


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА  
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АвіАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»  
Циклова комісія комп'ютерних систем та мереж  
(повна назва циклової комісії)

Допустити до захисту  
Голова випускової циклової комісії  
комп'ютерних систем та мереж

 (повна назва циклової комісії)  
(підпис) Ірина КРАВЧУК  
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« 10 » 06 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

**ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОГО СТУПЕНЯ**  
**ФАХОВИЙ МОЛОДШИЙ БАКАЛАВР**

Тема: Цифрове відеоспостереження для підвищення безпеки автопаркінгу  
3-013

Група: \_\_\_\_\_ Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Здобувач освіти

  
(підпис)

Георгій КОНОВАЛЬЧУК  
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

  
(підпис)

Владислав СОБЧУК  
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Консультант з оформлення  
пояснювальної записки

  
(підпис)

Оксана ОСАДЧА  
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Кривий Ріг 2025 р.

КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ДЕРЖАВНОГО НЕКОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА  
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

Відділення комп'ютерної та програмної інженерії  
Циклова комісія комп'ютерних систем та мереж  
Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр  
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова випускової циклової комісії  
комп'ютерних систем та мереж

(повна назва циклової комісії)



Ірина КРАВЧУК

(ім'я, прізвище)

« 01 » 03 2025 р.

## ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ОСВІТИ

Георгію КОНОВАЛЬЧУКУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Цифрове відеоспостереження для підвищення безпеки

Керівник роботи Владислав СОБЧУК

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

затверджені наказом по коледжу від « 04 » 04 2025 року № 50-ст

2. Строк подання здобувачем освіти роботи з 01.03.2025 по 10.06.2025

3. Вихідні дані до роботи Цифрова система відеоспостереження

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно  
Технології та види систем відеоспостереження

2. Цифрова система відеоспостереження автопаркінгу

3. Практична розробка цифрової системи відеоспостереження

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація Microsoft PowerPoint

6. Консультанти розділів роботи (проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ n/n	Етапи виконання дипломної роботи	Термін виконання <i>етапів</i>	Примітка
1	Вибір теми кваліфікаційної роботи	24.03.2025 – 25.03.2025	Виконано
2	Визначити план змісту п)	26.03.2025 – 01.04.2025	Виконано
3	Виконати огляд основних відомостей про системи відеоспостереження.	02.04.2025 – 05.04.2025	Виконано
4	Виконати огляд апаратного забезпечення сучасних систем відеоспостереження.	06.04.2025 – 15.04.2025	Виконано
5	Проаналізувати проект системи відеоспостереження	16.04.2025 – 01.05.2025	Виконано
6	Розробити структуру та оформити пояснювальну записку.	02.05.2025 – 11.05.2025	Виконано
7	Підготувати графічний матеріал	12.05.2025 – 01.06.2025	Виконано
8	Захистит кваліфікаційної роботи		

Здобувач освіти

  
(підпис)

Керівник роботи

  
(підпис)

Георгій КОНОВАЛЬЧУК

(ІМ'Я, ПРІЗВИЩЕ)

Владислав СОБЧУК

(ІМ'Я, ПРІЗВИЩЕ)



## Звіт подібності

### метадані

Назва організації:

Ukrainian national aviation university

Важливість:

Коновальчук Г.\_переврка!

Автор:

Науковий керівник / Експерт

Коновальчук Г/Кравчук І.В

Підділ:

Криворізький Фаховий коледж

### Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що вищий значення коефіцієнта не автоматично означає плагіат. Звіт має аналізувати компетентна і уповноважена особа.



25

Кількість знайдених документів (PDF, DOC, DOCX)



9250

Кількість знайдених слів

74578

Кількість знайдених знаків

### Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть створити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його зберіженні. Тому ми рекомендуємо вам підійти до аналізу цього модуля відповідально, у разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		1
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		3

### Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із раних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Із джерела - значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналзувати зміст і правильність оформлення джерела.

### 10 найдовших фраз

Колір тексту

Сторінка бази

номер

НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL НАЗВА БАЗИ

Кількість знайдених слів

Кількість знайдених знаків

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи “ Цифрове відеоспостереження для підвищення безпеки ”: 68 с., 34 рис., 12 літературних джерел.

СИСТЕМА ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, ВІДЕОКАМЕРА, КОМУТАТОР, ВІДЕОРЕЄСТРАТОР, МОНІТОРИНГ, АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, АВТОПАРКІНГ.

Мета кваліфікаційної роботи – розробка апаратних та програмних рішень для побудови цифрової системи відеоспостереження автопаркінгу. Об’єкт проектування – цифрова система відеоспостереження. Предмет проектування – комп’ютерна система цифрового відеоспостереження автопаркінгу..

Метод проектування – визначення основних методів побудови цифрових систем відеоспостереження

Результати кваліфікаційної роботи рекомендується використовувати для більш глибокої орієнтації в просторі систем відеоспостереження, аналізувати залежності, переваги та недоліки кожного з існуючих рішень.

5

## ЗМІСТ

### ВСТУП

### РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИДИ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ 8

1.1 Етапи розвитку систем відеоспостереження (СВС): Історичний огляд та технологічна еволюція.....	8
1.1.1 Зародження та ранні механічні та електромеханічні системи (1920-ті – 1950-ті роки).....	8
1.1.2 Перехід до повністю аналогових та кольорових систем (1960-ті – 1980-ті роки).....	9
1.1.3 Цифрова революція та поява DVR (1990-ті роки).....	11
1.1.4 Ера IP-відеоспостереження та інтелектуальних систем (2000-ні роки – сьогодні).....	13
1.2 Завдання та області застосування відеоспостереження: Від безпеки до оптимізації процесів.....	15
. 1.3 Класифікація систем відеоспостереження: Типи, архітектури та функціональні можливості.....	18
1.3.1 За типом сигналу: Аналогові, HD-аналогові та цифрові IP-системи.....	18
1.3.2 За способом передачі даних: Дротові та бездротові рішення.....	21
1.3.3 За архітектурою: Локальні, розподілені та хмарні системи.....	22
1.3.4 За призначенням / функціоналом: Моніторингові, аналітичні та спеціалізовані системи... 23	
1.4 Аналогова система відеоспостереження: Принцип роботи, компоненти, переваги та недоліки.....	24
... 1.5 Цифрова система відеоспостереження: Архітектура, компоненти, переваги та недоліки	

рішень.....	28
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	33
РОЗДІЛ 2. ЦИФРОВА СИСТЕМА ВІДЕОПОСТЕРЕЖЕННЯ АВТОПАРКІНГУ.....	34
2.1. Об'єкти системи відеоспостереження.....	35
2.2. Карта розташування камери.....	38
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	47
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РОЗРОБКА.....	48
3.1 Вибір пристроїв.....	48
3.1.1 Вибір IP-камер.....	48
3.1.2. Вибір мережевого відеореєстратора (NVR) або сервера з VMS.....	49
3.1.3. Вибір мережевого обладнання.....	51
3.1.4. Допоміжне обладнання.....	53
3.2. Технологія уніфікації системи.....	54
3.2.1. Мережева інтеграція.....	54
3.2.2. Програмне забезпечення для управління відео (VMS).....	54
3.2.3. Інтеграція з іншими системами безпеки.....	55
3.2.4. Забезпечення віддаленого доступу.....	55
3.3. Забезпечення безперебійного електропостачання системи.....	56
3.4. Програмне забезпечення.....	56
3.4.1. Програмне забезпечення для керування відео (VMS – Video Management Software).....	57
3.4.2. Додаткове програмне забезпечення.....	57
3.5. Налаштування системи.....	57
3.5.1. Початкове налаштування мережі.....	58
3.5.2. Налаштування IP-камер.....	58
3.5.3. Налаштування NVR/сервера з VMS.....	59
3.5.4. Тестування системи.....	61
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

## ВСТУП

Сучасний світ характеризується стрімким розвитком технологій та урбанізацією, що призводить до постійного зростання кількості транспортних засобів. Збільшення кількості автомобілів, у свою чергу, викликає потребу у збільшенні кількості місць для їх зберігання – автопаркінгів. Однак, разом із розширенням інфраструктури, зростають і ризики, пов'язані з безпекою транспортних засобів та майна на цих територіях. Крадіжки, акти вандалізму, несанкціонований доступ, а також спірні ситуації та дорожньо-транспортні пригоди є частими явищами на автопаркінгах, що завдають значних матеріальних та репутаційних збитків власникам автотранспорту та адміністрації паркувальних комплексів.

У цих умовах традиційні методи охорони, такі як фізичне патрулювання,

стають менш ефективними та економічно виправданими для забезпечення всебічного контролю за великими територіями. Виникає нагальна потреба у впровадженні сучасних, високотехнологічних рішень, здатних забезпечити безперервний моніторинг, швидке виявлення інцидентів та ефективну фіксацію подій. Саме тому системи відеоспостереження набувають особливого значення як інструмент підвищення безпеки та контролю.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена зростаючим попитом на надійні та ефективні рішення для забезпечення безпеки на автопаркінгах. Перехід від аналогових систем до цифрових відкриває нові можливості для інтеграції, розширення функціоналу та застосування інтелектуальних аналітичних інструментів. Цифрові системи відеоспостереження дозволяють не лише фіксувати події, а й оперативно реагувати на них, автоматизувати процеси контролю доступу, розпізнавати номерні знаки та обличчя, а також надавати цінну інформацію для розслідування інцидентів. Таким чином, дослідження та впровадження сучасних цифрових рішень для відеоспостереження на автопаркінгах є важливим кроком до

7

створення безпечного та комфортного середовища для власників транспортних засобів.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування та обґрунтування принципів реалізації цифрової системи відеоспостереження для автопаркінгу, спрямованої на підвищення рівня безпеки та ефективності контролю за об'єктом, з урахуванням сучасних технологічних вимог та стандартів.

Для досягнення поставленої мети було визначено наступні завдання: 1. Проаналізувати етапи розвитку та існуючі технології систем відеоспостереження, здійснити їх класифікацію.

2. Визначити основні завдання та особливості застосування відеоспостереження на автопаркінгах.

3. Розробити архітектуру та план розташування компонентів цифрової системи відеоспостереження для типового автопаркінгу.

4. Обґрунтувати вибір необхідного обладнання та програмного

забезпечення для реалізації системи.

5. Описати технологію об'єднання компонентів системи та принципи її налаштування.

6. Розглянути питання забезпечення безперебійного живлення системи. Об'єктом дослідження є процеси проектування, впровадження та функціонування комп'ютерних систем відеоспостереження.

Предметом дослідження є цифрова система відеоспостереження для підвищення безпеки автопаркінгу, її архітектура, компоненти та принципи функціонування.

Практична значущість роботи полягає в тому, що розроблені рекомендації та проектні рішення можуть бути використані для створення або модернізації систем відеоспостереження на існуючих та нових автопаркінгах, сприяючи підвищенню рівня їхньої безпеки, ефективності управління та зниженню ризиків для майна.

8

## **РОЗДІЛ 1**

### **ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВИДИ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ**

Для глибокого та всебічного розуміння сучасних можливостей, архітектурних рішень та потенціалу систем відеоспостереження (СВС) у контексті забезпечення безпеки автопаркінгів, необхідно зануритись в історичний генезис та технологічну еволюцію цієї галузі. Процес розвитку СВС є яскравим свідченням неперервного технологічного прогресу, який перетворив початкові, досить примітивні засоби фіксації зображень на складні, багатофункціональні та інтелектуальні системи безпеки. Цей шлях пройшов від суто механічних пристроїв до розгалужених цифрових мережевих рішень, здатних не тільки фіксувати, але й аналізувати події, прогнозувати загрози та інтегруватися з іншими компонентами інфраструктури безпеки. Вивчення цих аспектів дозволить сформувати міцну теоретичну базу для подальшого практичного проектування системи.

#### **1.1 Етапи розвитку систем відеоспостереження (СВС)**

Історія систем відеоспостереження (СВС) нерозривно пов'язана з загальним прогресом у галузі електроніки, телекомунікацій, інформаційних технологій та комп'ютерних наук. Від своїх концептуальних зародків до сучасних високотехнологічних комплексів, СВС пройшли кілька кардинальних етапів розвитку, кожен з яких привносив суттєві якісні зміни у функціональність, якість зображення, методи зберігання даних, можливості обробки інформації та сфери застосування.

### **1.1.1 Зародження та ранні механічні та електромеханічні системи (1920-ті – 1950-ті роки)**

На початковому етапі розвитку СВС домінували аналогові системи відеоспостереження, що базувалися на технології замкненого телевізійного контуру (ССТV – Closed-Circuit Television). Перші концепції візуального

9

моніторингу за допомогою віддалених засобів з'явилися ще у 1920-х роках, знаходячи свої витoki у військових розробках та потребах промисловості. Хоча термін "відеоспостереження" ще не використовувався, його зародки можна побачити у винахіді німецького інженера Вальтера Бруха у 1927 році, який розробив концепцію системи, здатної передавати зображення через замкнений контур. Проте, реальне впровадження ССТV у промисловому масштабі часто приписують Siemens AG та американській компанії Vicon, які у 1940-х роках почали розробляти системи для спостереження за небезпечними процесами (наприклад, випробуваннями ракет V-2 під час Другої світової війни). Ці ранні системи використовували електромеханічні скануючі диски (як у механічному телебаченні) або перші покоління електронно-променевих трубок (ЕПТ) для захоплення та відображення зображення. Вони були надзвичайно громіздкими, дорогими у виробництві та обслуговуванні, а якість зображення була вкрай низькою. Для кожної камери, як правило, вимагався окремий монітор, що робило системи непрактичними для масштабного застосування. Роздільна здатність була еквівалентна приблизно 0,1-0,3 мегапікселя за сучасними мірками, що обмежувало деталізацію та можливості ідентифікації. Запис відеоінформації був винятково складним і здійснювався переважно на

кіноплівку, що вимагало великих витрат на зберігання, обробку та часту заміну носія. Такі системи використовувалися переважно для спеціалізованих завдань у високоризикових або стратегічно важливих об'єктах, таких як військові бази, атомні електростанції або банки.

### **1.1.2 Перехід до повністю аналогових та кольорових систем (1960-ті – 1980-ті роки)**

Справжній розквіт аналогових СВС розпочався у 1960-х роках із масовим розвитком та здешевленням електронних компонентів, зокрема, удосконаленням технології ЕПТ для відеокамер та моніторів. Цей період характеризувався переходом від електромеханічних до повністю електронних систем, що суттєво покращило їхню надійність, компактність та продуктивність.

10

Поява чорно-білих камер: У 1960-х роках чорно-білі аналогові камери стали більш доступними. Вони використовували електронно-променеві трубки (типу Vidicon або Plumbicon) для перетворення світла в електричний сигнал, який передавався по коаксіальному кабелю. Ці камери забезпечували вищу якість зображення порівняно з попередніми поколіннями, дозволяючи отримувати більш чітке та стабільне відео.

Впровадження відеомагнітофонів (VCR): Поява та комерційне розповсюдження відеомагнітофонів (VCR) у 1970-х роках стало революційним кроком для СВС. Це дозволило записувати відеосигнал з камер на магнітні касети (формати Betamax, VHS), що значно спростило процес архівування та відтворення записів. Відеозаписи почали активно використовуватись як доказова база у правових розслідуваннях. Однак, VCR мали свої недоліки: обмежений час запису на касету, необхідність регулярної заміни касет, швидкий знос записуючої голівки та погіршення якості запису з часом.

Поява кольорових камер: У 1970-х роках з'явилися і почали набувати поширення кольорові аналогові камери. Хоча вони були дорожчими, ніж чорно-білі, можливість отримувати кольорове зображення надавала значно більше візуальної інформації, що підвищувало ефективність ідентифікації об'єктів,

транспортних засобів та осіб. Це було особливо важливо для розслідувань, де колір одягу або автомобіля міг бути ключовою деталлю.

Розвиток мультиплексорів та квадруплексорів: Для зручності моніторингу кількох камер на одному екрані з'явилися аналогові мультиплексори та квадруплексори. Ці пристрої дозволяли відображати кілька відеопотоків одночасно на одному моніторі (наприклад, у режимі "квадрата" – чотири камери на одному екрані) або перемикатися між ними. Це значно економило простір у диспетчерських пунктах.

Розширення сфер застосування: Аналогові СВС стали компактнішими, надійнішими та відносно дешевшими, що сприяло їхньому масовому поширенню у банківській сфері, роздрібній торгівлі, освітніх закладах, на транспортних об'єктах та в громадській безпеці. Лондонський метрополітен у

11

1975 році став одним із перших великих об'єктів у світі, де була встановлена масштабна аналогова система відеоспостереження для моніторингу пасажирських платформ.

### **1.1.3 Цифрова революція та поява DVR (1990-ті роки)**

1990-ті роки стали переломним періодом, коли цифрові технології почали активно проникати у сферу відеоспостереження. Цей етап характеризується гібридними рішеннями, де аналоговий відеосигнал оцифровувався для подальшої обробки та зберігання.

Перші кроки до оцифрування: Спочатку аналогові сигнали з камер перетворювалися на цифрові за допомогою спеціальних плат відеозахоплення, встановлених у персональних комп'ютерах. Це дозволяло зберігати відеофайли на жорстких дисках комп'ютерів, що було значно зручніше, ніж використання відеокасет. Однак, тоді це вимагало значних обчислювальних ресурсів та великих обсягів пам'яті.



Рисунок 1.1 - Перша в історії камера

Поява цифрових відеореєстраторів (DVR – Digital Video Recorder): Приблизно у 1994 році з'явилися перші спеціалізовані цифрові відеореєстратори – DVR. Це були автономні пристрої, які мали вбудовані аналого-цифрові перетворювачі, процесори для компресії відео (наприклад, JPEG, MPEG-1/2) та жорсткі диски для зберігання даних. DVR дозволили:

12

Довший термін зберігання: Відеозаписи могли зберігатися тижнями або місяцями, залежно від обсягу жорсткого диска, без втрати якості.



Рисунок

1.2 - Перший пост відеозапису

Швидкий пошук та відтворення: Доступ до архівних записів став миттєвим, з можливістю пошуку за датою, часом або подією. Покращення

якості запису: Цифровий формат дозволяв зберігати відео з меншими втратами якості порівняно з аналоговими стрічками. Базові мережеві можливості: Деякі DVR вже тоді мали мережеві інтерфейси, що дозволяло здійснювати віддалений перегляд відео через локальну мережу або Інтернет, хоча ці можливості були досить обмеженими. Детекція руху: DVR могли аналізувати зміни в кадрі для виявлення руху та ініціації запису тільки за подією, що дозволяло економити місце на диску. Гібридні системи (HD-CVI/HD-TVI/AHD): Хоча вони з'явилися дещо пізніше (кінець 2000-х – початок 2010-х), концепція HD-аналогових систем є прямим продовженням цієї ери. Ці технології дозволили передавати відео високої роздільної здатності (720p, 1080p і навіть 4K) по звичайному коаксіальному кабелю, використовуючи спеціалізовані DVR (гібридні DVR або XVR). Це забезпечило плавний перехід від застарілих аналогових систем до HD

13

без необхідності повної заміни кабельної інфраструктури, що було економічно вигідно для багатьох об'єктів.

Цифрова революція 1990-х років заклала міцний фундамент для наступного, повноцінного мережевого етапу розвитку СВС, відкривши шлях до глибокої інтеграції з інформаційними технологіями.

#### **1.1.4 Ера IP-відеоспостереження та інтелектуальних систем (2000-ні роки – сьогодні)**

З початку 2000-х років настала ера IP-відеоспостереження, яка кардинально змінила галузь. Перехід на використання стандартних мережевих протоколів (IP – Internet Protocol) дозволив інтегрувати системи відеоспостереження в існуючу інформаційну інфраструктуру, використовуючи комп'ютерні мережі (Ethernet, Wi-Fi) для передачі, зберігання та управління відеоданими.



Рисунок 1.3 - Сучасні веб-камери

IP-камери: IP-камери стали по суті міні-комп'ютерами з оптичними сенсорами. Кожна камера має власний IP-адрес, вбудований процесор, який оцифровує, стискає відео (використовуючи ефективні кодеки H.264, H.265, H.265+) та передає його через мережу. Це забезпечило:

Висока роздільна здатність: Доступність камер з роздільною здатністю Full HD, 4K, 8K та навіть вище, що дозволяє отримувати надзвичайно деталізоване зображення.

14

Power over Ethernet (PoE): Можливість передачі даних та живлення по одному Ethernet-кабелю, що значно спрощує монтаж та зменшує витрати на кабельну інфраструктуру.

Гнучкість та масштабованість: Легке додавання нових камер до існуючої мережі, можливість масштабування системи від кількох до тисяч камер. Віддалений доступ: Доступ до відео в реальному часі та архіву з будь-якої точки світу через Інтернет за допомогою ПК або мобільних пристроїв. Мережеві відеореєстратори (NVR) та сервери з VMS: Замість DVR почали використовувати NVR (Network Video Recorder) або потужні сервери зі спеціалізованим програмним забезпеченням VMS (Video Management Software). Ці пристрої отримують цифрові відеопотоки по мережі, зберігають їх та надають розширені можливості для управління системою.

VMS: Сучасні VMS є централізованими платформами, що дозволяють керувати великою кількістю камер, налаштовувати сценарії реагування на події,

інтегруватися з іншими системами безпеки (СКУД, сигналізація) та надавати гнучкий інтерфейс для моніторингу та пошуку.

Хмарні сервіси (VSaaS – Video Surveillance as a Service): З розвитком хмарних технологій з'явилися рішення, де відеоархів зберігається на віддалених хмарних серверах, а управління системою здійснюється через веб-інтерфейс. Це зменшує початкові витрати на обладнання та спрощує обслуговування.

Інтелектуальні функції та відеоаналітика (ШІ/Машинне навчання): Це найбільший прорив сучасної ери. IP-камери та VMS системи почали активно інтегрувати алгоритми штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання для автоматичного аналізу відеоконтенту. До таких функцій належать:

Розпізнавання облич та номерних знаків (LPR/ANPR): Автоматична ідентифікація осіб та транспортних засобів, формування баз даних. Детекція руху та вторгнення: Точне виявлення руху в певних зонах, перетину віртуальних ліній.

Класифікація об'єктів: Розрізнення людей, автомобілів, тварин, що зменшує кількість хибних спрацьовувань.

15

Підрахунок людей/транспорту: Статистичний аналіз потоків. Виявлення залишених/винесених предметів, скупчень людей, підозрілої поведінки: Автоматичне виявлення аномалій та потенційних загроз. Теплові карти, аналіз трафіку: Для оптимізації бізнес-процесів та просторового планування.

Сучасні СВС стали невід'ємною частиною інтегрованих систем безпеки, здатними не лише фіксувати події, а й проактивно виявляти загрози, надавати цінну аналітичну інформацію та автоматизувати процеси реагування.

## **1.2 Завдання та області застосування відеоспостереження**

Сучасні системи відеоспостереження (СВС) давно вийшли за рамки простого інструменту фіксації подій, перетворившись на багатофункціональні комплекси, що вирішують широкий спектр завдань у різноманітних сферах життя та діяльності. Їхнє застосування охоплює як забезпечення безпеки, так і оптимізацію робочих процесів.

Основні завдання систем відеоспостереження:

Запобігання злочинності та правопорушенням: Наявність видимих камер відеоспостереження сама по собі є потужним стримуючим фактором для потенційних зловмисників. Системи дозволяють відлякувати крадіїв, вандалів та інших порушників, знижуючи ймовірність скоєння протиправних дій. Це також стосується і внутрішніх порушень, таких як розкрадання співробітниками або порушення дисципліни.

Виявлення та фіксація інцидентів: СВС забезпечують цілодобовий моніторинг об'єктів та територій, дозволяючи оперативно виявляти підозрілу активність, несанкціоноване проникнення, спроби крадіжки або акти вандалізму. Записане відео стає незаперечним доказом при розслідуванні подій та притягненні винних до відповідальності, допомагаючи встановити обставини інциденту, ідентифікувати причетних осіб та відтворити хронологію подій.

Контроль доступу та периметра: Інтеграція відеоспостереження з системами контролю та управління доступом (СКУД) дозволяє ефективно

16

керувати потоками людей та транспорту, контролювати вхід/вихід на територію, запобігати несанкціонованому проникненню. Відеокамери можуть фіксувати проходження осіб через контрольні точки, а аналітичні функції (наприклад, розпізнавання облич, номерних знаків) допомагають автоматично ідентифікувати порушників або забезпечувати безперешкодний доступ авторизованим користувачам.

Моніторинг робочих процесів та продуктивності: У промислових, логістичних, торговельних та офісних об'єктах СВС використовуються для контролю за дотриманням технологічних процесів, правил безпеки праці, оптимізації логістичних операцій, моніторингу роботи персоналу та забезпечення якості обслуговування клієнтів. Це дозволяє виявляти "вузькі місця" у виробництві, аналізувати поведінку споживачів, оптимізувати розміщення товарів тощо.

Відеоаналітика та інтелектуальний аналіз: Сучасні цифрові системи оснащені потужними модулями відеоаналітики, що базуються на штучному інтелекті та машинному навчанні. Ці функції дозволяють автоматизувати рутинний моніторинг та оперативно реагувати на значущі події:

Виявлення руху та вторгнення: Генерування сповіщень при появі руху в певних зонах або перетині віртуальних ліній, що значно знижує навантаження на операторів.

Розпізнавання облич та номерних знаків: Автоматична ідентифікація осіб та транспортних засобів з бази даних, пошук у архіві за певними критеріями.

Класифікація об'єктів: Розрізнення людей, автомобілів, тварин, що дозволяє відфільтрувати хибні спрацьовування та підвищує точність аналізу.

Підрахунок об'єктів: Ведення статистики відвідувачів або транспортних засобів для маркетингових цілей або управління потоками.

Аналіз поведінки: Виявлення скупчення людей, залишених предметів, несанкціонованого паркування, бійок, падінь та інших аномалій. Віддалений моніторинг та управління: Завдяки мережевим технологіям, оператори та відповідальні особи можуть отримувати доступ до відео в

17

реальному часі та архівних записів з будь-якої точки світу через Інтернет, що забезпечує гнучкість управління системою, можливість оперативного реагування та моніторингу розподілених об'єктів.

Архівування та доказова база: Довгострокове зберігання відеозаписів у цифровому форматі, що забезпечує їхню недоторканність та можливість використання як важливого доказу у правових розслідуваннях, страхових випадках або для вирішення спорів.

Області застосування відеоспостереження:

Сфера застосування СВС є надзвичайно широкою і продовжує розширюватися завдяки постійному вдосконаленню технологій: Промислові об'єкти та виробництво: Контроль технологічних процесів, дотримання правил безпеки праці, запобігання крадіжкам сировини та готової продукції, моніторинг роботи обладнання у важкодоступних або небезпечних зонах.

Торговельні центри та магазини: Запобігання крадіжкам, моніторинг поведінки покупців, контроль персоналу, аналіз трафіку відвідувачів, оптимізація розміщення товарів, боротьба з чергами.

Банки та фінансові установи: Забезпечення безпеки касових операцій, сховищ, банкоматів, контроль доступу, моніторинг відвідувачів для виявлення

підозрілих осіб.

Офісні приміщення та бізнес-центри: Контроль доступу, моніторинг робочого часу, безпека конфіденційної інформації, управління відвідувачами. Житлові комплекси та приватні будинки: Захист мешканців та їхнього майна, контроль в'їзду/виїзду, моніторинг громадських зон (дитячі майданчики, під'їзди, паркінги), виявлення несанкціонованих дій.

Транспортна інфраструктура: Залізничні вокзали, аеропорти, метро, автовокзали, порти – моніторинг пасажиропотоку, безпека об'єктів, контроль багажу, виявлення залишених предметів, моніторинг дорожнього руху.

18

Міські системи ("Безпечне місто"): Моніторинг громадських місць, вулиць, парків, перехресть для запобігання злочинності, фіксації порушень ПДР, швидкого реагування на надзвичайні ситуації, управління дорожнім рухом.

Об'єкти критичної інфраструктури: Електростанції, водоканали, газопроводи, військові об'єкти – забезпечення високого рівня безпеки та запобігання терористичним актам, диверсіям.

Освітні заклади: Контроль безпеки учнів та персоналу, запобігання конфліктам, моніторинг поведінки, забезпечення порядку.

Медичні установи: Контроль доступу, моніторинг пацієнтів (за дотримання етичних норм), безпека ліків та обладнання.

Таким чином, системи відеоспостереження є універсальним інструментом, що постійно розвивається та адаптується до потреб різних об'єктів та галузей, значно підвищуючи рівень безпеки та ефективність управління.

### **1.3 Класифікація систем відеоспостереження**

Класифікація систем відеоспостереження дозволяє краще зрозуміти їхні функціональні можливості, архітектурні особливості та сфери застосування, а також вибрати найбільш підходяще рішення для конкретного об'єкта. Системи можна розділити за кількома ключовими критеріями, які відображають їхню технологічну основу та спосіб функціонування.

### 1.3.1 За типом сигналу

Цей критерій є одним з фундаментальних, оскільки визначає базовий принцип передачі відеоданих.

Аналогові системи (CCTV – Closed-Circuit Television):

Принцип: Використовують безперервний аналоговий відеосигнал (Composite Video Baseband Signal – CVBS, також відомий як сигнал PAL або NTSC), який передається по коаксіальному кабелю. Сигнал є електричним аналогом світлових хвиль, що надходять з об'єктива.

19

Камери: Традиційні аналогові камери з CCD (Charge-Coupled Device) або CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) сенсорами. Їхня роздільна здатність вимірюється в телевізійних лініях (ТВЛ), зазвичай в діапазоні від 420 до 960 ТВЛ. За сучасними мірками, це відповідає роздільній здатності приблизно 0.25-0.5 мегапікселя, що забезпечує низьку деталізацію.

Запис: Зображення записується на відеомагнітофони (VCR) або цифрові відеореєстратори (DVR), які оцифровують аналоговий сигнал для зберігання на жорстких дисках.

Переваги: Простота встановлення, відносно низька початкова вартість (для базових конфігурацій), відсутність затримок сигналу (latency) при прямому підключенні до монітора.

Недоліки: Низька якість зображення та обмежена деталізація, чутливість до електромагнітних перешкод (що може призводити до "снігу" або спотворень на зображенні), складнощі з масштабуванням (кожна камера потребує окремого кабелю до реєстратора), відсутність вбудованої відеоаналітики, обмежені можливості віддаленого доступу.

HD-аналогові системи (HD-CVI, HD-TVI, AHD, HD-SDI):

Принцип: Це гібридні рішення, що з'явилися як відповідь на потребу в HD-якості при збереженні аналогової кабельної інфраструктури. Вони передають високоякісний відеосигнал (720p, 1080p, 4MP, 5MP, 8MP/4K) по стандартному коаксіальному кабелю, використовуючи спеціальні модуляції.

Камери: HD-аналогові камери, які візуально схожі на звичайні аналогові, але мають сучасніші сенсори та чіпи обробки зображення.

Запис: Використовують спеціальні відеореєстратори (XVR або HD-DVR), які здатні працювати з аналоговим, HD-аналоговим та часто і з IP-сигналами (т.зв. "п'ятигібридні" реєстратори).

Переваги: Висока якість зображення порівняно зі звичайним аналогом, можливість модернізації існуючих аналогових систем без заміни кабельної інфраструктури (що значно економить витрати та час), проста установка, велика

20

відстань передачі сигналу (до 500-800 м без підсилювачів), нижча ціна, ніж у чистих IP-систем.

Недоліки: Обмежений функціонал відеоаналітики (зазвичай аналітика виконується на реєстраторі, а не на камері), прив'язка до коаксіального кабелю (хоча є конвертери для UTP), складніша інтеграція з IT-системами порівняно з IP.

Цифрові IP-системи (IP-Video Surveillance):

Принцип: Відеосигнал з камер передається вже в повністю цифровому форматі (у вигляді IP-пакетів) через стандартні комп'ютерні мережі (Ethernet – дротові, Wi-Fi – бездротові). Кожна IP-камера є, по суті, міні-комп'ютером з власним IP-адресом.

Камери: IP-камери різної роздільної здатності (від 1 Мп до 32 Мп і вище), форм-факторів та функціоналу. Вони мають вбудовані процесори для обробки та стиснення відео (кодеки H.264, H.265, MJPEG).

Запис: Для запису та управління використовуються мережеві відеореєстратори (NVR) або потужні сервери зі спеціалізованим програмним забезпеченням для управління відео (VMS – Video Management Software).

Переваги: Найвища якість зображення та деталізація, багатий функціонал вбудованої відеоаналітики на камері, гнучкість архітектури (можливість побудови розподілених систем), необмежена масштабованість, віддалений доступ, підтримка PoE (живлення по мережевому кабелю), легкість інтеграції з іншими IT-системами та хмарними сервісами.

Недоліки: Вища початкова вартість (хоча здешевлення технологій робить їх все більш доступними), вимоги до якісної мережевої інфраструктури, складність налаштування для неспеціалістів, потенційні ризики кібербезпеки

### 1.3.2 За способом передачі даних

Дротові системи:

Принцип: Використовують фізичні кабелі для передачі відеосигналу та живлення. Для аналогових систем – коаксіальні кабелі, для IP-систем – кручена пара (UTP/FTP категорії 5e або 6) або оптоволоконні кабелі (для великих відстаней або між будівлями).



Рисунок 1.4 - Аналогова камера

Переваги: Забезпечують високу стабільність, надійність та захищеність від перешкод, висока пропускна здатність, низькі затримки сигналу, менша вразливість до несанкціонованого перехоплення сигналу порівняно з бездротовими.

Недоліки: Складність та вартість прокладки кабелів (особливо на великих об'єктах або у вже існуючих будівлях), обмежена мобільність камер після монтажу, естетичні питання (видимі кабелі).

Бездротові системи (Wi-Fi, 4G/5G, радіоканали):

Принцип: Передають відеосигнал бездротовим шляхом за допомогою радіочастот. Найчастіше це Wi-Fi (для локальної мережі), або мобільний зв'язок (4G/5G) для віддалених об'єктів.

Переваги: Легкість встановлення та розгортання (відсутність необхідності прокладки кабелів), мобільність та гнучкість у розміщенні камер,

естетичний вигляд (відсутність видимих дротів). Ідеальні для тимчасових рішень або об'єктів, де прокладка кабелів є неможливою/дорогою.

Недоліки: Чутливість до перешкод (від інших бездротових пристроїв, будівельних конструкцій), обмежена дальність дії, необхідність забезпечення стабільного живлення для камер (або регулярна заміна батарей), залежність від якості мобільного зв'язку (для 4G/5G камер) та абонентська плата за трафік, потенційні ризики безпеки без належного шифрування (перехоплення сигналу).

### **1.3.3 За архітектурою**

Локальні (автономні) системи:

Принцип: Всі компоненти системи (камери, реєстратор/сервер, монітори) знаходяться на одному об'єкті та функціонують незалежно від зовнішніх мереж.

Зберігання: Дані зберігаються локально (на жорстких дисках NVR/DVR).

Застосування: Підходять для невеликих об'єктів (наприклад, приватні будинки, невеликі магазини) або коли немає потреби у віддаленому доступі. Переваги:

Простіша у встановленні, висока конфіденційність даних (не передаються за межі об'єкта).

Розподілені (мережеві) системи:

Принцип: Компоненти системи (камери) можуть бути розподілені по різних локаціях або будівлях, об'єднаних в єдину мережу (локальну або глобальну – WAN). Відео дані збираються та зберігаються на центральних серверах або NVR, які можуть бути розташовані в іншому місці.

Застосування: Великі об'єкти (заводи, університетські кампуси), мережа магазинів, міські системи відеоспостереження.

Переваги: Централізований моніторинг кількох об'єктів, гнучкість, масштабованість, ефективне управління великою кількістю камер. Хмарні системи (VSaaS - Video Surveillance as a Service):

Принцип: Камери підключаються безпосередньо до хмарного сервісу через Інтернет. Зберігання, обробка та аналіз відео відбувається на віддалених

серверах постачальника послуг (хмарний дата-центр). Користувач отримує доступ до відео через веб-інтерфейс або мобільний додаток.

Переваги: Низькі початкові витрати (не потрібно купувати дорогі NVR/сервери), легкість масштабування (додавання камер за запитом), віддалений доступ з будь-якого пристрою, відсутність потреби у власному обладнанні для запису та зберігання, висока надійність та захищеність даних (залежить від провайдера).

Недоліки: Залежність від стабільного та швидкого інтернет-з'єднання, питання конфіденційності даних, що зберігаються на сторонніх серверах, абонентська плата за послугу, потенційні затримки (latency) при перегляді відео.

### **1.3.4 За призначенням / функціоналом**

Моніторингові системи:

Основна функція: Запис та відображення відео для візуального контролю ситуації.

Застосування: Забезпечення загального спостереження без складних аналітичних задач.

Приклад: Системи для загального огляду території або фіксації подій для подальшого ручного перегляду.

Аналітичні системи:

Основна функція: Включають модулі відеоаналітики на базі штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання для автоматичного виявлення подій, розпізнавання об'єктів, відстеження руху, підрахунку та інших інтелектуальних функцій.

Застосування: Спрямовані на автоматизацію процесу моніторингу, зниження навантаження на операторів та підвищення ефективності реагування.

Приклад: Системи розпізнавання номерних знаків, виявлення вторгнення, розпізнавання облич, аналіз поведінки.

Спеціалізовані системи:

Основна функція: Розроблені для конкретних галузей або унікальних завдань, часто поєднуючи відеоспостереження з іншими сенсорами та технологіями.

Застосування:

Системи контролю якості продукції: Відеоаналіз для виявлення дефектів на виробничих лініях.

Системи моніторингу дорожнього руху: Для збору статистики трафіку, виявлення порушень ПДР, управління світлофорами.

Системи моніторингу довкілля: Спостереження за дикою природою, виявлення пожеж.

Системи біометричної ідентифікації: Засновані на розпізнаванні облич, відбитків пальців (з інтеграцією відео), ходи.

Ця багатогранна класифікація допомагає системно підійти до вибору та проектування СВС, дозволяючи враховувати специфіку об'єкта, бюджетні обмеження та найважливіші функціональні вимоги для досягнення оптимального рішення.

#### 1.4 Аналогова система відеоспостереження

Незважаючи на стрімкий розвиток цифрових технологій, аналогові системи відеоспостереження (CCTV – Closed-Circuit Television) залишаються важливою віхою в історії розвитку СВС та, в певних випадках, все ще знаходять своє застосування, особливо у вигляді HD-аналогових рішень. Ці системи є прямими нащадками ранніх електромеханічних рішень, але вже використовують повністю електронні компоненти для передачі та обробки відеосигналу.

Принцип роботи та компоненти: В основі аналогової системи лежить використання аналогових відеокамер, які перетворюють світловий потік, що проходить через об'єктив, на безперервний електричний сигнал (CVBS). Цей сигнал передається по спеціальному коаксіальному кабелю на центральний пристрій – відеореєстратор.

25

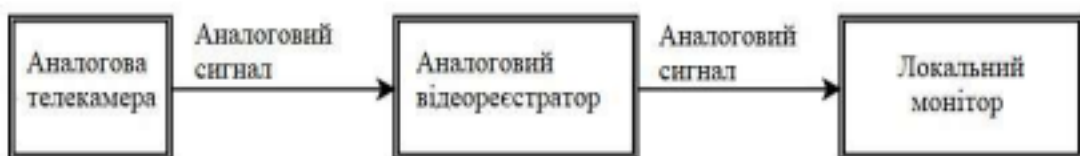


Рисунок 1.6 - Схема аналогової системи відеоспостереження

Аналогова камера:

Захоплює відеосигнал у формі аналогового. Сучасні аналогові камери використовують CCD або CMOS матриці.

Роздільна здатність таких камер зазвичай вимірюється в телевізійних лініях (ТВЛ), що відповідає низькій роздільній здатності за сучасними стандартами. Наприклад, камери з роздільною здатністю 960Н, що є максимальною для традиційних аналогових систем, забезпечують роздільну здатність 960×576 пікселів (для PAL), що приблизно дорівнює 0.5 мегапікселя. Це обмежує можливість деталізації зображення.

Камери потребують окремого кабелю для живлення (як правило, 12В постійного струму), якщо вони не підтримують технологію PoC (Power over Coax), доступну для HD-аналогових систем.

Коаксіальний кабель:

Є основним середовищем передачі сигналу. Забезпечує передачу відеосигналу на відстані до кількох сотень метрів (до 300-500 м для традиційного аналога, до 800-1200 м для HD-аналага) без значних втрат якості, хоча якість сигналу може погіршуватися з відстанню та впливом електромагнітних перешкод.

Кабель складається з центрального провідника, ізоляції, металевого екрану та зовнішньої оболонки.

Відеореєстратор (DVR – Digital Video Recorder):

Це ключовий компонент сучасної аналогової системи. DVR отримує аналоговий сигнал від камер, оцифровує його, стискає за допомогою кодеків (наприклад, MJPEG, MPEG-4, H.264) та зберігає на внутрішньому жорсткому диску.

26

Крім запису, DVR дозволяє переглядати відео в реальному часі на моніторі, відтворювати архівні записи (з можливістю швидкого пошуку за датою/часом), а також надає базові мережеві можливості для віддаленого доступу через локальну мережу або Інтернет (зазвичай через мобільні додатки або веб-інтерфейс).

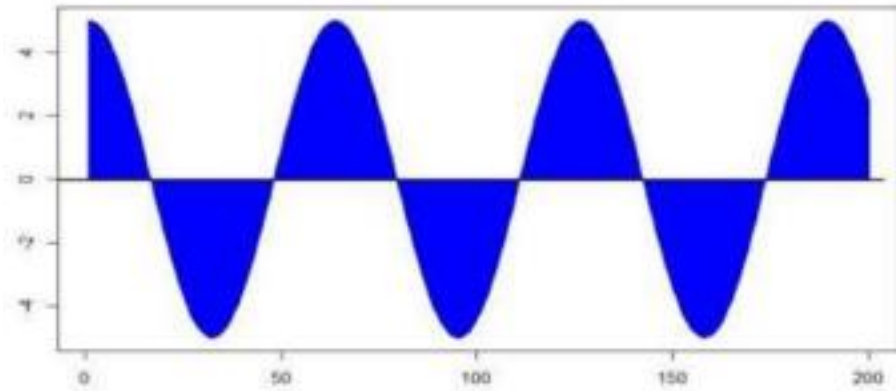


Рисунок 1.7 - Аналогові сигнали



Рисунок 1.8- Цифрові сигнали

Сучасні DVR часто є гібридними (XVR), тобто підтримують підключення як традиційних аналогових камер, так і HD-аналогових (HD-CVI, HD-TVI, AHD) та навіть декількох IP-камер.

Монітор:

Використовується для відображення відеосигналу в реальному часі або з архіву. Може бути підключений безпосередньо до DVR через VGA або HDMI порти.

27

Переваги аналогових систем:

Простота встановлення та налаштування: Через відносно просту архітектуру та використання стандартизованих кабелів, аналогові системи є менш складними для монтажу, особливо для базових конфігурацій. Підключення відбувається за принципом "підключи і працюй" (Plug-and-Play).

Нижча початкова вартість: Камери та DVR часто дешевші за їхні IP

аналоги, що робить їх привабливими для бюджетних рішень, невеликих об'єктів або для модернізації застарілих систем без повної заміни інфраструктури (у випадку HD-аналога).

Відсутність затримок (Latency): Оскільки сигнал передається безпосередньо, без складної мережевої обробки та пакетування, затримки у передачі відео є мінімальними, що може бути важливим для деяких видів моніторингу в реальному часі.

Висока стійкість до мережевих атак: Через ізольованість від комп'ютерної мережі (у випадку автономних систем), традиційні аналогові системи менш вразливі до мережевих кібератак (хакерські атаки, віруси) порівняно з IP системами, хоча гібридні DVR, що підключаються до мережі, все ж мають певні ризики.

Дальність передачі сигналу: Для HD-аналогових систем відстань передачі відеосигналу по коаксіальному кабелю може досягати 500-800 метрів без спеціальних підсилювачів, що значно більше, ніж стандартні 100 метрів для Ethernet.

Недоліки аналогових систем:

Низька якість зображення та обмежена деталізація: Основний недолік, що обмежує можливості розпізнавання облич, номерних знаків та дрібних деталей, що є критично важливим для безпеки та розслідувань. Навіть HD-аналог, хоч і кращий, все ще не досягає гнучкості та деталізації IP.

Обмежена масштабованість та гнучкість: Кожна камера потребує окремого кабелю до реєстратора, що робить прокладку кабелів громіздкою та дорогою на великих об'єктах. Розширення системи може бути складним.

28

Відсутність інтелектуальних функцій (на рівні камери): Аналогові камери не мають вбудованої відеоаналітики. Хоча деякі DVR можуть мати базові функції детекції руху, вони є вкрай обмеженими та часто викликають хибні спрацьовування порівняно з можливостями IP-камер.

Складність інтеграції: Інтеграція з іншими системами безпеки (СКУД, сигналізації) є складною або неможливою без додаткових дорогих конвертерів та інтерфейсів.

Чутливість до електромагнітних перешкод: Аналоговий сигнал може бути схильний до спотворень від зовнішніх електромагнітних джерел, що погіршує якість зображення.

Якість архіву: Хоча DVR оцифровують відео, якість архівних записів обмежена якістю вхідного аналогового сигналу.

Незважаючи на ці обмеження, аналогові системи відеоспостереження, особливо в сучасному HD-аналоговому форматі, продовжують використовуватися для модернізації існуючих інфраструктур або в бюджетних проектах, де висока деталізація та інтелектуальні функції не є першочерговим пріоритетом. Вони є перехідним етапом до повністю цифрових рішень.

### **1.5 Цифрова система відеоспостереження**

Цифрові системи відеоспостереження, що базуються на IP-технологіях, є домінуючим стандартом у сучасній індустрії безпеки та моніторингу. Вони представляють собою значний якісний стрибок у порівнянні з аналоговими рішеннями, пропонуючи неперевершену якість зображення, розширений функціонал, високу гнучкість, необмежену масштабованість та широкі інтеграційні можливості.

Принцип роботи та архітектура: Основою цифрової СВС є IP-камери. Кожна IP-камера – це, по суті, мережевий пристрій, що включає оптичний сенсор, процесор для обробки та стиснення відеосигналу, мережевий інтерфейс (Ethernet або Wi-Fi) та вбудоване програмне забезпечення. Стиснутий відеопотік

29

передається в цифровому вигляді (у вигляді IP-пакетів) через стандартну комп'ютерну мережу.

IP-камера:

Захоплення та обробка: Камера захоплює відео та аудіо, оцифровує їх безпосередньо всередині пристрою, стискає за допомогою ефективних кодеків (H.264, H.265, H.265+, MJPEG) та передає вже готовий цифровий потік.

Роздільна здатність: Доступні моделі з роздільною здатністю від 1 мегапікселя до 32 мегапікселів і вище, що забезпечує надзвичайну деталізацію зображення.

Типи: Камери доступні в різних форм-факторах (купольні, циліндричні, поворотні PTZ, панорамні "риб'яче око", тепловізійні) та з різноманітним функціоналом (ІЧ-підсвічування, технології Starlight/DarkFighter для низької освітленості, вбудована відеоаналітика).

Живлення PoE: Переважна більшість IP-камер підтримують технологію Power over Ethernet (PoE) або PoE+, що дозволяє подавати живлення та передавати дані по одному стандартному Ethernet-кабелю, спрощуючи монтаж.

Мережева інфраструктура:

Комутатори (Switches): Стандартні мережеві комутатори (часто з підтримкою PoE) є "хребтом" системи, з'єднуючи камери з центральним обладнанням.

Маршрутизатори (Routers): Забезпечують зв'язок між різними сегментами мережі, доступ до Інтернету та функції мережевої безпеки (брандмауер). Кабельна інфраструктура: Використовується стандартна вита пара (UTP/FTP Cat. 5e або 6) для відстаней до 100 метрів. Для більших відстаней, високошвидкісних магістралей або зовнішніх зв'язків застосовується оптоволоконний кабель.

Мережевий відеореєстратор (NVR – Network Video Recorder) або сервер з VMS:

NVR: Спеціалізований пристрій, що є апаратним рішенням для отримання, запису, зберігання та базового управління відеопотоками від IP-

30

камер. NVR має вбудоване програмне забезпечення та слоти для жорстких дисків. Підходить для систем середнього масштабу.

Сервер з VMS (Video Management Software): Для великих та складних систем, що вимагають розширеної відеоаналітики, глибокої інтеграції з іншими системами, кастомізації та необмеженої масштабованості, використовуються потужні комп'ютерні сервери зі спеціалізованим програмним забезпеченням VMS. VMS – це програмна платформа, яка надає повний контроль над усіма аспектами системи відеоспостереження.



Рисунок 1.9 - Структурна схема системи цифрового відеоспостереження.

Система зберігання даних:

Відеоархів може зберігатися на жорстких дисках NVR, внутрішніх дисках сервера, або ж на зовнішніх мережових сховищах (NAS – Network Attached Storage, SAN – Storage Area Network) для забезпечення великих обсягів, високої продуктивності та надійності зберігання. Можливе також хмарне зберігання. Робоча станція оператора:

Персональний комп'ютер або спеціалізована робоча станція з моніторами (часто з декількома) для перегляду відео в реальному часі, доступу до архіву,

31

налаштування та адміністрування системи через клієнтське програмне забезпечення VMS або веб-інтерфейс.

Переваги цифрових систем:

Висока якість зображення: IP-камери пропонують роздільну здатність від Full HD до 4K+ та вище, що забезпечує надзвичайно чітке, деталізоване зображення. Це дозволяє розпізнавати дрібні деталі, такі як обличчя людей, номерні знаки автомобілів, на великих відстанях.

Масштабованість та гнучкість: Система легко розширюється шляхом додавання нових IP-камер до існуючої мережевої інфраструктури, без необхідності прокладання окремих кабелів до центрального реєстратора. Це

дозволяє будувати системи будь-якого масштабу – від кількох до тисяч камер.

Розширені можливості відеоаналітики: IP-камери та VMS системи інтегрують потужні модулі відеоаналітики на базі ШІ та машинного навчання, що дозволяють автоматично:

Виявляти рух, вторгнення в зони, перетин віртуальних ліній.

Розпізнавати обличчя та номерні знаки.

Класифікувати об'єкти (люди, транспорт, тварини).

Підраховувати об'єкти, аналізувати щільність натовпу.

Виявляти залишені/винесені предмети, несанкціоноване паркування, підозрілу поведінку. Це трансформує систему з пасивного засобу фіксації на проактивний інструмент безпеки.

Віддалений доступ та централізоване управління: Можливість моніторингу та управління системою з будь-якої точки світу через Інтернет, за допомогою комп'ютера або мобільних пристроїв. Це ідеально для розподілених об'єктів або для контролю з центрального пульта.

Простота інтеграції: IP-системи легко інтегруються з іншими системами безпеки (СКУД, охоронна та пожежна сигналізація), IT-системами, системами "Розумний дім" та бізнес-додатками завдяки використанню стандартних мережевих протоколів (ONVIF, RTSP, HTTP API).

32

Зниження витрат на кабельну інфраструктуру (з PoE): Технологія Power over Ethernet (PoE) дозволяє передавати дані та живлення по одному Ethernet кабелю, що значно спрощує монтаж та скорочує витрати на кабельні роботи, особливо для великих об'єктів.

Гнучкість зберігання: Можливість зберігання відеоархівів на різних носіях (NVR, сервери, NAS, хмарні сховища) та легке налаштування глибини архіву з урахуванням вимог до безпеки та нормативних актів.

Двостороння аудіо: Багато IP-камер підтримують двосторонній аудіозв'язок, що дозволяє операторам не тільки чути, але й розмовляти через камеру.

Недоліки цифрових систем:

Вища початкова вартість: IP-камери та NVR/сервери, як правило,

дорожчі за аналогові аналоги, особливо для невеликих систем. Однак, з урахуванням економії на монтажі та розширеному функціоналі, загальна вартість володіння може бути нижчою у довгостроковій перспективі.

**Вимоги до мережевої інфраструктури:** Для якісної роботи потрібна стабільна та достатньо швидка мережа з адекватною пропускнуою здатністю. Це може вимагати інвестицій в оновлення існуючої мережевої інфраструктури.

**Складність налаштування та адміністрування:** Налаштування та адміністрування IP-системи вимагає певних знань у сфері мережевих технологій та інформаційної безпеки.

**Потенційні ризики кібербезпеки:** Оскільки система підключена до мережі та Інтернету, вона більш вразлива до мережевих атак (несанкціонований доступ, віруси, DDoS-атаки), що вимагає впровадження відповідних заходів захисту (шифрування, фаєрволи, регулярні оновлення, складні паролі).

Незважаючи на ці недоліки, безперечні переваги цифрових систем відеоспостереження роблять їх кращим і де-факто стандартом вибору для більшості сучасних проєктів, особливо там, де потрібна висока якість зображення, інтелектуальні функції, гнучкість та інтеграція.

33

## **Висновок до розділу 1**

У першому розділі кваліфікаційної роботи було проведено ґрунтовний аналіз теоретичних основ та еволюції систем відеоспостереження, що дозволило закласти фундаментальне розуміння предметної області.

По-перше, детальний огляд етапів розвитку систем відеоспостереження від їхнього зародження у 1920-х роках, через епоху аналогових та гібридних систем, і до сучасної домінуючої ролі IP-відеоспостереження, показав постійне прагнення до підвищення якості, функціональності та інтеграції. Було продемонстровано, як технологічні прориви, такі як поява DVR, IP-камер та інтелектуальної відеоаналітики, трансформували СВС з простих засобів фіксації у потужні багатофункціональні інструменти безпеки.

По-друге, було чітко визначено основні завдання та різноманітні області застосування відеоспостереження. З'ясовано, що СВС виконують критично

важливі функції, починаючи від запобігання злочинності та фіксації інцидентів, і закінчуючи контролем доступу, моніторингом робочих процесів та глибоким інтелектуальним аналізом подій. Розширений спектр застосувань – від промислових об'єктів та торговельних центрів до житлових комплексів та міських систем – підкреслює універсальність та незамінність СВС у сучасному світі.

По-третє, проведена класифікація систем відеоспостереження за різними критеріями (типом сигналу, способом передачі даних, архітектурою та призначенням) дозволила систематизувати наявні технології. Детальний розгляд аналогових та цифрових систем відеоспостереження виявив їхні ключові переваги та недоліки. Зокрема, було підкреслено, що аналогові системи, незважаючи на свою простоту та відносну дешевизну, мають обмеження у якості зображення та функціональності. Натомість, цифрові ІР-системи вирізняються високою якістю зображення, гнучкістю, масштабованістю, широкими можливостями інтеграції та інтелектуальною відеоаналітикою, що робить їх оптимальним рішенням для сучасних вимог безпеки, зокрема для таких об'єктів, як автопаркінги.

34

## **РОЗДІЛ 2**

### **ЦИФРОВА СИСТЕМА ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ СТОЯНКИ ДЛЯ МАШИН**

#### **2.1 Об'єкти системи відеоспостереження**

Після детального аналізу еволюції та класифікації систем відеоспостереження, а також визначення їхніх ключових завдань та сфер застосування, у цьому розділі буде зосереджено увагу на безпосередньому проектуванні цифрової СВС, спеціально адаптованої для забезпечення безпеки автопаркінгу. Створення ефективної системи відеоспостереження для такого об'єкта вимагає ретельного підходу до вибору компонентів, визначення оптимальних місць їх розташування та налагодження взаємодії між ними. Метою цього розділу є обґрунтування архітектури та функціональних

елементів системи, які дозволять максимально ефективно виконувати завдання з моніторингу та підвищення безпеки на автопаркінгу.

## 2.1 Об'єкти системи відеоспостереження

Ефективне проектування системи відеоспостереження починається з чіткого визначення та детального аналізу об'єктів, які потребують постійного або періодичного моніторингу. На автопаркінгу такими об'єктами є як конкретні зони, так і елементи інфраструктури, що представляють потенційний інтерес для зловмисників або вимагають контролю для забезпечення безпеки та порядку. Правильне визначення цих об'єктів дозволяє оптимізувати розташування камер, обрати відповідні типи обладнання та налаштувати алгоритми відеоаналітики.

35



Рисунок 2.1 - Відкрита автостоянка



Рисунок 2.2 - Крита автостоянка

Основними об'єктами, які повинні бути охоплені системою відеоспостереження на автопаркінгу, є:

- В'їзди/виїзди на територію автопаркінгу: Це критичні точки контролю. Відеоспостереження тут має забезпечувати чітку фіксацію всіх

36

транспортних засобів та осіб, що перетинають межу паркінгу. Особлива увага приділяється:

- Розпізнаванню номерних знаків: Для автоматичної фіксації в'їзду/виїзду, контролю доступу (наприклад, для абонентів) та пошуку транспортних засобів у разі інцидентів.

- Ідентифікації водіїв та пасажирів: Для фіксації осіб, що знаходяться у транспортному засобі, що може бути корисним для розслідувань.
- Фіксації типу та стану транспортного засобу: Для відстеження габаритів, наявності пошкоджень при в'їзді (що може бути спірним питанням при виїзді).

- Контролю шлагбаумів/воріт: Перевірка коректності їх роботи та запобігання несанкціонованому проїзду.

- Паркувальні місця: Кожне паркувальне місце або група місць повинна знаходитись під наглядом для:

- Запобігання крадіжкам та вандалізму: Фіксація будь-яких дій, спрямованих на пошкодження або викрадення автомобілів.

- Виявлення несанкціонованого паркування: Контроль за дотриманням

правил паркування.

- Розв'язання спірних ситуацій: Наприклад, при дрібних зіткненнях або пошкодженнях, що виникли під час маневрування.

- Пішохідні зони та шляхи пересування: Безпека пішоходів на території паркінгу є не менш важливою. Відеоспостереження охоплює:
  - Доріжки для пішоходів: Для запобігання травматизму та конфліктних ситуацій.

- Зони входу/виходу з будівель або зборів: Контроль за потоком людей.

- Зони в'їзду/виїзду до підземних паркінгів (пандуси): Специфічні зони, де можливі зіткнення, або де потрібен додатковий контроль через обмежену видимість.

- Пункти оплати та адміністративні приміщення (при наявності):

37

- Касові зони: Контроль за операціями оплати, запобігання крадіжкам готівки.

- Робочі місця персоналу: Моніторинг дотримання посадових інструкцій та правил безпеки.

- Технічні приміщення та об'єкти інфраструктури:

- Електрощитові, насосні станції, приміщення з обладнанням: Для запобігання несанкціонованому доступу та моніторингу технічного стану. ○

- Зони для зарядки електромобілів (якщо є): Контроль за використанням обладнання та запобігання вандалізму.

- Сміттєві контейнери та зони збору відходів: Для контролю за дотриманням порядку та запобігання підпалам.

- Сліпі зони та потенційно небезпечні ділянки: Будь-які кути, неосвітлені ділянки або місця, де можливе приховане проникнення або накопичення сміття, повинні бути покриті відеоспостереженням.



Рисунок 2.3 - Багатоповерховий паркінг

Детальний аналіз цих об'єктів дозволить визначити необхідну кількість та тип камер, їхнє оптимальне розташування (висота, кут огляду, фокусна відстань), а також вимоги до якості зображення та функціоналу відеоаналітики для кожної зони.

38



Рисунок 2.5 - Автоматизована стоянка



Рисунок 2.6 - Гараж

## 2.2 Карта розташування камер

Ефективність системи відеоспостереження на автопаркінгу значною мірою залежить від правильного та стратегічно виваженого розташування кожної камери. Карта розташування камер є ключовим етапом у проектуванні, оскільки вона візуалізує зони покриття, допомагає уникнути "сліпих зон" та забезпечити максимальне охоплення всіх критично важливих об'єктів моніторингу, визначених у попередньому підрозділі.

39

Для більш детального аналізу та подальшого проектування СБС була створена 3D модель паркінгу в середовищі розробки Unity (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 - Тривимірна модель автостоянки

Проектування карти розташування камер здійснюється з урахуванням

таких основних принципів:

1. Покриття критичних зон: Камери повинні бути розташовані таким чином, щоб охоплювати всі в'їзди/виїзди, пішохідні зони, кожен паркувальний сектор, пункти оплати та зони підвищеного ризику (наприклад, неосвітлені ділянки, зони збору відходів, технічні приміщення).

2. Мінімізація "сліпих зон": Слід використовувати перехресне покриття, коли одна і та ж зона спостерігається кількома камерами з різних ракурсів, або ж ретельно обирати тип камер (наприклад, панорамні або з PTZ-функціями) для забезпечення максимального кута огляду.

3. Вибір типу камери для конкретної зони:

- В'їзди/виїзди: Камери з високою роздільною здатністю та функцією розпізнавання номерних знаків (LPR/ANPR – License Plate Recognition/Automatic Number Plate Recognition) з фіксованим об'єктивом для чіткого захоплення зображення. Зазвичай встановлюються на стовпах або спеціальних конструкціях на висоті, що дозволяє отримати оптимальний ракурс.

40

- Паркувальні місця: Купольні або циліндричні камери з широким кутом огляду для охоплення кількох паркувальних місць одночасно. Залежно від висоти стелі (для підземних паркінгів) або стовпів (для відкритих паркінгів) обирається фокусна відстань.

- Пішохідні зони: Камери із загальним оглядом для моніторингу руху людей та виявлення скупчень.

- Адміністративні приміщення та каси: Камери з високою деталізацією для фіксації облич та операцій.

4. Висота та кут встановлення: Камери слід розміщувати на оптимальній висоті, щоб уникнути вандалізму, забезпечити чіткий огляд та мінімізувати спотворення зображення. Кут нахилу та повороту камери має бути налаштований для максимального охоплення цільової зони.

5. Умови освітлення: Враховуються природне та штучне освітлення. Для зон з недостатнім освітленням або для цілодобового моніторингу

обираються камери з високою світлочутливістю, ІЧ підсвічуванням (інфрачервоним) або технологіями Starlight/DarkFighter.

6. Мережева інфраструктура: Карта розташування також повинна враховувати місця прокладки кабелів (Ethernet, живлення), розташування мережевих комутаторів (з підтримкою PoE, якщо необхідно) та точок підключення до центрального обладнання (NVR/сервер).

7. Масштаб та деталізація: На карті повинна бути нанесена сітка координат або масштабна лінійка. Для кожної камери рекомендується вказувати її тип, модель, зону огляду та, за можливості, приблизну щільність пікселів на метр для забезпечення необхідної деталізації (наприклад, 250 пікселів/метр для розпізнавання облич, 50 пікселів/метр для загального огляду).

Приклад візуалізації карти розташування камер (для типового автопаркінгу):

На карті автопаркінгу (креслення об'єкта) необхідно позначити:

41

- В'їзди/виїзди: Камери встановлюються по обидва боки від проїжджої частини, на висоті, що дозволяє чітко бачити номерні знаки та обличчя водіїв. (На схемі можуть бути позначені як "LPR\_Камера 1", "LPR\_Камера 2").

- Основні алеї та проїзди: Ширококутні камери для загального моніторингу руху транспорту та пішоходів. (На схемі: "Камера\_Загальний Огляд 1", "Камера\_Загальний Огляд 2").

- Паркувальні ряди: Камери, розташовані вздовж рядів, з кутом огляду, що покриває кілька паркувальних місць. (На схемі: "Камера\_Паркувальний Ряд А1", "Камера\_Паркувальний Ряд А2" тощо).

- Кути та "сліпі зони": Додаткові камери для усунення потенційних "сліпих зон".

- Пункти оплати: Камери, що фіксують обличчя касира та клієнта, а також зону операцій. (На схемі: "Камера\_Каса").
- Технічні приміщення: Камери біля входу для контролю доступу.

Це відкрита стоянка середнього розміру: 21м в довжину і 26м в ширину, тобто площа 546квдратних метрів. Він включає 35 основних паркувальних місць для легкових автомобілів і 4 паркувальних місця для вантажних автомобілів і спецтехніки (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 - Стоянка вантажівок

42

Також є 4 незалежні паркувальні місця поруч із точкою безпеки на парковці (Рисунок 2.9), щоб персонал міг паркувати свої транспортні засоби.

### Рисунок 2.9 - Місця для паркування персоналу

З метою уникнення заторів у «години пік» та зниження ризику зіткнення автомобілів рух на парковці здійснюється кільцевим шляхом, тобто рух по території односторонній (рисунок 2.10).

### Рисунок 2.10 - Принципи руху на стоянках

Контрольно-пропускний пункт на єдиному в'їзді на автостоянку в основному відповідає за охоронну функцію юрисдикції. Бар'єр має контрольну точку, яка фактично є бар'єром (рис. 2.11). Автомобіль може заїхати на стоянку

43

тільки після того, як автовласник надасть охороні посвідчення та спецперепустку.

### Рисунок 2.11 - КПП

Крім того, навколо всієї території встановлено огорожу висотою 5 метрів, тож зайти непоміченим майже неможливо.

Розташування камери на об'єкті

У системі відеоспостереження паркінгу положення камери відіграє важливу роль у забезпеченні повного розуміння парковки без сліпих зон. Для забезпечення максимальної безпеки та ефективності відеоспостереження рекомендовано наступне розташування камер (Малюнок 2.13):

Рисунок 2.13 - Схема розташування камери

44

Камери 1-4 встановлені на опорах освітлення в кутах майданчика. Щоб охопити більшу територію та уникнути сліпих зон, рекомендується встановити камеру на кожній опорі освітлення, розташованій у кутку майданчика (рисунок 2.14). Це дозволить охопити широкий кут огляду та забезпечити панорамний перегляд без сліпих зон.

Рисунок 2.14 - Камера на опорі кутового освітлення

Камери 5-8 встановлені на опорах освітлення в центрі майданчика. Для

отримання повної картини того, що відбувається на території, рекомендується встановити чотири камери, закріплені на опорах освітлення, розташованих у центрі території (рисунок 2.15). Це охопить усі напрямки та забезпечить максимальне покриття спостереження.

Рисунок 2.15 - Камера на центральному стовпі освітлення

45

Камера №9 на КПП охорони. З метою забезпечення безпеки працівників та контролю за станом стоянки транспортних засобів працівників у верхній частині поста охорони рекомендується встановити камеру (рисунок 2.16). Камера охоплюватиме охоронювану стоянку, фіксуючи рух і виявляючи будь яку підозрілу активність.

Рисунок 2.16 - Камера на даху посту охорони

Камера 10 розташована в точці контролю перешкод. Для контролю та моніторингу в'їзду на паркінг рекомендується встановити камеру на

контрольній точці воріт (рисунок 2.17). Камера буде виявляти транспортні засоби та стежити за тим, хто в'їжджає на стоянку та виїжджає з неї.

Рисунок 2.17 - Камери на контрольних пунктах загородження

46

Генеральний план комп'ютерної системи відеоспостереження автостоянки

Після аналізу структури об'єкта ДСК та розробки плану розміщення камер на його території наступним важливим кроком стало створення генерального плану комп'ютерної системи відеоспостереження автостоянки.

Під час впровадження слід враховувати наступні елементи, необхідні для роботи системи:

- камера;
- відеомагнітофон;
- Комутатор; ● монітор.

Враховуючи специфіку території об'єкта та кількість і розташування компонентів, загальна схема СФС матиме наступний вигляд (рисунок 2.18):

### Рисунок 2.18- Загальний план автостоянки

Ретельне планування та візуалізація на карті розташування камер дозволяють не лише оптимізувати витрати на обладнання, а й забезпечити

47

максимальну ефективність системи відеоспостереження для досягнення поставлених цілей безпеки.

#### Висновок

У другому розділі кваліфікаційної роботи було здійснено безпосереднє проектування цифрової системи відеоспостереження, орієнтованої на підвищення безпеки автопаркінгу. Це дозволило перейти від теоретичних засад до практичного обґрунтування архітектурних рішень та функціональних компонентів системи.

По-перше, детальний аналіз об'єктів системи відеоспостереження на автопаркінгу дав змогу чітко ідентифікувати ключові зони, які потребують постійного моніторингу. Було визначено, що особливу увагу слід приділяти в'їздам/виїздам (для розпізнавання номерних знаків та ідентифікації осіб),

безпосередньо паркувальним місцям (для запобігання крадіжкам та вандалізму), пішохідним зонам, пунктам оплати та технічним приміщенням. Цей етап є критично важливим для забезпечення всебічного покриття та мінімізації "сліпих зон".

По-друге, на основі визначених об'єктів моніторингу, було сформовано принципи розробки карти розташування камер. Підкреслено важливість стратегічного розміщення камер з урахуванням їх типу (наприклад, LPR-камери для в'їздів, ширококутні для загального огляду), висоти та кута встановлення, умов освітлення та наявної мережевої інфраструктури. Правильне планування на карті забезпечує оптимальне покриття території, дозволяє уникнути пропусків у відеоспостереженні та максимізувати ефективність системи.

Таким чином, у другому розділі було успішно закладено проектні основи для створення ефективної цифрової системи відеоспостереження автопаркінгу. Визначені об'єкти моніторингу та розроблена карта розташування камер є ключовими етапами, що забезпечують логічне та обґрунтоване продовження роботи над реалізацією системи, прокладаючи шлях для детального вибору обладнання та технологій у наступних розділах.

48

## **РОЗДІЛ 3**

### **ПРАКТИЧНА РОЗРОБКА**

У попередніх розділах було проведено аналіз сучасних систем відеоспостереження та обґрунтовано принципи їх застосування для підвищення безпеки автопаркінгу. Цей розділ присвячений безпосередній практичній реалізації спроектованої системи. Він охоплює етапи вибору конкретних пристроїв та технологій, а також опис процесу уніфікації та налаштування всіх компонентів для забезпечення їхньої злагодженої та ефективної роботи. Метою цього розділу є деталізація практичних аспектів впровадження цифрової СВС, що дозволить підтвердити її функціональність та дієвість.

#### **3.1 Вибір пристроїв**

Вибір відповідних пристроїв є одним з найважливіших етапів у розробці цифрової системи відеоспостереження, оскільки він безпосередньо впливає на її

продуктивність, надійність, функціональність та загальну вартість. Рішення приймаються на основі аналізу потреб об'єкта (автопаркінгу), визначених у Розділі 2, а також з урахуванням сучасних стандартів та технологій.

### **3.1.1 Вибір IP-камер**

Для забезпечення високої ефективності моніторингу на автопаркінгу, вибір IP-камер базується на наступних критеріях:

- Роздільна здатність: Для чіткого розпізнавання облич, номерних знаків та дрібних деталей (наприклад, пошкоджень автомобілів) рекомендується використовувати камери з роздільною здатністю не менше Full HD (1920x1080) або 2-4 Мп. Для зон з особливими вимогами до деталізації (в'їзди/виїзди, каси) доцільно обирати камери 4К (8 Мп) або навіть 12 Мп.

49

#### **Рисунок 3.1 - Мережева камера**

- Тип об'єктива:
  - Фіксований об'єктив: Для зон з передбачуваним та стабільним кутом огляду (наприклад, окремі паркувальні місця, коридори).

- Варіфокальний об'єктив: Дозволяє регулювати фокусну відстань та кут огляду, що забезпечує гнучкість налаштування (наприклад, для охоплення кількох паркувальних рядів).

- PTZ (Pan-Tilt-Zoom) камери: Панорамне обертання, нахил та оптичний зум дозволяють охоплювати великі території та деталізувати віддалені об'єкти. Ідеальні для центральних зон паркінгу або контрольних точок з можливістю оперативного реагування.

- Світлочутливість та нічне бачення: Автопаркінги часто мають зони з недостатнім освітленням у нічний час. Камери повинні мати:
  - ІЧ-підсвічування: Вбудовані інфрачервоні світлодіоди для зйомки в повній темряві на певній відстані.

- Технології Starlight/DarkFighter: Дозволяють отримувати кольорове зображення високої якості навіть при дуже низькому освітленні.

50

- Функції відеоаналітики:

- LPR/ANPR: Обов'язкова функція для камер на в'їздах/виїздах для автоматичного розпізнавання номерних знаків.

- Детекція руху, перетин лінії, вторгнення в зону: Для автоматичного сповіщення про підозрілу активність.

- Розпізнавання облич: Може бути використано для ідентифікації персоналу або осіб, що викликають підозру.

- Захист від вандалізму та погодних умов: Камери, встановлені на відкритих паркінгах або в легкодоступних місцях, повинні мати високий клас захисту (наприклад, IK10 – антивандальний, IP67 – пиловологозахист).

- Підтримка PoE: Для спрощення монтажу та зменшення кількості кабелів, що є вкрай важливим для розгалуженої системи паркінгу. Приклад вибору камер для типового автопаркінгу:

- В'їзд/виїзд: 2-4 шт. IP-камери з роздільною здатністю 4-8 Мп, функцією LPR, фіксованим об'єктивом (2.8-4 мм), ІЧ-підсвічуванням до 30 м, IP67/IK10.

- Паркувальні ряди (відкритий паркінг): Купольні або циліндричні IP камери 2-

4 Мп, з варіфокальним об'єктивом (2.8-12 мм), ІЧ-підсвічуванням до 30-50 м, IP67/IK10. Кількість залежить від площі та конфігурації рядів.

- Підземний паркінг: Купольні IP-камери 2-4 Мп з широким кутом огляду, технологією Starlight для кращої зйомки в умовах низького освітлення.
- Пішохідні зони та зони відпочинку: Купольні камери 2 Мп з широким кутом огляду.
  - Пункти оплати: Купольні камери 2-4 Мп з високою деталізацією для фіксації облич та операцій.

51

### **3.1.2 Вибір мережевого відеореєстратора (NVR) або сервера з VMS**

Вибір центрального пристрою для запису та управління відеосистемою є ключовим.

Рисунок 3.2 - Відеореєстратор з жорстким диском

- NVR (Network Video Recorder): Підходить для систем середнього масштабу (до 64-128 камер).
  - Кількість каналів: Відповідає кількості камер, що планується підключити.
  - Пропускна здатність: Достатня для обробки сукупного відеопотоку від усіх камер з обраною роздільною здатністю та частотою кадрів.
  - Кількість та об'єм HDD: Визначається необхідною глибиною архіву (кількість днів/тижнів/місяців запису).
  - Підтримка PoE: Бажано, щоб NVR мав вбудовані PoE-порти для прямого підключення камер, що спрощує інсталяцію.
  - Інтерфейс та функціонал: Зручний інтерфейс користувача, підтримка

віддаленого доступу, базові функції відеоаналітики.

- Сервер з VMS (Video Management Software): Для великих та складних систем, що вимагають розширеної відеоаналітики, інтеграції з іншими системами та високої масштабованості.

- Потужність сервера: Залежить від кількості камер, їх роздільної здатності, інтенсивності запису та обсягу відеоаналітики. Вимагає потужних процесорів, достатнього обсягу оперативної пам'яті та високошвидкісних сховищ даних (RAID-масиви, SSD).

52

- VMS-програмне забезпечення: Вибір залежить від функціональних вимог (наприклад, розширена аналітика, інтеграція, кастомізація). Популярні VMS: Milestone XProtect, AxxonSoft, Macroscop, або рішення від виробників камер (Hikvision iVMS, Dahua DSS).

- Система зберігання даних (СЗД): Для великих архівів може знадобитися окрема мережева СЗД (NAS/SAN) для забезпечення високої продуктивності та надійності.

Приклад вибору NVR/сервера:

- Для автопаркінгу на 50-100 місць з 20-30 камерами: NVR на 32 канали з 4-6 HDD слотами, підтримкою PoE на 16-24 порти.

- Для великого багатоповерхового паркінгу з 100+ камерами та вимогами до розширеної аналітики: Виділений сервер з потужним VMS, 64-128 ГБ ОЗП, процесором Intel Xeon, підключенням до NAS/SAN сховища даних.

### **3.1.3 Вибір мережевого обладнання**

Якість мережевої інфраструктури є критичною для IP відеоспостереження.

- Мережеві комутатори (Switch): Повинні мати достатню кількість портів для підключення всіх IP-камер та NVR/сервера. Рекомендуються комутатори з підтримкою PoE+ (IEEE 802.3at) для живлення камер. Важливо обирати керовані комутатори, що дозволяють налаштовувати VLANи, QoS (Quality of Service) для пріоритизації відеопотоків.

- Маршрутизатор (Router): Для організації доступу до інтернету, налаштування VPN для віддаленого доступу та забезпечення мережевої безпеки.
- Кабельна інфраструктура: Використання якісного мідного кабелю UTP/FTP категорії 5e або 6 для забезпечення стабільної передачі даних. Для великих відстаней (понад 100 м) або між будівлями слід використовувати оптоволоконні кабелі з відповідними медіаконвертерами.

#### **3.1.4 Допоміжне обладнання**

- Джерела безперебійного живлення (ДБЖ/UPS): Для забезпечення автономної роботи системи в разі відключення електроенергії. Вибирається за потужністю (ВА) та часом автономної роботи.
- Монітори: Якісні монітори для відеостіни або робочих місць операторів.

- Системи зберігання даних (опціонально): Зовнішні NAS/SAN для збільшення обсягу архіву та підвищення надійності.
- Корпуси та кріплення: Антивандальні корпуси, спеціалізовані кріплення для камер.

Ретельний вибір кожного компонента системи відеоспостереження дозволить створити надійне, функціональне та масштабоване рішення, яке ефективно забезпечуватиме безпеку автопаркінгу.

### **3.2 Технологія уніфікації системи**

Уніфікація цифрової системи відеоспостереження є ключовим етапом, що забезпечує злагоджену роботу всіх її компонентів: від камер та реєстраторів до програмного забезпечення та мережевої інфраструктури. Цей процес включає в себе інтеграцію різних пристроїв та програмних рішень в єдиний, централізовано керований комплекс.

#### **3.2.1 Мережева інтеграція**

- Побудова локальної мережі (LAN): Основою будь-якої цифрової СВС є надійна мережева інфраструктура. Для автопаркінгу це означає прокладку кабелів Ethernet (UTP/FTP Cat. 5e або 6) до кожної IP-камери та NVR/сервера. Використання PoE-комутаторів значно спрощує монтаж, оскільки один кабель забезпечує і передачу даних, і живлення камер.

- Сегментація мережі (VLAN): Для підвищення безпеки та оптимізації трафіку рекомендується сегментувати мережу. Відеопотоки (IP-камери, NVR) можуть бути виділені в окремий VLAN, що ізолює їх від основної корпоративної мережі, зменшує ризики несанкціонованого доступу та забезпечує гарантовану пропускну здатність для відео.

- Налаштування IP-адрес: Кожній IP-камері, NVR/серверу та робочим станціям присвоюються унікальні IP-адреси. Може використовуватися як

статична, так і динамічна (DHCP) конфігурація, але для стабільності роботи СВС та спрощення управління часто надають перевагу статичним IP-адресам для основних компонентів.

- **Забезпечення пропускної здатності:** Розрахунок сукупного обсягу відеопотоків від усіх камер є критично важливим. Мережеве обладнання (комутатори, маршрутизатори) повинно мати достатню пропускну здатність,

55

щоб уникнути затримок та втрати пакетів. Впровадження QoS (Quality of Service) дозволяє пріоритизувати відеодані над іншим трафіком.

### **3.2.2 Програмне забезпечення для управління відео (VMS)**

VMS є центральним елементом уніфікації, що об'єднує всі IP-камери та дозволяє централізовано керувати системою.

#### **Рисунок 3.9 - Пошукова система ActiveSearch II**

- **Підключення та налаштування камер:** VMS дозволяє автоматично або вручну знаходити IP-камери в мережі, додавати їх до системи, налаштовувати параметри запису (роздільна здатність, частота кадрів, бітрейт), параметри зображення (яскравість, контрастність) та функції відеоаналітики.

- **Управління архівом:** VMS забезпечує ефективне зберігання відеоданих на NVR або серверах. Це включає налаштування стратегій запису (постійний, за рухом, за подією), циклічного перезапису, розподілу дискового простору.

- Відображення та моніторинг: Надання операторам можливості перегляду відео в реальному часі з однієї або кількох камер (відеостіни, мультіекранний режим), а також зручний доступ до архівних записів за датою, часом або подією.

56

- Налаштування відеоаналітики: Інтерфейс VMS дозволяє налаштовувати та активувати вбудовані в камери або зовнішні модулі відеоаналітики (LPR, детекція вторгнення, підрахунок об'єктів).

- Управління подіями та оповіщеннями: Налаштування логіки реагування на події (наприклад, виявлення руху, спрацювання датчиків). VMS може генерувати сповіщення (на екран оператора, email, SMS, Telegram) та автоматично запускати запис з високою якістю або переводити PTZ-камеру на певну точку.

- Керування правами доступу: Розмежування прав доступу для різних користувачів (адміністратор, оператор, перегляд архіву) для забезпечення конфіденційності та безпеки системи.

Рисунок 3.10 Технологія AutoTRASSIR

### **3.2.3 Інтеграція з іншими системами безпеки**

Для максимальної ефективності СВС автопаркінгу може бути

інтегрована з іншими системами:

- Системи контролю та управління доступом (СКУД):

57

- Автоматичний проїзд: При розпізнаванні номерного знака автомобіля, що має дозвіл, СВС може надіслати сигнал до СКУД для автоматичного відкриття шлагбаума.

- Верифікація: Відео з камери може бути зіставлено з даними з пропускної картки для додаткової верифікації особи, що проходить.
- Охоронна сигналізація: При спрацьовуванні датчиків сигналізації (наприклад, по периметру автопаркінгу), СВС може автоматично перевести відповідні камери у режим запису з підвищеною якістю, направити PTZ-камеру на зону тривоги та сповістити оператора.

- Протипожежна сигналізація: У випадку пожежі, камери можуть надати візуальну інформацію про осередок загоряння, що допоможе оперативно оцінити ситуацію та прийняти рішення.

### **3.2.4 Забезпечення віддаленого доступу**

Для зручності управління та моніторингу, система повинна надавати можливості віддаленого доступу:

- Мобільні додатки: Більшість сучасних NVR та VMS мають мобільні додатки для iOS/Android, що дозволяють переглядати відео в реальному часі та архів, отримувати сповіщення.

- Веб-інтерфейс: Доступ до системи через веб-браузер з будь якого комп'ютера.

- VPN (Virtual Private Network): Рекомендується для забезпечення безпечного та шифрованого віддаленого доступу до системи. Правильний вибір пристроїв та продумана технологія уніфікації всіх компонентів є фундаментом для побудови надійної, функціональної та ефективної цифрової системи відеоспостереження, здатної значно підвищити рівень безпеки автопаркінгу.

#### **Налаштування системи**

Процес підключення різних компонентів системи відеоспостереження

1. Підключіть мережеву камеру Hikvision DS-2CD2043G0-I. Кожна мережева камера повинна бути підключена до комутатора за допомогою кабелю Ethernet. Для цього під'єднайте один кінець кабелю до порту Ethernet на задній панелі камери, а інший – до відповідного порту комутатора. Вам потрібно повторити цей процес для всіх 10 камер.

Реєстратор необхідно підключити до комутатора за допомогою кабелю . Потрібно підключити один кінець кабелю до порту LAN на задній панелі Інший кінець відеореєстратора підключається до відповідного порту комутатора.

3. Підключіть мережу до комутатора UniFi US-24-250W. Для цього потрібні волоконно-оптичні модулі SFP (Small Form Factor Pluggable) і волоконно-оптичні кабелі. Ви повинні підключити оптичний модуль SFP до відповідного порту SFP на комутаторі. Потрібно підключити один кінець оптоволоконного кабелю до порту SFP на комутаторі, а інший кінець – до оптоволоконного модуля або спліттера, який забезпечує підключення до Інтернету.

4. Підключіть монітор Dell UltraSharp U2722D. Кожен монітор необхідно підключити до відеореєстратора за допомогою кабелю DisplayPort або HDMI. Потрібно підключити один кінець кабелю до порту відеовиходу на задній панелі відеореєстратора, а інший – до відповідного порту на моніторі. Цю процедуру необхідно повторити для обох моніторів.

5. Підключіть жорсткий диск Western Digital Purple 8 ТБ. Жорсткий диск необхідно підключити до рекордера за допомогою внутрішнього кабелю SATA. Для цього потрібно відкрити корпус відеореєстратора і знайти порт SATA на материнській платі. Цю процедуру необхідно повторити для всіх необхідних жорстких дисків (основного та резервного).

6. Підключіться до APC Back-UPS Pro 1500 ВА. БТР повинен бути підключений до електричної розетки. Важливо переконатися, що він заряджений. Після цього підключіть відеореєстратор, комутатор і монітор до розеток на задній панелі ДБЖ. Це забезпечить живлення цих пристроїв у разі

раптового відключення електроенергії, що означає, що IP-камери, що живляться за технологією PoE, можуть житися.

Підключення генератора Honda EU1000i. Генератори слід вмикати лише під час тривалого відключення електроенергії. При необхідності генератор необхідно підключити до ДБЖ за допомогою сполучних кабелів. Це може забезпечити живлення системи відеоспостереження в разі тривалого відключення електроенергії, а також може паралельно заряджати обладнання джерела безперебійного живлення. Після підключення всіх компонентів системи необхідно налаштувати відеореєстратор. Процес включає наступні кроки:

1. Налаштування моніторингу. Після запуску відеореєстратора відкрийте меню «Конфігурація» в TRASSIR Client і перейдіть в розділ «Монітор». Потрібно додати всі підключені монітори до системи. Далі вам потрібно буде налаштувати розташування кожного монітора та параметри відображення.

2. Налаштування камери. У клієнті TRASSIR необхідно відкрити меню «Конфігурація» і перейти в розділ «Камери», після чого додати всі підключені камери до системи. Після цього слід налаштувати параметри кожної камери, такі як роздільна здатність, частота кадрів, режим запису тощо.

3. Налаштування запису. У меню «Налаштування» необхідно зайти в розділ «Запис», де необхідно визначити параметри запису, такі як режим запису (постійний або за подією), час запису, місце збереження файлу та інші параметри.

4. Налаштування сповіщень про дії. У меню «Конфігурація» необхідно увійти в розділ «Аналіз», де можна налаштувати параметри сповіщень про рух, такі як зона виявлення руху, чутливість, виділення об'єкта тощо. Після цього потрібно зберегти налаштування та перезапустити відеореєстратор, щоб зміни вступили в силу.

підключена і повністю готова до виконання всіх своїх функцій і завдань.

## **Висновки до розділу**

У третьому розділі кваліфікаційної роботи було здійснено детальну практичну розробку цифрової системи відеоспостереження для автопаркінгу, що є кульмінацією теоретичних досліджень та проектних рішень попередніх розділів.

По-перше, було ретельно обґрунтовано вибір пристроїв для системи відеоспостереження. З урахуванням специфіки об'єкта (автопаркінгу) та поставлених завдань безпеки, було визначено критерії вибору IP-камер (роздільна здатність, тип об'єктива, світлочутливість, функції відеоаналітики, захист від вандалізму та погодних умов, підтримка PoE). Аналогічно, було проаналізовано вибір центральних компонентів – NVR або сервера з VMS – з урахуванням масштабу системи та вимог до обробки даних та архівування. Важливе значення також було приділено вибору мережевого та допоміжного обладнання, що закладає основу для надійної та продуктивної роботи всієї системи.

По-друге, детально розглянута технологія уніфікації системи, яка є ключовою для інтеграції всіх компонентів у єдиний функціональний комплекс. Було висвітлено принципи мережевої інтеграції, включаючи побудову локальної мережі, сегментацію (VLAN) та налаштування IP-адрес, що забезпечує стабільність та безпеку передачі відеопотоків. Особлива увага була приділена програмному забезпеченню для керування відео (VMS), яке виступає центральною платформою для збору, аналізу та управління всіма даними. Було також наголошено на важливості інтеграції СВС з іншими системами безпеки, такими як СКУД та охоронна сигналізація, для створення комплексного рішення.

По-третє, обґрунтовано необхідність забезпечення безперебійного електропостачання. Було розглянуто різні типи ДБЖ, їхній вибір та розрахунок потужності, а також роль резервного живлення для камер та можливість використання ДГУ для забезпечення неперервної роботи системи

відеоспостереження навіть у разі тривалих відключень основної електромережі.

Це гарантує безперервність моніторингу та захисту автопаркінгу. Нарешті, детально описано процес налаштування системи, включаючи початкове налаштування мережі, конфігурацію IP-камер (параметри зображення, відеоаналітика), налаштування NVR/сервера з VMS (архівування, події, оповіщення) та забезпечення віддаленого доступу. Етап тестування системи підкреслює важливість перевірки всіх функціональних можливостей для підтвердження її працездатності та відповідності поставленим завданням. Таким чином, у третьому розділі було успішно здійснено практичну розробку цифрової системи відеоспостереження для автопаркінгу, що включає обґрунтований вибір обладнання, технології інтеграції та налаштування, демонструючи готовність рішення до впровадження та ефективного функціонування.

62

## **ВИСНОВКИ**

У рамках даної кваліфікаційної роботи було успішно досліджено, проаналізовано та розроблено основи цифрової системи відеоспостереження, спрямованої на суттєве підвищення рівня безпеки автопаркінгів. Актуальність обраної теми зумовлена постійно зростаючою потребою у забезпеченні ефективного контролю та захисту об'єктів приватної та комерційної власності, де традиційні методи безпеки часто виявляються недостатніми.

У першому розділі було проведено глибокий аналітичний огляд предметної області, що охопив історію розвитку систем відеоспостереження від їхніх зародків до сучасних цифрових IP-рішень. Визначення ключових етапів еволюції, включаючи перехід від механічних до аналогових, а потім до високотехнологічних цифрових систем, дозволило сформулювати комплексне розуміння їхніх функціональних можливостей та архітектурних особливостей. Було підкреслено, що сучасні СВС вийшли за межі простого моніторингу, перетворившись на інтелектуальні комплекси з широким спектром завдань, від запобігання злочинності до оптимізації робочих процесів. Систематизована класифікація систем відеоспостереження за різними критеріями (типом сигналу, способом передачі даних, архітектурою) дозволила обґрунтувати переваги

цифрових IP-систем як найбільш перспективних та ефективних для вирішення задач сучасного моніторингу.

Другий розділ був присвячений детальному проектуванню цифрової СВС для автопаркінгу. Зосередження на об'єктах системи відеоспостереження дозволило чітко ідентифікувати критичні зони моніторингу, такі як в'їзди/виїзди, паркувальні місця, пішохідні зони, пункти оплати та технічні приміщення. На основі цього аналізу було розроблено принципи формування карти розташування камер, що є ключовим етапом для забезпечення всебічного покриття об'єкта, мінімізації "сліпих зон" та оптимізації вибору обладнання відповідно до специфіки кожної зони. Цей етап заклав міцну проектну основу для подальшої практичної реалізації системи.

63

У третьому розділі було здійснено практичну розробку системи, що охопила конкретні аспекти впровадження. Детально розглянуто вибір пристроїв, зокрема IP-камер, NVR/сервера з VMS та мережевого обладнання, з акцентом на їхні технічні характеристики та функціональні можливості, необхідні для забезпечення високої якості зображення, надійності та інтелектуальної відеоаналітики. Була обґрунтована технологія уніфікації системи, включаючи мережеву інтеграцію, використання програмного забезпечення для керування відео (VMS) та можливості інтеграції з іншими системами безпеки (СКУД, сигналізація), що дозволяє створити єдиний централізований комплекс. Окрема увага була приділена забезпеченню безперебійного електропостачання як критичному фактору стабільності системи. Нарешті, було описано всі етапи налаштування системи, від початкової конфігурації мережі до налаштування відеоаналітики та тестування, що гарантує її ефективне функціонування.

Загалом, результати кваліфікаційної роботи підтверджують, що: 1.

Цифрова система відеоспостереження є оптимальним рішенням для забезпечення безпеки сучасних автопаркінгів завдяки своїй високій якості зображення, масштабованості та широким інтелектуальним можливостям.

2. Ретельне планування на етапах визначення об'єктів моніторингу та розробки карти розташування камер є фундаментальним для

ефективності системи.

3. Комплексний підхід до вибору обладнання, технологій уніфікації та налаштування забезпечує надійність, функціональність та готовність до експлуатації.

4. Інтеграція з іншими системами безпеки та забезпечення безперебійного живлення значно підвищують загальну ефективність та стійкість СВС.

Практична цінність роботи полягає в детальному описі методики проектування та впровадження цифрової системи відеоспостереження, яка може слугувати основою для реалізації подібних проектів на автопаркінгах та інших

64

об'єктах з аналогічними вимогами до безпеки. Це дозволить не лише підвищити рівень захисту від правопорушень, але й оптимізувати процеси управління та експлуатації.

65

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. ДСТУ 3396.2-97 Захист інформації. Технічний захист інформації. Терміни та визначення.

2. НД ТЗІ 1.1-003-99 Термінологія в галузі захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу. Затверджено наказом ДСТСЗІ СБ України від 28.04.1999 № 22.

3. ДСТУ 3396.0-96 Захист інформації. Технічний захист інформації. Основні положення.

4. Мазур, І. В. Технології цифрового відеоспостереження: навчальний посібник / І. В. Мазур, О. В. Ільїна. – Київ: Видавничий дім "Києво-Могилянська академія", 2015. – 256 с.

5. Клименко, О. О. Основи цифрової обробки сигналів: навчальний посібник / О. О. Клименко, О. Л. Букреєва, А. А. Клименко. – Київ: Видавничий дім

"КиєвоМогилянська академія", 2018. – 336 с.

6. Бідюк, П. Автопаркінги та їх організація: навчальний посібник / П. Бідюк. – Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 224 с.

7. Коротков, В. Автостоянки та паркувальні системи: організація та управління / В. Коротков. – Київ: Видавничий дім "Слово", 2018. – 192 с.

8. Григорович, І. С. Відеоспостереження: технології та системи / І. С. Григорович, В. В. Подоба. – Київ: Видавничий дім "Ін Юре", 2019. – 248 с.

9. Петренко, О. В. Основи систем відеоспостереження: навчальний посібник / О. В. Петренко. – Київ: Видавничий центр КНЕУ, 2018. – 176 с.

10. Каталог продукції компанії . [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: ://.//. (дата звернення: 01.06.2023).

66

11. Каталог продукції компанії Seagate. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: ://.//. (дата звернення: 01.06.2023).

12. Докладна інструкція з вибору технології підключення системи відеоспостереження для автопаркінгу доступна на веб-сайті компанії Dahua Technology. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: ://.//. (дата звернення: 03.06.2023).

13. Савін, В. Стабілізатори напруги в системах безперебійного живлення / В. Савін // Електрика і електротехніка. – 20

КРИВОРІЗЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
Державного некомерційного підприємства  
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»

РЕЦЕНЗІЯ  
на кваліфікаційну роботу  
випускника спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія  
факультет/відділення «Комп'ютерної і програмна інженерія»

Георгія КОНОВАЛЬЧУКА

(ім'я, прізвище)

1. Актуальність теми: Обрана тема кваліфікаційної роботи є актуальною.
2. Кваліфікаційна робота відповідає темі, затвердженій наказом.
3. Завдання на виконання кваліфікаційної роботи виконано у повному обсязі.
4. У кваліфікаційній роботі розробляється система апаратних та програмних рішень для побудови цифрової системи відеоспостереження автопаркінгу.  
Об'єкт проектування – цифрова система відеоспостереження.  
Предмет проектування – комп'ютерна система цифрового відеоспостереження автопаркінгу..  
Метод проектування – визначення основних методів побудови цифрових систем відеоспостереження  
Результати кваліфікаційної роботи рекомендується використовувати для більш глибокої орієнтації в просторі систем відеоспостереження, аналізувати залежності, переваги та недоліки кожного з існуючих рішень.
5. Якість виконання пояснювальної записки та ілюстративного (графічного) матеріалу відповідає вимогам Державних стандартів.
6. В кваліфікаційній роботі зроблений акцент на дані отримані на практиці («живі» експерименти).
7. Кваліфікаційна робота заслуговує оцінку «добре».

Рецензент

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Андрій КРАВЧАТИЙ  
(ім'я, прізвище)

З рецензією ознайомлений   
(підпис)

Георгій КОНОВАЛЬЧУК  
(ім'я, прізвище)