуються – машин або людей;
- розрахунковий калькулятор визначення відстані між камерами;
- налаштування параметрів визначення та відстеження певних зон;
- розрахунок необхідного місця у сховищі для зберігання відеозаписів;
- можливість скласти креслення, звіти та таблиці, а потім перенести їх до інших редакторів.

Для отримання необхідного рівня масштабування сховище може бути географічно розподіленим, що ефективно використовує ґрид-технології. Результати досліджень показали можливість реалізації запропонованої ідеї.

Вищеописані переваги впровадження ґрид технологій у АСОВ не знімають конструктивних, вартісних, надійних та інших проблем, пов'язаних з розробкою таких систем. Для їхньої оптимізації прийнято використовувати засоби імітаційного комп'ютерного моделювання ґрид-систем.

Створення моделі дозволяє отримати адекватне уявлення про процеси передачі та зберігання даних у ґрид, а також визначити ресурси та засоби передачі даних, що задовольняють поставленим завданням.

Для виявлення ймовірнісних параметрів необхідних для моделювання АСОВ із застосуванням розподіленої технологій зібрано статистичну інформацію про роботу системи. Дослідження проводились для типових сценаріїв: вхід, торговий зал, зона оплати, паркування.

На рисунку 3.5 показана різниця запису по детектору руху та постійного запису для сценарію – вхід.

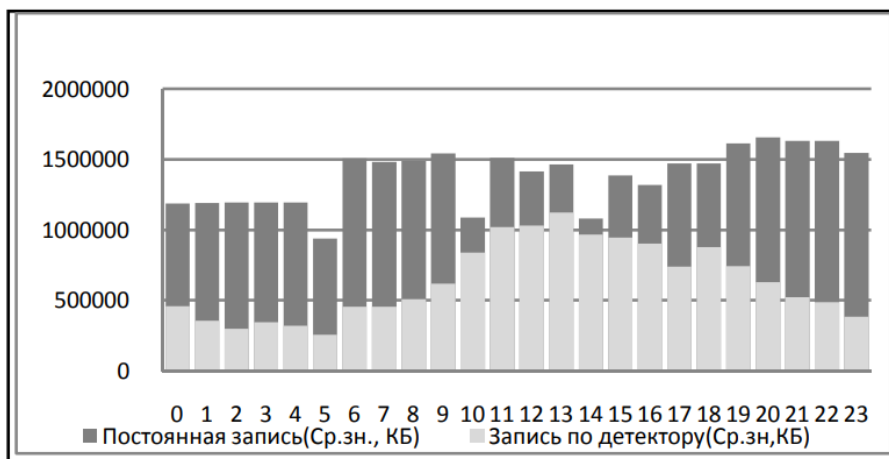


Рисунок 3.5 – Средний розмір файлів при різному способі запису

Запис ведеться наступним чином: протягом години всі дані записуються в один файл (при використанні детектора руху запис відновлюється у розпочатий файл).

Гістограма на рисунку 3.6 показує кількість файлів певного розміру у заданий період.

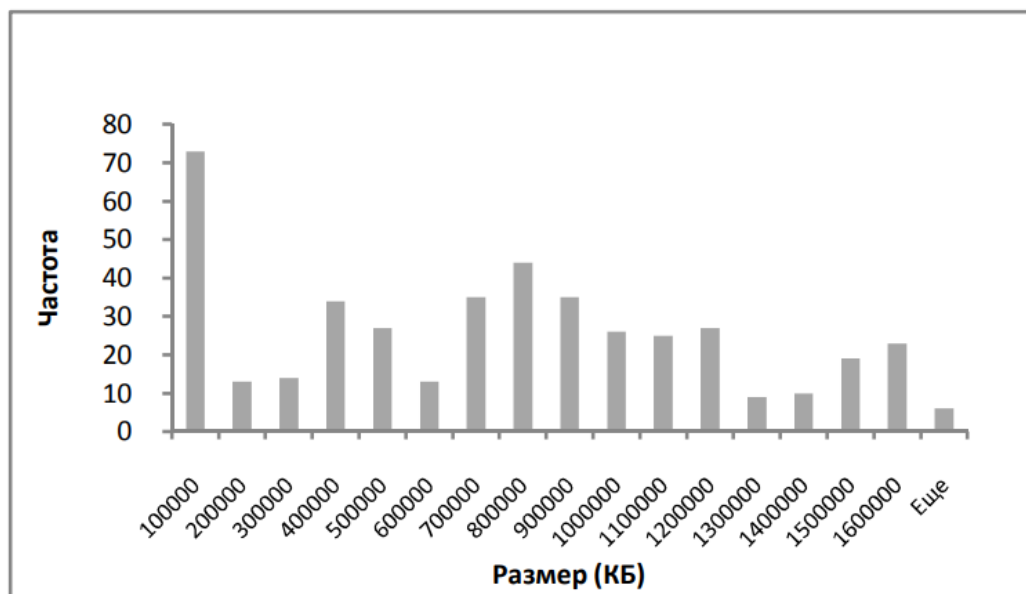


Рисунок 3.6 – Частотна гістограма за розмірами файлів

Такі дані дозволяють дати рекомендації щодо оптимізації збору відеоданих та якості самих відеоданих (коли камер декілька це не критично, але коли їх десятки, а то й сотні, маса непотрібних даних, шумів та іншого займатиме багато місця). Оптимізувавши збір даних, можна говорити про те, як оптимізувати зберігання, використовуючи розподілення даних. Технологію можна використовувати не лише для зберігання, але й для

обробки даних, але це потребує значних обчислювальних ресурсів. Наприклад, здійснювати пошук певних подій без перегляду всіх матеріалів архіву, що дозволить суттєво спростити роботу з відеоархівами.

В результаті досліджень набрано статистику записів для типових сценаріїв, що показала значний розкид характеристик, отримано уявлення про реальні обсяги відеоданих для різних способів запису (по детектору руху та постійного запису).

3.3 Синтез системи автоматизованого регулювання

Під синтезом системи автоматичного регулювання розуміється спрямований розрахунок, що має кінцевою метою відшукати раціональну структуру системи та встановлення оптимальних величин параметрів її окремих ланок.

Синтез можна розглядати прикладом варіаційної задачі та розглядати таку реалізацію системи, при якій для даних умов роботи (керуючі та збурюючі впливи, перешкоди, обмеження за часом роботи тощо) забезпечується теоретична мінімізація помилки. Синтез також можна трактувати як інженерне завдання, що зводиться до такої побудови системи, при якому забезпечується виконання технічних вимог до неї. Мається на увазі, що з багатьох можливих рішень інженер, що проектує систему, буде вибирати ті, які є оптимальними з точки зору існуючих конкретних умов та вимог до габаритів, ваги, простоти, надійності тощо.

На рисунку 3.7 наведено криву для знаходження оптимальних значень коефіцієнтів ПД-регулятора

Знайдені коефіцієнти ПД-регулятора:

$$c_0 = 0.030760368663594;$$

$$c_1 = 0.206871345029240.$$

Передавальна функція ПД-регулятора має вигляд:

Transfer function:

$$.2069 s + 0.03076$$

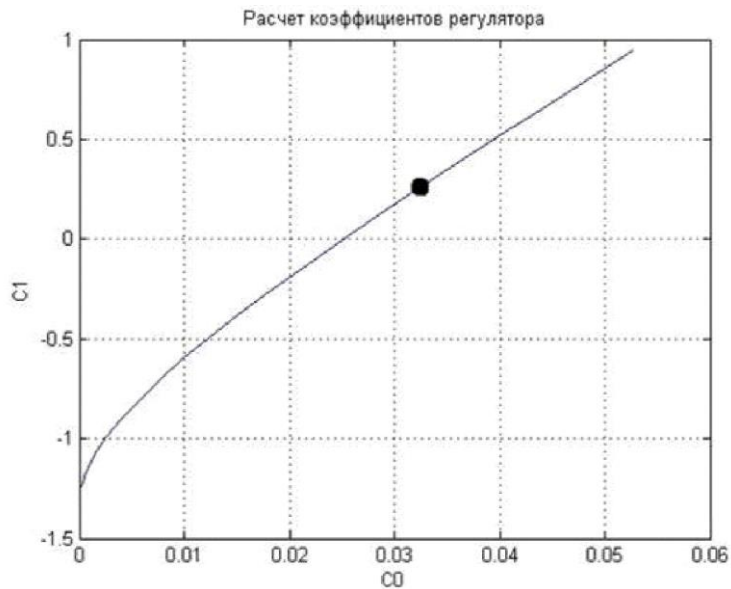


Рисунок 3.7 – Крива коефіцієнтів регулятора

Модель безпервної системи наведено на рисунку 3.8.

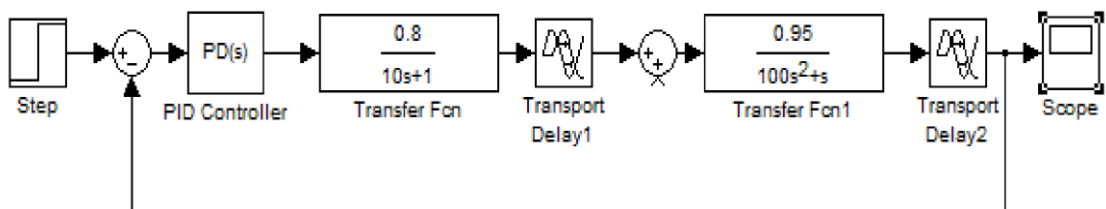


Рисунок 3.8 – Модель системи з безпервним регулятором

Графік передавальної функції цієї моделі матиме вигляд, представлений рисунку 3.9.

Як видно з рисунку 3.9, графік перехідної характеристики має безпервний вигляд і поступово виходить на одиницю.

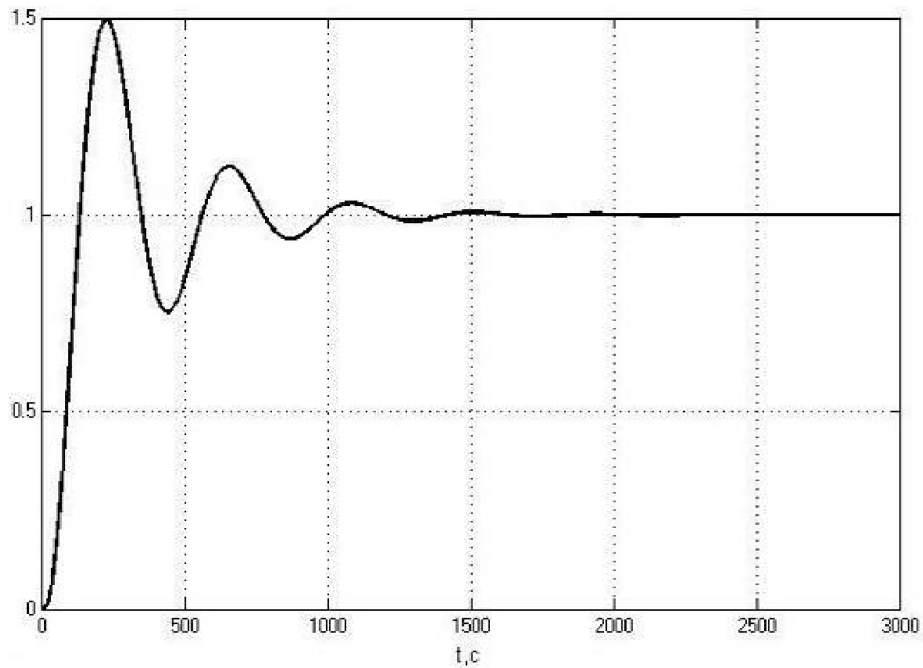


Рисунок 3.9 – Безперервна передавальна функція з регулятором

Далі проведено моделювання системи із збурюючим впливом і компенсатором у безперервному вигляді. Модель, що містить збурюючий вплив і компенсатор, наведена на рисунку 3.10.

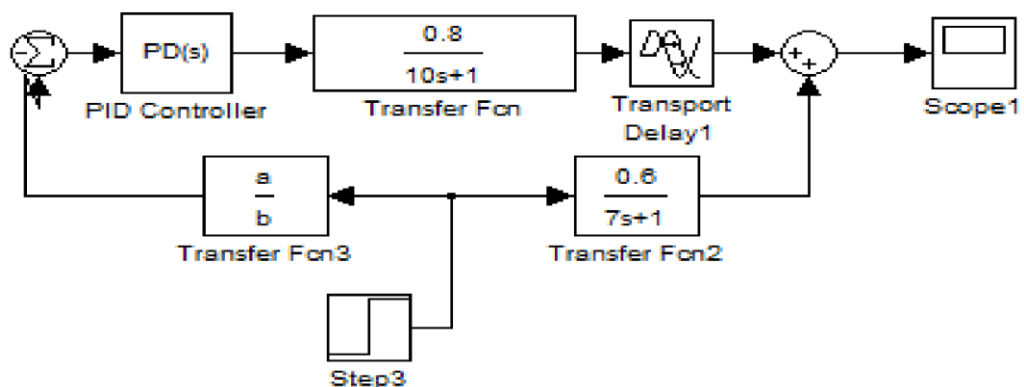


Рисунок 3.10 – Модель системи із компенсатором

Вигляд передавальної функції для такої системи із збурюючим впливом і компенсатором наведено на рисунку 3.11.

Отриманий безперервний компенсатор робить систему нечутливою до зовнішнього впливу, отже, розрахований і змодельований правильно.

Стрибок до 0.8 виникає в результаті запізнення.

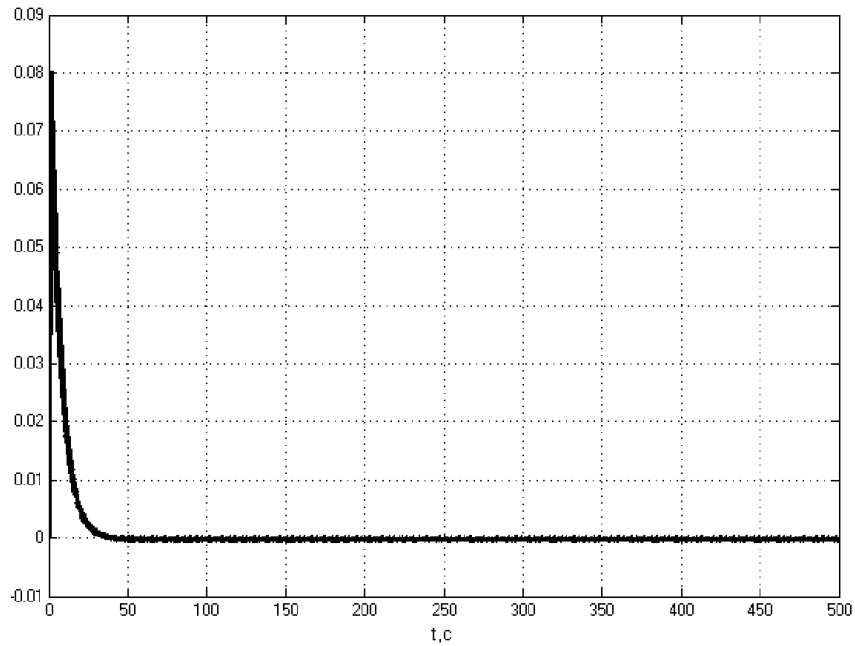


Рисунок 3.11 – Безперервна передавальна функція з компенсатором

Модель, що містить два об'єкти, регулятор збурюючого впливу та компенсатор, представлена на рисунку 3.12.

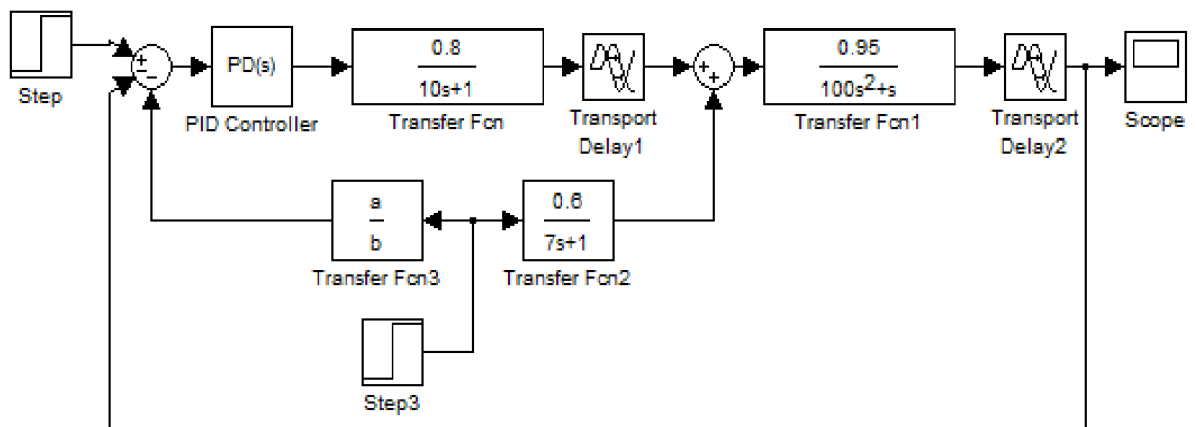


Рисунок 3.12 – Модель, що містить два безперервні об'єкти, регулятор збурюючого впливу та компенсатор

Вигляд передавальної функції для такої системи зі збурюючим впливом і компенсатором представлений на рисунку 3.13.

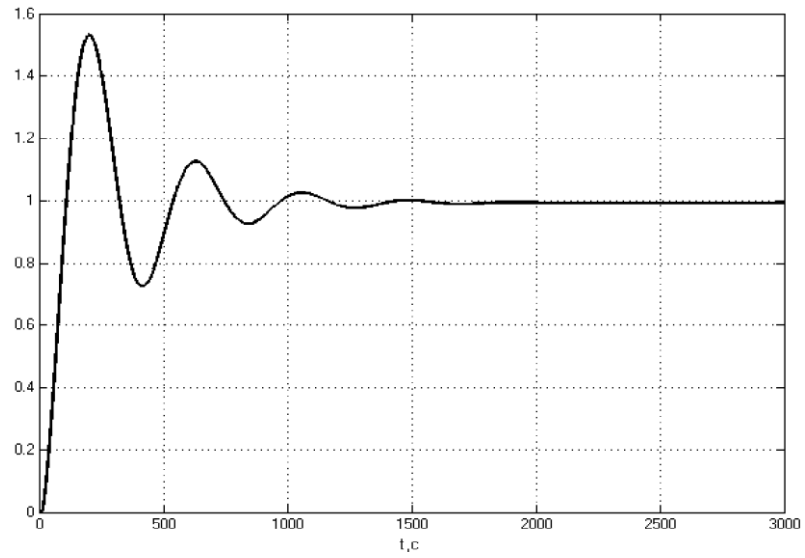


Рисунок 3.13 – Передавальна функція безперервної системи, що містить два об'єкти, регулятор збурюючого впливу та компенсатор

Отримана передавальна функція безперервної системи задовольняє задану умову.

ВИСНОВКИ

Досліджено комплексні системи управління безпекою об'єктів торгівлі, їх підсистеми та принципи організації. Проаналізовано загрози торговим об'єктам, а також способи їх попередження та протидії. Досліджено характеристики охоронних систем відеоспостереження та сфери їх застосування для забезпечення управління та безпеки об'єкта. Проведений аналіз елементів систем відеомоніторингу. Проведені дослідження дозволили визначити вимоги до проектованої системи.

Спроектовано автоматизовану систему охоронного відеомоніторингу, що дозволяє реалізувати повний контроль та запобігти максимальній кількості загроз для торговельного об'єкту. Проаналізовано переваги і недоліки аналогової та цифрової технологій передачі відеосигналів. Проведений аналіз способів кодування відео. В результаті проведеного аналізу для проектування автоматизованої системи охорони торгових приміщень обрано гідридну технологію, оскільки у великих проектах така система буде впроваджуватися набагато швидше, технічне рішення забезпечить функціональну гнучкість. Обрано оптимальний стандарт кодування відеопотоку, H.265, оскільки він має вищий рівень стиснення без видимого погіршення якості відео.

Розроблено децентралізовану структуру проектованої системи, оскільки така архітектура системи характеризується низькими вимогами до каналів передачі даних та масштабованість. Розроблено схему оптимального розташування обладнання для контролю та моніторингу за найбільш вразливими місцями торгового приміщення. Проведений розрахунок обладнання системи. Обґрунтовано вибір елементів для реалізації проектованої системи.

Запропоновано шляхи оптимізації АСОВ за рахунок використання інтелектуального аналізу відеоінформації, що дозволить підвищити рівень безпеки об'єктів охорони та їх управління. Запропонована функціональна схема АСОВ. Запропоновано розподілене зберігання великих масивів даних

для оптимального розміщення та управління ними, що дозволяє запобігти перевантаженню мереж та перевантаження сховищ.

Проедено синтез системи автоматичного регулювання напруги, що забезпечує підтримання керованого параметру на максимально близькому рівні до номінального значення

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

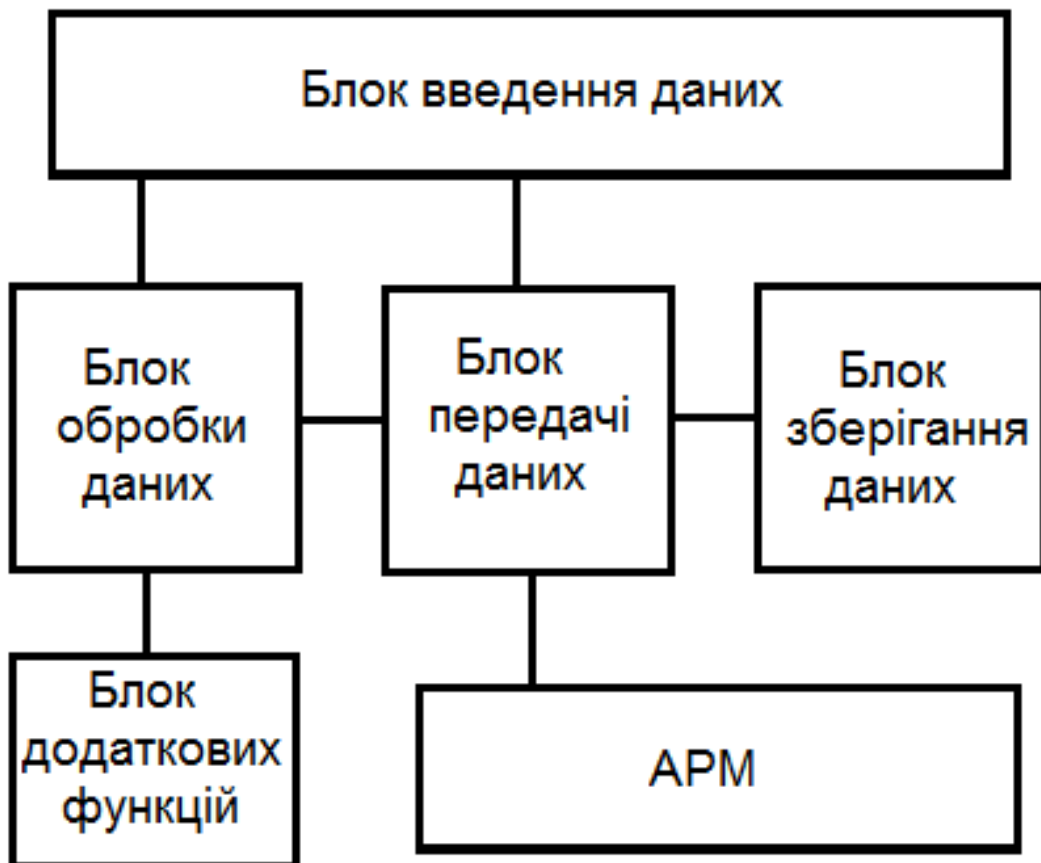
1. Охорона торгового центру: тактика охорони і безпеки: статті: безпека для всіх. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://android72.ru/allinnews/uep&dn&uu/posts/ohorona/uk/bezopasnost-ohorona-torgovogo-centru-taktika-ohoroni-i-bezpeki-statti-bezpeka-dla-vsih.php>
2. Досягнення безпеки і рентабельності супермаркетів в епоху цифрових технологій. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://worldvision.com.ua/obespechenie-bezopasnosti-i-rentabelnosti-supermarketov-v-epokhu-tsifrovykh-tehnologiy/>
3. З чого складається система відеоспостереження. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://asisvok.com.ua/blog/item/z-choho-skladaetsia-systema-videosposterezhennia>
4. Відеоспостереження в магазині і його переваги. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://magazun.com/poleznye-statii-uk/o-videonablyudenii-uk/videonablyudenie-v-magazine-i-ego-preimuschestva-uk/>
5. Відеоспостереження в магазинах: крадіжки, які можна попередити. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://greenvision.ua/ua/blog/articles/Videonablyudeniiye-v-magazinakh-krazhi-kotoryye-mozhno-predupredit>
6. Охорона і безпека магазину. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://allposa.com/uk/blog/35_oxrana-i-bezopasnost-magazina
7. Проектування / Комплексні охоронні системи. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.technoguard.com.ua/project-systems?gclid=CjwKCAjwh4ObBhAzEiwAHzZYU4dCfMIXwNeBdRkyHyPDOHt0Kv6_qChPjduTkTLP_ZO-kSsrkDsfBoCJgYQAvD_BwE
8. Протикрадіжне обладнання. [Електронний ресурс].– Режим доступу: <https://intertehno.com.ua/65-protikradizhne-obladnannya>
9. Системи захисту товарів. [Електронний ресурс].– Режим доступу: <https://www.bsi-group.com.ua/ua/systems-security/system-products-protection>

10. Антикрадіжні системи. [Електронний ресурс].– Режим доступу: <https://security.akb.ua/ua/antikrajka>
11. Відеоспостереження в магазинах. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://worldsecurity.com.ua/blog/videonablyudenie/videonablyudenie-v-magazinah>
12. Відеоспостереження у публічних місцях: основи захисту персональних даних. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://labs.journ.univ.kiev.ua/hrj/wp-content/uploads/2021/07/>
13. Damjanovski V. CCTV: From Light to Pixels. –3rd Edition. – Butterworth–Heinemann, 2013. – 595 p.
14. Tran T. High–Speed DSP and Analog System Design. – Springer, 2010. 227 p.
15. De Rango F. (ed.) Digital Video. 2nd Edition. –ExLi4EvA, 2016. – 514 p.
16. Як вибрати камеру відеоспостереження?. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://kibstore.com/blog/videosposterezhennya/yak-vibrati-kameru-videosposterezhennya-analogovu-abo-cifrovu-vulichnu-abo-v-primisshennya>
17. IP камери pinhole для відеоспостереження. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://smartel.ua/ip-kamery-videonablyudeniya/tip-kamery-is-pinhole/>
18. Проектування систем охоронної сигналізації. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.mit-net.com.ua/проектування-систем-охоронної-сигна>
19. Безпека та захист завдяки відеорішенням: виявлення та охорона. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.konicaminolta.ua/uk-ua/intelligent-connected-workplace/security-services/safety-security-by-video-solutions>
20. Beach Andy, Owen Aaron. Video Compression Handbook.– Peachpit Press, 2018. — 304 p

21. Li Z.N., Drew M.S., Liu J. Fundamentals of Multimedia.– 3rd ed. – Springer, 2021. – 832 p.
22. Rao K.R., Kim D.N., Hwang J.J. Video Coding Standards. AVS China, H.264 MPEG-4 PART10, HEVC, VP6, DIRAC and VC-1. Springer, 2014. – 515 p.
23. Цифрове відео- та аудіокодування / С. П. Кононов, В. Д. Тромсюк. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 71 с.
24. Цифрова обробка аудіо- та відеоінформації у мультимедійних системах: Навчальний посібник / О.В. Дробик, В.В. Кідалов, В.В. Коваль, Б.Я. Костік, В.С. Лазебний, Г.М. Розорінов, Г.О. Сукач. – К.: Наукова думка, 2008. – 144 с
25. Святогор О.А., Ковтун В.В. Автоматизованої системи відеомоніторингу. частина 1. оптимізація розташування сенсорного масиву. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2022/paper/viewFile/15841/13295>
26. IP-камера Green Vision GV-074-IP-H-COA14-20. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://greenvision.ua/ua/product/6538>
27. Купольна камера GV-112-GHD-H-DIK50-30. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nadzor.ua/product/gibridnaa-kupolnaa-kamera-green-vision-gv-112-ghd-h-dik50-30>
28. Кодер Dahua HDCVI HAC-HFW1200T. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dahua-technology.com.ua/hdcvi-videokamera-dahua-dh-hac-hfw1200t-s3a-28-mm>
29. Комутатор D-Link DES-1210-28P. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://lantorg.com/products/kommutator-d-link-des-1210-28p>
30. Відеореєстратор GV-X-S029/16. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://camery.com.ua/ru/videorejestrator-green-vision-gv-x-s029-16-1080p/>
31. Квадратор QB-102(АМС). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrtexzbut.com.ua/rus/catalog/domofon-ustanovka-videonabljudenie-kvadrator-registrator-kamera/kvadratory-videoregistrator/all/all/all/1905>

32. Монітор MW3232-E. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://secur.ua/monitor-32-uniview-mw3232-e.html>
33. Сервер Dell R620. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://systemsolutions.com.ua/content/dell-poweredge-r620>
34. Значення автоматизації для відеоаналітики. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://worldvision.com.ua/znachenie-avtomatizatsii-dlya-videoanalitiki/>
35. Як зберігати відеодані в системі відеоспостереження? . [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://tvtdigital.com.ua/yak-zberihaty-videodani-v-systemi-videosposterezhennia/>
36. Хмарні та Грід-технології / В.Я.Юрчишин; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 264 с.

Структурна схема автоматизованої системи охорони торгового приміщення



Функціональна схема автоматизованої системи охорони торгового
приміщення

