

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та охоронних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ
СУПЕРМАРКЕТУ МЕРЕЖІ LIDL

DESING OF A VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM FOR A LIDL
SUPERMARKET

спеціальність 126 Інформаційні системи та технології
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІСТО-41
САВИЧ Максим Володимирович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
КАЙДИК Олег Леонтійович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2026 р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
ТЕРЛЕЦЬКИЙ Тарас Володимирович

(підпис)

Луцьк – 2026 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: *комп'ютерних та інформаційних технологій*

Кафедра: *комп'ютерної інженерії та безпеки*

Ступінь вищої освіти: *бакалавр*

Галузь знань: *12 Інформаційні технології*

Спеціальність: *126 Інформаційні системи та технології*

Освітня програма: *«Інформаційні системи та технології охорони і безпеки»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КІБ

к.т.н., доцент Терлецький Т. В.

« ___ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

САВИЧУ Максиму Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Проектування системи відеоспостереження супермаркету мережі Lidl*

Керівник роботи: *к.т.н., доцент Кайдик Олег Леонтійович*

затвержені наказом закладу вищої освіти від «16» грудня 2025 р. № 529/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи: *«30» травня 2026 р.*

3. Вихідні дані до роботи: *Планувальне рішення супермаркету SMarket. ДСТУ EN 62676. ДСТУ EN 62676-1-1. ДСТУ EN 62676-4. ДСТУ EN 50132-7. ДСТУ ІЕС 60529. ДБН В.2.2-23.*

ДБН В.2.5-56:2014. Система IP-відеоспостереження супермаркету на базі обладнання Hikvision, Dahua та Uniview. Мережеві відеореєстратори (NVR), купольні та bullet IP-камери з підтримкою PoE, WDR, H.265 та IR-підсвітки. Спеціалізоване програмне забезпечення для 3D-моделювання систем відеоспостереження та аналізу зон покриття камер.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): *Анотація. Вступ. Розділ 1 Аналітичний огляд стану предметної області (особливості функціонування маркетів дискаунтерного типу; аналіз основних загроз безпеці у торговельних приміщеннях; огляд сучасних систем відеоспостереження; аналіз мережевих технологій у системах CCTV; характеристика нормативно-технічної бази та сучасних підходів до побудови систем відеоспостереження). Розділ 2 Обґрунтування вибору засобів та методів реалізації (обґрунтування необхідності впровадження системи відеоспостереження у маркеті Lidl; аналіз вимог до системи та інформаційне обстеження локальної мережі об'єкта; вибір архітектури системи відеоспостереження; обґрунтування вибору камер відеоспостереження, відеореєстратора та системи зберігання даних; вибір мережевої інфраструктури; обґрунтування вибору програмного забезпечення для моніторингу, адміністрування та керування системою CCTV). Розділ 3 Практична реалізація (розробка структурної схеми системи; проектування топології підключення та кабельної інфраструктури; розрахунок кількості камер, відеоархіву та пропускної здатності мережі; інтеграція апаратних і програмних компонентів системи; моделювання зон покриття камер та оперативних задач у спеціалізованому програмному середовищі). Список використаних джерел. Додатки.*

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: *Презентація на 10 слайдах*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1 Аналітичний огляд стану предметної області	<i>Кайдик О. Л.</i>		
Розділ 2 Обґрунтування вибору засобів та методів реалізації	<i>Кайдик О. Л.</i>		
Розділ 3 Практична реалізація	<i>Кайдик О. Л.</i>		
Загальні висновки та рекомендації	<i>Кайдик О. Л.</i>		
Нормоконтроль	<i>Кайдик О. Л.</i>		
Гарант ОП	<i>Терлецький Т. В.</i>		
Показник запозичень тексту			
Академічна доброчесність	<i>Кайдик О. Л.</i>		

7. Дата видачі завдання: «16» грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Обґрунтування теми	До 12.12.2025 р.	
2.	Огляд літератури із досліджуваної проблеми	До 12.12.2025 р.	
3.	Розділ 1 Аналітичний огляд стану предметної області	До 28.02.2026 р.	
4.	Розділ 2 Обґрунтування вибору засобів та методів реалізації	До 31.03.2026 р.	
5	Розділ 3 Практична реалізація	До 30.04.2026 р.	
6.	Загальні висновки та рекомендації	До 16.05.2026 р.	
7.	Формування списку використаних джерел	До 20.05.2026 р.	
8.	Формування додатків.	До 20.05.2026 р.	
9.	Формування презентації за темою кваліфікаційної роботи	До 20.05.2026 р.	
10.	Нормоконтроль	До 21.05.2026 р.	
11.	Інструментальна перевірка на академічний плагіат	До 22.05.2026 р.	
12.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	До 04.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти _____ (Савич М.В.)
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ (Кайдик О. Л.)
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Савич М. В. Проектування системи відеоспостереження супермаркету мережі Lidl. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки». Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

У кваліфікаційній роботі розглянуто особливості проектування сучасної системи відеоспостереження для маркету дискаунтерного типу Lidl. Проведено аналіз загроз безпеці у торговельних приміщеннях, досліджено сучасні технології CCTV та мережеві рішення, що застосовуються у системах відеоспостереження. Виконано огляд нормативно-технічної бази у сфері систем безпеки та відеоконтролю.

У роботі обґрунтовано вибір архітектури системи, IP-камер, мережевого обладнання, відеореєстратора та системи зберігання даних. Розроблено структурну схему системи відеоспостереження, виконано розрахунок кількості камер, обсягу відеоархіву та пропускної здатності мережі. Також проведено моделювання зон покриття камер і оперативних задач у спеціалізованому програмному середовищі для 3D-проектування систем відеоспостереження.

Запроектована система забезпечує моніторинг торгового залу, контроль касових операцій, ідентифікацію осіб у критичних зонах та детектування подій на периметрі об'єкта.

Ключові слова: система відеоспостереження, CCTV, IP-камера, відеореєстратор, відеоархів, PoE, мережева інфраструктура, моніторинг, безпека, торговельний об'єкт.

ANNOTATION

Savych M. Design of a video surveillance system for a Lidl supermarket. Manuscript.

Bachelor's qualification work EP «Security and safety information system and technologies». Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

This bachelor's thesis comprises an introduction, three sections, general conclusions and recommendations, a list of references, and appendices.

The qualification thesis examines the features of designing a modern video surveillance system for a Lidl-type discount market. The study analyzes security threats in retail premises and investigates modern CCTV technologies and network solutions used in video surveillance systems. A review of the regulatory and technical framework in the field of security and video monitoring systems is also carried out.

The thesis substantiates the selection of the system architecture, IP cameras, network equipment, video recorder, and data storage system. A structural diagram of the video surveillance system was developed, and calculations of the number of cameras, video archive capacity, and network bandwidth were performed. In addition, camera coverage zones and operational tasks were modeled using specialized software for 3D CCTV system design.

The designed system provides monitoring of the sales area, control of cash register operations, identification of persons in critical zones, and detection of events along the perimeter of the facility.

Keywords: video surveillance system, CCTV, IP camera, video recorder, video archive, PoE, network infrastructure, monitoring, security, retail facility.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	
1.1 Особливості функціонування маркетів дискаунтерного типу	9
1.2 Аналіз загроз безпеці в торговельних приміщеннях	11
1.3 Огляд сучасних систем відео спостереження та мережеві технології в системах відеоспостереження (PoE, відеокомутатори)	13
1.4 Постановка завдань на кваліфікаційну роботу бакалавра	24
РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ	
2.1 Обґрунтування необхідності впровадження системи відеоспостереження в маркеті Lidl	27
2.2 Аналіз вимог до системи та інформаційне обстеження локальної мережі	28
2.3 Вибір архітектури системи відеоспостереження	30
2.4 Обґрунтування вибору камер відео спостереження	32
2.5 Вибір відеореєстратора та системи зберігання даних	35
2.6 Вибір мережевої інфраструктури	36
2.7 Обґрунтування вибору програмного забезпечення	37
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ	
3.1 Розробка структурної схеми системи	39
3.2 Розрахунок кількості камер, архіву та пропускну здатності мережі	45
3.3 Інтеграція компонентів системи	47
3.4 Тестування та оцінка ефективності	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

API – Application Programming Interface (інтерфейс програмування застосунків).

Cat5e (6) – кабель типу «вита пара» категорія 5e (категорія 6).

DIN-рейка – стандартизований металевий профіль для монтажу електрообладнання.

FPS – Frames Per Second (кількість кадрів за секунду).

Full HD – формат відеозображення високої чіткості.

HDD – Hard Disk Drive (жорсткий диск).

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IEEE 802.3af – стандарт PoE із потужністю до 15,4 Вт.

IEEE 802.3at – стандарт PoE+ із потужністю до 25 Вт.

IP – Internet Protocol.

IP66 – клас захисту обладнання від пилу та вологи.

IP-камера – цифрова мережева відеокамера.

IR-підсвітка – ІЧ підсвічування для нічного відеоспостереження.

LAN – Local Area Network (локальна комп'ютерна мережа).

LED – Light Emitting Diode (світлодіод).

MAC-адреса – унікальна фізична адреса мережевого пристрою.

NVR – Network Video Recorder (мережевий відеореєстратор).

PoE – Power over Ethernet.

PTZ – Pan-Tilt-Zoom (керована поворотна відеокамера з функцією масштабування).

RJ-45 – стандартний мережевий роз'єм Ethernet.

SFP – Small Form-factor Pluggable (модуль підключення оптичного зв'язку).

SSD – Solid State Drive (твердотільний накопичувач).

UPS – Uninterruptible Power Supply (джерело безперебійного живлення).

WAN – Wide Area Network (глобальна комп'ютерна мережа).

ВАТ – одиниця вимірювання потужності.

ВСТУП

Актуальність теми полягає у тому, що сучасні торговельні заклади потребують не лише фізичної охорони, а й використання технічних засобів контролю, здатних забезпечити безперервний моніторинг усіх основних зон об'єкта. З кожним роком зростають вимоги до якості відеозображення, надійності зберігання відеоданих та швидкості передачі інформації мережею. Крім того, важливим фактором є необхідність швидкого реагування на надзвичайні ситуації, контроль роботи персоналу та можливість аналізу подій за допомогою відеоархіву.

Об'єктом дослідження – системи відеоспостереження торговельних об'єктів.

Предметом дослідження – засоби та технології побудови IP-систем відеоспостереження для супермаркетів.

Метою кваліфікаційної роботи – проектування системи відеоспостереження для супермаркету мережі Lidl із використанням сучасних IP-технологій та мережевого обладнання.

Практичне значення роботи полягає у створенні проекту системи відеоспостереження, який може бути використаний для підвищення рівня безпеки та контролю в супермаркетах дискаунтерного типу.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Особливості функціонування маркетів дискаунтерного типу

Насамперед, маркети дискаунтерного типу відносяться до найбільш розширених форматів розничної торгівлі як у світі, так і в Україні. Для таких торгових об'єктів характерні стандартизовані бізнес-процеси, зниження експлуатаційних витрат і прискорене обслуговування покупців (табл. 1.1). Основна задача подібних магазинів полягає в забезпеченні широкого кола споживачів доступними товарами при ефективному використанні ресурсів підприємства.

Таблиця 1.1 – Основні характеристики маркетів дискаунтерного типу

Показник	Значення	Вплив на систему відеоспостереження
Площа торговельного залу	800-2000 м ²	Потребує значної кількості камер
Кількість відвідувачів	Висока	Необхідність безперервного моніторингу
Формат обслуговування	Самообслуговування	Підвищений ризик крадіжок
Кількість персоналу	Обмежена	Автоматизація контролю
Режим роботи	12-16 годин на добу	Потреба у надійній системі зберігання відео
Наявність складу	Обов'язкова	Контроль доступу
Кількість товарів	Велика	Висока концентрація матеріальних цінностей

Формат дискаунтера передбачає раціональну організацію торгового простору, застосування універсального обладнання, вдосконалену систему розміщення продукції та автоматизацію основних торгових операцій. Загальна площа таких магазинів становить від 800 до 2000 м², при цьому протягом дня вони обслуговують велику кількість відвідувачів. Основний потік покупців створює додаткову навантаження на інженерні мережі будівлі, включаючи системи безпеки та контролю.

Однією з особливостей роботи маркетів даного типу є велика кількість товарів, що знаходяться у вільному доступі. Покупці самостійно переміщуються по торговому залу, вибирають продукцію і виробляють оплату на касовій зоні

без постійного супроводження персоналу. Подібна організація торгівлі збільшує ймовірність виникнення різних порушень, серед яких дрібні кражі, псування майна та несанкціоноване проникнення в службові приміщення.

Додатково сучасні торгові об'єкти функціонують в умовах підвищених вимог до безпеки та контролю внутрішніх процесів. Це пов'язано не тільки з необхідністю захисту матеріальних цінностей, але й із забезпеченням безпеки співробітників і відвідувачів. У разі виникнення позаштатних ситуацій, таких як пожежа, задимлення або аварія інженерних систем, особливо важливо своєчасно отримати інформацію про стан об'єкта та забезпечити координацію дій персоналу та зовнішніх служб.

У зв'язку з цим системи відеоспостереження у супермаркетах виконують не лише функції забезпечення безпеки, а й використовуються як інструмент керування торговим об'єктом. З їхньою допомогою можна контролювати роботу співробітників, відстежувати поведінку відвідувачів, аналізувати завантаженість окремих зон магазину, спостерігати за ситуацією на касах та підвищувати ефективність логістичних процесів.

Застосування сучасних засобів відеоаналітики дозволяє автоматично фіксувати підозрілі дії, визначати напрями переміщення людей та збирати статистичні дані для подальшого аналізу. Це сприяє більш ефективній організації роботи торговельного підприємства та підвищенню рівня безпеки.

Таким чином, діяльність маркетів дискаунтерного типу потребує постійного контролю обстановки як усередині торгового приміщення, так і на прилеглий території. Саме тому виникає потреба впровадження сучасних систем відеоспостереження, які забезпечують стабільний моніторинг об'єкта та оперативне реагування на можливі загрози та позаштатні ситуації.

Під час проектування системи відеоспостереження для супермаркету особлива увага приділяється правильному вибору місць встановлення камер, визначенню кутів огляду, забезпеченню достатньої деталізації зображення та мінімізації «сліпих зон». Важливими також є питання стабільності передачі

даних мережею, надійного зберігання відеоархіву та можливості оперативного доступу до записів у разі виникнення потреби.

1.2 Аналіз загроз безпеці в торговельних приміщеннях

Безпека торговельних приміщень є важливим елементом ефективного функціонування підприємств роздрібної торгівлі. Загрози безпеці можуть мати різний характер та походження, що потребує системного підходу до їх аналізу та управління ризиками.

До основних джерел загроз у торговельних приміщеннях належать (табл. 1.2):

- дії покупців;
- дії персоналу;
- технічні несправності обладнання;
- зовнішні фактори;
- надзвичайні ситуації.

Таблиця 1.2 – Основні загрози безпеці в торговельних приміщеннях

Загроза	Джерело загрози	Наслідки	Засіб контролю
Крадіжка товару	Покупці	Матеріальні втрати	Камери відеоспостереження
Шахрайство на касі	Персонал	Фінансові втрати	Контроль касової зони
Пошкодження товару	Покупці	Збитки підприємства	Відеоспостереження
Несанкціонований доступ	Сторонні особи	Порушення безпеки	Камери та контроль доступу
Пожежа	Технічні несправності	Загроза життю людей	Відеоконтроль та сигналізація
Крадіжка зі складу	Персонал	Втрата товару	Камери на складі

Однією з найбільш поширених загроз є крадіжки товарів.

За статистичними даними підприємств роздрібної торгівлі, втрати від крадіжок можуть становити від 0,5 % до 2 % від загального товарообігу. Найбільш уразливими є товари невеликого розміру та високої вартості, такі як

косметика, електроніка, алкогольні напої та продукти харчування преміум-класу.

Значну небезпеку становлять внутрішні загрози, пов'язані з діяльністю персоналу підприємства. Вони можуть включати:

- навмисне приховування товарів;
- неправильне оформлення касових операцій;
- змову з покупцями;
- використання службових повноважень у власних інтересах.

Ще одним важливим напрямом забезпечення безпеки є контроль за станом інженерних систем будівлі. Несправності електромережі, вентиляційного чи холодильного обладнання можуть призвести до серйозних фінансових втрат та порушення роботи торговельного об'єкта. У подібних ситуаціях системи відеоспостереження допомагають швидко встановити причини виникнення аварійної ситуації та контролювати процес усунення несправностей.

Особливе значення відеоспостереження має у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Під час пожежі, задимлення або евакуації необхідно відстежувати переміщення людей і забезпечувати безперешкодний доступ екстрених служб до об'єкта. Використання камер відеоспостереження дозволяє своєчасно визначити місце виникнення небезпеки, оцінити масштаб події та координувати дії персоналу у процесі ліквідації наслідків.

Для ефективного управління ризиками безпеки застосовується метод зонування території об'єкта. У межах цього підходу виділяють (табл. 1.3):

1) зони підвищеного ризику:

- касова зона;
- зона приймання товару;
- складські приміщення;
- службові входи;
- зона зберігання матеріальних цінностей.

2) зони середнього ризику:

- торговельний зал;

- проходи між стелажми;
 - примірочні (у разі наявності).
- 3) зони низького ризику:
- адміністративні приміщення;
 - технічні приміщення.

Таблиця 1.3 – Основні зони контролю системи відеоспостереження

Зона	Рівень ризику	Призначення контролю	Тип камери
Вхід / вихід	Високий	Контроль потоку людей	Купольна
Касова зона	Високий	Контроль фінансових операцій	Купольна
Торговельний зал	Середній	Контроль покупців	Купольна
Склад	Високий	Контроль товару	Циліндрична
Службові приміщення	Середній	Контроль персоналу	Купольна
Парковка	Високий	Контроль транспорту	Вулична

Такий підхід дозволяє оптимально розмістити камери відеоспостереження та забезпечити максимальну ефективність використання технічних засобів контролю.

1.3 Огляд сучасних систем відео спостереження та мережеві технології в системах відеоспостереження (PoE, відеокомутатори)

Сучасні системи відеоспостереження є комплексними інформаційно-технічними рішеннями, призначеними для контролю стану об'єкта, отримання, обробки та зберігання відеоданих протягом заданого проміжку часу. Такі системи широко використовуються в торгових центрах, на транспортних об'єктах, промислових підприємствах та державних установах [23].

В даний час відеокамери, мережеві відеореєстратори та інше обладнання, що підключається через маршрутизатори та мережеві комутатори з підтримкою PoE та без неї, займають важливе місце на ринку систем безпеки. Незважаючи на те, що повний перехід на цифрові технології ще не завершено, останніми роками спостерігається стійка тенденція поступового витіснення аналогових систем сучасними IP-рішеннями. Це пов'язано з розвитком мережевих технологій,

підвищенням якості відеосигналу та розширенням функціональних можливостей обладнання.

На ринку з'явилися спеціалізовані компанії, які займаються виключно виробництвом IP-обладнання для систем відеоспостереження. Одночасно зріс попит на професійні мережеві пристрої, які забезпечують стабільну роботу системи. Досить поширена думка, що IP-камери можна без проблем підключити до вже існуючої локальної мережі підприємства, що дозволяє скоротити витрати на монтаж. Проте практично такий підхід який завжди забезпечує надійну роботу системи.

Стандартне мережеве обладнання часто не розраховане на додаткове навантаження, що виникає під час передачі великого об'єму відео. Це може призвести до перебоїв у роботі системи відеоспостереження, так і до зниження продуктивності всієї корпоративної мережі.

Саме тому при проектуванні систем відеоспостереження особливу увагу необхідно приділяти вибору мережних комутаторів, оскільки саме на них припадає основне навантаження щодо передачі та розподілу інформаційних потоків. [25].

В IP-системах відеоспостереження часто використовуються стандартні мережеві комутатори. Ці пристрої виконують об'єднання всіх вузлів локальної мережі в єдину інфраструктуру передачі даних. У процесі роботи комутатор аналізує MAC-адреси підключених пристроїв та формує таблицю відповідності портів, завдяки чому забезпечується раціональніший розподіл мережевого трафіку та зниження зайвого навантаження на мережу.

При проектуванні системи відеоспостереження, особливо у випадках її інтеграції з мережею підприємства та підключенням до інтернету, особлива увага приділяється узгодженню характеристик комутаторів, камер та загальних вимог до системи. Важливо враховувати пропускну здатність обладнання, оскільки саме цей параметр визначає обсяг даних, який пристрій здатний передавати та обробляти за одиницю часу. Комутатори для систем відеоспостереження зазвичай мають різну пропускну здатність портів,

найпоширенішими є значення 10/100 Мбіт/с та 1 Гбіт/с. Слід враховувати, що сумарна пропускна здатність пристрою не завжди дорівнює арифметичній сумі всіх портів, і при навантаженні може виникати зниження якості передачі даних. В таких випадках спостерігаються затримки відеопотоку, зниження плавності зображення чи короткочасні втрати сигналу [14] (рис. 1.1).

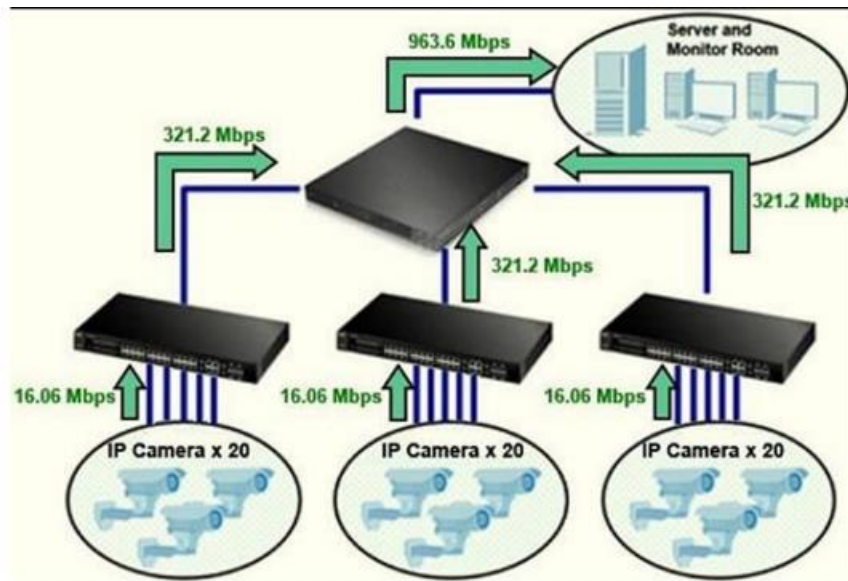


Рисунок 1.1 – Загальна характеристика комутатора

Ця характеристика комутатора визначає максимальну кількість пристроїв відеоспостереження або інших компонентів мережі, які можуть бути підключені до системи. Для домашніх систем відеоконтролю зазвичай використовуються комутатори з невеликою кількістю портів – від чотирьох. У професійних та спеціалізованих системах застосовуються пристрої на вісім, шістнадцять або двадцять чотири порти. При виборі устаткування важливо враховувати як кількість роз'ємів, а й загальну пропускну здатність комутатора, тобто його здатність обробляти необхідний обсяг інформації за певний проміжок часу.

Як і IP-відеокамери, комутатори можуть бути призначені як для внутрішнього, так і для зовнішнього використання. Пристрої, які розраховані на експлуатацію поза приміщеннями, повинні забезпечувати стабільну роботу незалежно від погодних умов. Тому вони випускаються в корпусах підвищеної міцності зі ступенем захисту не нижче за IP66.

Для систем відеоспостереження, що встановлюються всередині будівель, використовуються стандартні комутатори. Досить поширені компактні моделі з можливістю монтажу на DIN-рейку, проте вони зазвичай мають обмежену кількість портів.

Наявність технології Power over Ethernet (PoE) значно спрощує монтаж системи відеоспостереження, оскільки живлення передається звичайним мережним кабелем типу «вита пара». Слід зазначити, що PoE-комутатори використовуються спільно з IP-камерами, що підтримують цю функцію, що обов'язково вказується у технічних характеристиках обладнання.

Технологія Power over Ethernet забезпечує одночасну передачу даних та електроживлення по одному кабелю Ethernet. З урахуванням складності монтажу IP-систем відеоконтролю такий спосіб підключення є найбільш зручним та ефективним. Саме тому багато фахівців та досвідчених користувачів віддають перевагу пристроям з підтримкою PoE.

Максимальна дальність передачі відеосигналу від IP-камери кабелем «вита пара» без застосування додаткового обладнання становить до 100 метрів. При цьому живлення камери на такій відстані рекомендується організувати безпосередньо поруч із відеокамерою [20].

POE комутатор дозволяє передавати і сигнал і напругу по одному кабелю на відстань до 150 метрів. POE комутатор – це відмінне рішення в сфері ір відеоспостереження в 99 % випадків, за винятком (той самий 1 %) коли наприклад, нинішні камери з панорамуванням, зумом і PTZ управлінням з потужністю приблизно в 90 ВАТ не здатні функціонувати без прокладки зайвого кабелю живлення, тому що звичайних 25 ВАТ Power over Ethernet комутатора безумовно не вистачить. Але в останні роки фірмивиробники створюють профільні рішення зі збільшеною потужністю, що дає можливість застосовувати досить потужні пристрої відеоконтролю з відеоаналітикою, а також жити додаткові пристрої (такі, як інфрачервоні освітлювачі). Але занадто покладатися на них не слід. У будь-якій ситуації необхідно скрупульозно обчислити

споживану структурою потужність, співвіднівши її зі здібностями перемикача [8].

Комутатор PoE пропонує блок живлення і підключення даних до PoE IP системі відеоспостереження через мережеві кабелі, такі як Cat5, Cat5e і Cat6. PoE комутатор 8 є одним з найпопулярніших комутаторів PoE для просто IP-системи відеоспостереження. Використання PoE керованого комутатора для IP-камера спостереження, щоб забезпечити безпеку людей і бізнесу – дуже поширена поведінка. Зазвичай для різних IP-систем відео спостереження є розгорнуті комутатори PoE з різними портами. Коли мова йде про прийняття технології PoE, деякі користувачі можуть подумати, що немає необхідності купувати PoE комутатор з відносно високою ціною.

Інжектор PoE також може постачати електроживлення IP-камерами і економити більше простору. Однак, що буде, якщо є багато пристроїв, на яких потрібно підключити десять IP-камер? В цьому випадку, оптимальним варіантом є PoE комутатор. Крім того, PoE комутатори пропонують безліч інших переваг для PoE IP системи відео спостереження [13].

В даний час керовані PoE комутатори стають новою тенденцією. Більш передові, керовані PoE комутатори дозволяють дистанційно керувати робочою потужністю кожної камери з будь-якої точки в системах IP-камер Це дозволяє адміністраторам перезавантажувати будь-яку IP-камеру PoE, не переходячи в місце розташування камери, заощаджуючи витрати і працю.

Підключені до комутатора PoE, IP-камери можуть бути встановлені в будь-якому місці, і навіть у віддаленому місці розташування. З використанням одного кабелю Cat5e, робоча відстань IP-камери PoE може досягати 100 м. Якщо потрібні більш тривалі робочі відстані, можуть знадобитися PoE повторювачі [6].

Зазвичай всі IP-камери живляться від єдиного джерела (PoE комутатор). Тому підключення центрального UPS (джерело безперервного енергопостачання) до PoE комутатора може забезпечити безперервний контроль в разі відключення електрики. PoE гігабітні комутатори зазвичай входять в конфігурації 5, 8, 10, 16, 24, 28, 48 і 52 порти. Ці порти можуть бути комбінацією

слотів SFP / SFP+ для оптичного з'єднання, але частіше вони являють собою мідні порти з роз'ємами RJ45 спереду, що дозволяє досягати відстані до 100 метрів. З оптичними модулями SFP, можна перейти на відстань до 40 кілометрів. Існують два стандарти для PoE комутатора: IEEE802.3AF і IEEE802.3AT. Таким чином, PoE комутатори з різними стандартами також пропонують різні потужності на кожному порті для IP-камер. Наприклад, IEEE802.3AF стандартний PoE комутатор 8 працює тільки з IP-камерами, які не перевищують 15,4 Вт. І IEEE802.3AT PoE комутатор може підтримувати максимально до 25 Вт PoE пристроїв. Чим більше загальна потужність PoE комутатора, тим більше камер та інших пристроїв PoE можуть бути підключені. І максимальна споживана потужність комутатора часто тісно пов'язана з його ціною. Однак, якщо вибрати уважно, можна знайти деякі економічні PoE комутатори з більше максимальною споживаною потужністю.

Некерований PoE комутатор тільки пропонує базове з'єднання між мережевими пристроями. У той час як керований PoE комутатор дозволяє користувачам контролювати мережу і брати на себе відповідальність за будь-які конфігурації, які викликають час простою.

У довгостроковій перспективі, керований PoE комутатор 8 портів може бути кращим вибором. IP система відеоспостереження часто складається з PoE комутатора, IP-камери, мережевого відеомагнітофона (NVR) і кабельних систем Cat5e або Cat6. Серед них, PoE комутатор може передавати дані і пропонувати живлення для інших пристроїв [23].

PoE комутатор часто має 8 портів Gigabit Ethernet RJ45 і 2 порти SFP. Порти RJ45 використовуються для підключення до IP-камер і NVR, а порти SFP підключені до мережі LAN / WAN (рис. 1.2)

На наступному рисунку (рис. 1.3) показано загальне застосування PoE комутатора 8:

1) підключіть маршрутизатор до порту LAN на PoE комутаторі 8 з використанням кабелю Ethernet (cat5e або cat6);

2) підключіть кабель живлення до комутатора PoE і штепсельної розетки або пристрою захисту від перенапруги;

3) підключіть IP-камери до порту 1 ~ 8 на PoE комутаторі з використанням подовжувальних кабелів Ethernet.

4) додайте камери в NVR для перегляду камер і дозволу запису.

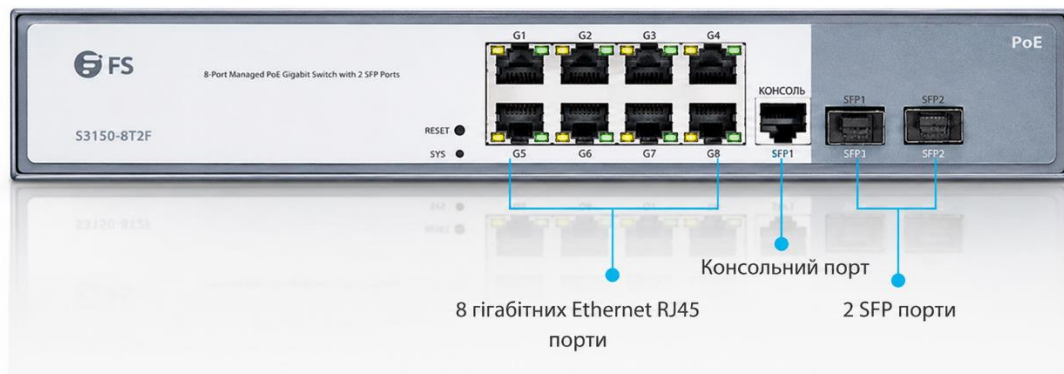


Рисунок 1.2 – PoE комутатор

Якщо потрібні великі відстані, підключіть маршрутизатор до Інтернету. PoE гігабітний комутатор робить установку спостереження більш безпечним і дешевим. Якщо вирішили створити IP систему відеоспостереження, варто переконатися, що вибрали правильний PoE комутатор для надійної IP системи відеоспостереження. Як правило, PoE комутатор 8 може майже задовольнити всі вимоги до малих IP-спостережень.



Рисунок 1.3 – Загальне застосування PoE комутатора 8

Завдання живлення відеокамер одне зі стандартних в використанні комутаторів PoE. Обладнання застосовують різні ритейлери, в тому числі група компаній X5 RETAIL GROUP.

1.3.1 TP-Link T1500-28pct

Дана модель призначена для монтажу в телекомунікаційну стійку, має 24 порти Fast Ethernet, чотири роз'єми Gigabit Ethernet і два комбінованих гігабітних SFP-слота. До сильних сторін комутатора можна також віднести вбудовані функції захисту і пріоритезації трафіку.

T1500-28pct: 180-ватний енергетичний бюджет ідеально підійшов під їх вимоги. Типові внутрішні камери для відеоспостереження відносяться до другого класу пристроїв з точки зору стандарту IEEE 802.3 af і вписуються в діапазон споживаної потужності від 3,8 до 6,5 Ват. В їх системі відеоспостереження використовувалися внутрішні неповоротні моделі камер (без сервоприводів і підігрівуються кожухів) [12].

T2600G-28mps – для 24 гігабітних портів PoE відводиться потужність до 384 Вт. На базі даного комутатора (спільно з TRASSIR) була розгорнута система відеоспостереження в мережі сімейних гіпермаркетів (всього для побудови широкомасштабної системи відеоспостереження замовнику знадобилося близько 750 комутаторів з підтримкою PoE+).

1.3.2 Sigrand'a

Компанія виробляє продукцію для систем відеоспостереження: IP-камери, комутатори (у тому числі з PoE), прожектори PoE тощо. В серії SG-1 моделі мають 6 Ethernet портів, дають потужність до 60 Вт.

Цікавість обладнання Sigrand'a в тому, що обладнання можна приєднувати послідовно в одну лінію. Це економить кошти і зменшує витрати на витратні матеріали. Максимальна довжина ланцюга 500м (рис. 1.4).

Зовнішній вигляд комутатора представлений на рисунку 1.5

1.3.3 Raisecom

Бренд надає широкий вибір різного устаткування і комутаторів, які можна використовувати в системах відеоспостереження. Комутатори серії ISCOM

відрізняються великою кількістю портів і можливістю віддаленого управління (рис. 1.6).

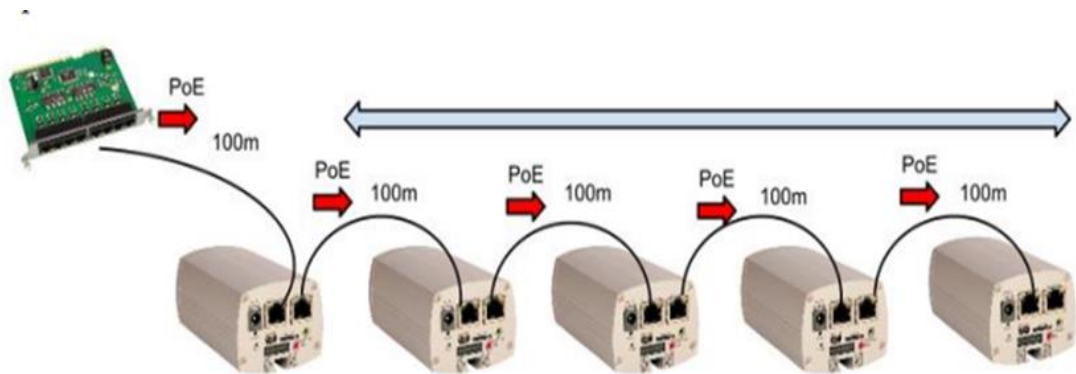


Рисунок 1.4 – Схематика побудови мережі на базі обладнання Sigrand



Рисунок 1. 5 – Зовнішній вид Sigrand POE switch



Рисунок 1.6 – Обладнання RAISCOM

1.3.4 Cisco

Компанія має великий вибір комутаторів, які можуть застосовувати в промисловості. Пристрої відрізняються компактними розмірами, енергоефективні, програмовані. Для програмування використовується продуманий API. Cisco досить поширений бренд, в каталозі якого є високоякісне обладнання для промислового застосування. У компанії сильно завищена якість, а ціна завжди залежить від цього показника (рис. 1.7)

Є багато різних інших брендів, які нічим не гірше і не краще (хоча, як подивитися). Вибір краще робити за технічними характеристиками, зовнішнього вигляду, способу монтажу і місця розташування, а також за ціною.

Основними елементами системи відеоспостереження є:

- відеокамери;
- мережеві відеореєстратори;
- комутатори;
- кабельні лінії зв'язку;
- джерела безперебійного живлення;
- системи зберігання даних;
- програмне забезпечення (табл. 1.4).



Рисунок 1.7 – PoE світч Cisco SG100D-08P на 8 портів

Таблиця 1.4 – Основні компоненти системи відеоспостереження

Компонент	Призначення	Основні характеристики
Відеокамера	Зйомка відео	Роздільна здатність, кут огляду
Відеореєстратор (NVR)	Запис відео	Кількість каналів
Комутатор	Передача даних	Кількість портів
Жорсткий диск	Зберігання відео	Обсяг пам'яті
Кабель	Передача сигналу	Cat5e / Cat6
Джерело живлення	Живлення системи	Потужність

Залежно від способу передачі сигналу системи відеоспостереження поділяються на аналогові, цифрові та гібридні. Найбільш поширеними в даний час є цифрові IP-системи відеоспостереження, оскільки вони забезпечують високу якість зображення, можливість масштабування системи та інтеграцію з іншими інформаційними системами.

Однією із ключових технологій сучасних систем відеоспостереження є технологія PoE (Power over Ethernet). Вона дозволяє одночасно передавати електроживлення та дані по одному кабелю типу «вита пара». Це значно спрощує монтаж обладнання та знижує витрати на прокладку електричних мереж.

До основних переваг технології PoE відносяться:

- скорочення кількості кабелів;
- спрощення монтажних робіт;
- підвищення надійності системи;
- можливість централізованого управління електроживленням;
- зниження експлуатаційних витрат.

У системах відеоспостереження широко використовуються мережеві комутатори, що забезпечують передачу даних між пристроями. Залежно від функціональних можливостей комутатори поділяються на некеровані, керовані, PoE-комутатори та промислові.

Керовані комутатори дозволяють контролювати параметри мережі, забезпечувати пріоритизацію трафіку та підвищувати рівень захисту інформації. Такі пристрої використовуються переважно у великих системах відеоспостереження, де потрібна стабільна робота мережі та висока швидкість передачі даних.

Сучасні системи відеоспостереження також підтримують функції відеоаналітики, які дозволяють автоматично обробляти відеодані та виявляти події, що потребують уваги оператора. До таких функцій належать:

- розпізнавання облич;
- детекція руху;
- підрахунок відвідувачів;

- визначення залишених предметів;
- контроль перетину лінії;
- аналіз поведінки людей

Порівняння систем відеоспостереження наведено в (табл.1.5).

Використання відеоаналітики дозволяє значно підвищити ефективність системи безпеки та знизити навантаження на персонал. Автоматична обробка відеоданих забезпечує своєчасне виявлення підозрілих ситуацій та підвищує оперативність реагування на можливі загрози [1].

Таблиця 1.5 – Порівняння систем відеоспостереження

Характеристика	Аналогова система	ІР-система
Якість відео	Середня	Висока
Віддалений доступ	Обмежений	Повний
Масштабованість	Низька	Висока
Вартість монтажу	Нижча	Вища
Надійність	Середня	Висока
Інтеграція	Обмежена	Повна

Таким чином, сучасні системи відеоспостереження є складними технічними комплексами, що поєднують апаратні та програмні засоби контролю, передачі та обробки інформації. Їхнє застосування забезпечує високий рівень безпеки торгових підприємств, підвищує ефективність управління внутрішніми процесами та сприяє стабільному функціонуванню об'єкта.

1.4 Постановка завдань на кваліфікаційну роботу бакалавра

Проведений аналіз особливостей функціонування торгових підприємств дискаунтерного типу, оцінка потенційних загроз безпеці та дослідження сучасних технологій відеоспостереження підтверджують необхідність створення ефективної системи контролю для супермаркетів мережі Lidl. Велика площа торгових приміщень, інтенсивний потік відвідувачів, значна кількість матеріальних цінностей та необхідність постійного контролю за роботою персоналу формують підвищені вимоги до організації системи безпеки. Сучасна система відеоспостереження в супермаркеті має виконувати не лише охоронні

функції, а й забезпечувати контроль технологічних процесів, оперативне реагування на нестандартні ситуації, а також централізоване керування відео. Особливу увагу необхідно приділяти надійності передачі інформації по мережі, організації безперервного запису відеоархіву та раціонального розміщення камер з урахуванням особливостей планування об'єкта. При проектуванні системи слід враховувати вимоги чинної нормативно-технічної документації, зокрема стандартів ДСТУ EN 62676, ДСТУ EN 50132-7, ДСТУ ІЕС 60529 та ДБН В.2.5-56:2014, які регламентують принципи побудови та експлуатації систем відеоспостереження. Крім того, важливим фактором є забезпечення сумісності мережевого обладнання, відеореєстраторів та ІР-камер, а також можливість подальшого розширення системи без істотної зміни її архітектури

Основною метою кваліфікаційної роботи є розробка проекту системи ІР-відеоспостереження для супермаркету типу Lidl із використанням сучасних технічних засобів та мережевих технологій відповідно до вимог методичних вказівок [25].

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити особливості функціонування супермаркетів дискаунтерного типу;
- проаналізувати основні загрози безпеці у торгових приміщеннях;
- виконати огляд сучасних систем відеоспостереження та технологій ССТV;
- вивчити нормативну базу, що регулює побудову систем відеоспостереження;
- визначити вимоги до системи відеоспостереження супермаркету;
- провести інформаційне обстеження локальної мережі об'єкта;
- обґрунтувати вибір архітектури системи та принципів її побудови;
- здійснити підбір ІР-камер, мережевого відеореєстратора та системи зберігання відеоданих;
- підібрати мережеве обладнання та РоЕ-комутатори;

- обґрунтувати вибір програмного забезпечення для моніторингу та адміністрування системи;
- розробити структурну схему системи відеоспостереження;
- спроектувати кабельну інфраструктуру та топологію підключення обладнання;
- здійснити розрахунок пропускної спроможності мережі та необхідного об'єму відеоархіву;
- провести моделювання зон огляду камер

Результатом виконання кваліфікаційної роботи має стати розроблений проект системи відеоспостереження, який забезпечує ефективний контроль основних зон супермаркету, підвищення рівня безпеки об'єкта та стабільне функціонування системи в умовах щоденної експлуатації.

РОЗДІЛ 2

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ

2.1 Обґрунтування необхідності впровадження системи відеоспостереження в маркеті Lidl

Система відеоспостереження є невід'ємною частиною сучасної безпеки торгових підприємств.

Для магазинів мережі Lidl характерні великі потоки відвідувачів, значні матеріальні цінності, наявність касових операцій та постійне переміщення товарів, що підвищує ризик виникнення правопорушень, крадіжок, конфліктних ситуацій та інших інцидентів [13].

Магазин мережі Lidl, розташований у місті Harleston, має значну площу торгового залу, складські та службові приміщення, а також прилеглу територію з паркуванням. У таких умовах забезпечення безпеки персоналу, відвідувачів та майна підприємства потребує застосування сучасних технічних засобів контролю та спостереження.

Основними причинами впровадження системи відеоспостереження є:

- забезпечення безпеки персоналу та відвідувачів;
- запобігання крадіжкам товарів та матеріальних цінностей;
- контроль роботи персоналу та касових операцій;
- фіксація подій у торговому залі та службових приміщеннях;
- контроль доступу до складських та технічних приміщень;
- забезпечення безпеки на прилеглий території та парковці;
- можливість розслідування інцидентів та вирішення спірних ситуацій.

Впровадження системи відеоспостереження дозволяє здійснювати постійний моніторинг усіх ключових зон об'єкта в режимі реального часу, а також забезпечує запис відео для подальшого аналізу. Це значно підвищує рівень безпеки підприємства та сприяє зниженню фінансових втрат.

Крім того, система відеоспостереження забезпечує:

- оперативне реагування на надзвичайні ситуації;

- контроль діяльності персоналу;
- оптимізацію процесів обслуговування клієнтів;
- підвищення дисципліни співробітників;
- інтеграцію з іншими системами безпеки, включаючи охоронну сигналізацію та системи контролю доступу [15].

Таким чином, впровадження системи відеоспостереження в магазині мережі Lidl є технічно обґрунтованим та необхідним заходом, спрямованим на безпеку об'єкта та підвищення ефективності функціонування підприємства.

2.2 Аналіз вимог до системи та інформаційне обстеження локальної мережі (оцінка пропускнуої здатності, навантаження, сегментація трафіку)

Перед проектуванням системи відеоспостереження було проведено аналіз вимог до системи та інформаційне обстеження локальної мережі магазину мережі Lidl.

Система відеоспостереження повинна відповідати наступним вимогам:

- безперервна робота системи 24/7;
 - висока якість відеозображення;
 - можливість запису відеоархіву;
 - віддалений доступ до системи;
 - масштабованість системи;
 - надійність роботи обладнання;
- мзахист інформації.

Основні характеристики об'єкта:

- площа приміщення: $\approx 1350 \text{ м}^2$;
- площа прилеглої території: $\approx 800 \text{ м}^2$;
- кількість камер: 32;
- тип камер: IP;
- режим роботи: цілодобовий;
- термін зберігання архіву: 12 діб.

2.2.1 Оцінка пропускної здатності мережі

Для визначення навантаження на мережу необхідно розрахувати обсяг переданої відеоінформації:

- роздільна здатність камер: 1920×1080 (Full HD);
- кількість кадрів: 25 кадрів/с;
- середній бітрейт: 4 Мбіт/с;
- кількість камер: 32;

Загальне мережеве навантаження:

- навантаження від однієї камери: 4 Мбіт/с;
- загальне навантаження: $32 \times 4 = 128$ Мбіт/с;
- загальна пропускна здатність: 128 Мбіт/с.

Для стабільної роботи системи необхідно щоб мінімальна швидкість мережі була рівна 1 Гбіт/с. Це дозволяє: уникнути перевантаження мережі, забезпечити резерв пропускної здатності, забезпечити передачу відео без втрат

2.2.2 Сегментація мережі (VLAN)

Для підвищення ефективності роботи системи відеоспостереження використовується сегментація мережі.

Виділяються наступні VLAN:

- VLAN 10: Відеоспостереження;
- VLAN 20: офісна мережа;
- VLAN 30: гостьова мережа.

Переваги сегментації:

- зменшення навантаження на мережу;
- підвищення безпеки;
- ізоляція трафіку;
- підвищення стабільності роботи.

Проведений аналіз показав, що існуюча локальна мережа магазину дозволяє забезпечити стабільну роботу системи відеоспостереження за умови використання гігабітних комутаторів та сегментації мережевого трафіку. Пропускна здатність мережевої інфраструктури є достатньою для передачі

потокowego відео від усіх IP-камер у режимі реального часу без суттєвих затримок та втрати пакетів даних.

2.3 Вибір архітектури системи відеоспостереження

Під час проектування системи відеоспостереження для магазину мережі Lidl було проведено аналіз можливих варіантів архітектури системи з метою вибору найбільш ефективного та економічно обґрунтованого рішення. Архітектура системи відеоспостереження визначає структуру взаємодії між відеокамерами, мережевим обладнанням, пристроями обробки та зберігання відеоданих, а також впливає на її надійність, продуктивність і масштабованість.

У сучасних системах відеоспостереження застосовуються три основні типи архітектури: централізована, розподілена та серверна. Кожна з них має певні переваги і недоліки, які необхідно враховувати при виборі конфігурації системи для конкретного об'єкта.

Централізована архітектура передбачає підключення всіх відеокамер до одного центрального пристрою запису та обробки даних – мережного відеореєстратора. У такій системі всі відео дані передаються в єдиний центр, де виконуються їх обробка, зберігання та відображення.

До основних переваг централізованої архітектури належать:

- простота реалізації та технічного обслуговування;
- централізоване керування відеоданими;
- порівняно невисока вартість обладнання;
- зручність адміністрування системи.

Водночас централізована система має й низку недоліків:

- залежність роботи всієї системи від одного пристрою;
- обмежені можливості масштабування;
- ризик втрати даних при відмові центрального обладнання;
- підвищена навантаження на мережу.
- складність технічного обслуговування центрального вузла системи

Централізована архітектура є ефективним рішенням для невеликих об'єктів з обмеженою кількістю камер, проте для супермаркетів середнього розміру її функціональності може бути недостатньо.

З урахуванням характеристик об'єкта проектування – магазину мережі Lidl середнього розміру, що включає торговий зал, складські та службові приміщення, а також прилеглу територію та паркування, було обрано розподілену архітектуру системи відеоспостереження з централізованим зберіганням відео.

У цій системі відеокамери підключаються до PoE-комутаторів, об'єднаних у локальну мережу підприємства. Передача відеоданих здійснюється через мережу Ethernet на центральний пристрій зберігання – мережевий відеореєстратор, наприклад Dahua DH-NVR7232, що забезпечує запис та зберігання відеоархіву.

Вибір саме такої архітектури обумовлений такими факторами:

- середні розміри об'єкта;
- велика кількість відеокамер;
- необхідність забезпечення високої надійності системи;
- потреба у централізованому зберіганні інформації;
- можливість подальшого розширення системи;
- оптимальне співвідношення вартості та функціональних можливостей.

В результаті аналізу різних варіантів архітектури було встановлено, що для магазину мережі Lidl найбільш раціональним рішенням є застосування розподіленої архітектури із централізованим зберіганням даних [25; 14]. Вибрана структура забезпечує високу надійність роботи системи, можливість її масштабування, ефективне керування відео та відповідність сучасним вимогам до систем безпеки торгових підприємств. Запропонована архітектура дозволяє забезпечити стабільну передачу відеопотоків у режимі реального часу, централізований контроль усіх зон спостереження та надійне зберігання архівних даних. Крім того, обрана структура спрощує подальше технічне обслуговування системи.

2.4 Обґрунтування вибору камер відео спостереження (типи камер, роздільна здатність, WDR, нічна зйомка)

Одним із ключових елементів системи відеоспостереження є відеокамери, що забезпечують отримання, передачу та первинну обробку відеоінформації. Від правильного вибору типу відеокамер залежить якість зображення, надійність функціонування системи, ефективність моніторингу об'єкта, а також можливість ідентифікації подій та осіб.

Під час проектування системи відеоспостереження для магазину мережі Lidl було враховано особливості об'єкта, включаючи наявність торгового залу великої площі, касової зони, складських та службових приміщень, технічних зон, а також прилеглої території та паркування. У зв'язку з цим до відеокамер пред'являються підвищені вимоги щодо якості зображення, стабільності роботи та здатності функціонувати в різних умовах експлуатації.

2.4.1 Основні вимоги до відеокамер системи

Відеокамери, що використовуються у системі відеоспостереження магазину, повинні відповідати таким технічним та експлуатаційним вимогам:

- забезпечення високої якості відеозображення;
- можливість безперервної роботи у режимі 24/7;
- підтримка цифрової передачі даних через мережу Ethernet;
- стійкість до впливу зовнішніх факторів;
- наявність інфрачервоної підсвітки для роботи у темний час доби;
- сумісність із мережевим відеореєстратором;
- можливість централізованого управління;
- простота монтажу та обслуговування;
- відповідність сучасним стандартам безпеки.

З урахуванням зазначених вимог було прийнято рішення використовувати цифрові IP-відеокамери, які забезпечують високу якість зображення та інтеграцію з локальною мережею підприємства [12].

Для забезпечення ефективного контролю різних зон об'єкта було обрано декілька типів відеокамер, які відрізняються конструктивними особливостями та умовами експлуатації.

2.4.2 Внутрішні купольні відеокамери

Внутрішні купольні камери використовуються для встановлення у приміщеннях із підвісною стелею, таких як торговий зал, службові приміщення та складські зони. Конструкція купольної камери забезпечує компактність, естетичний вигляд та захист від механічних пошкоджень. Основні переваги купольних відеокамер:

- широкий кут огляду;
- компактні габарити;
- стійкість до несанкціонованого втручання;
- простота встановлення;
- можливість роботи у режимі безперервного спостереження.

Для внутрішнього відеоспостереження у проекті можуть використовуватися камери типу: Dahua DH-IPC-HDW1100S

2.4.3 Зовнішні циліндричні відеокамери

Для контролю прилеглої території, входів до магазину та парковки застосовуються зовнішні циліндричні відеокамери, які мають підвищений рівень захисту від атмосферних впливів. Такі камери здатні працювати в умовах перепадів температури, підвищеної вологості та пилу. Основними характеристиками зовнішніх відеокамер є:

- захист корпусу за стандартом IP66 або вище;
- наявність інфрачервоної підсвітки;
- можливість роботи у нічний час;
- висока надійність;
- широкий діапазон робочих температур.

Для зовнішнього відеоспостереження у проекті можуть використовуватися камери типу: Dahua DH-IPC-HFW1100S

2.4.4 Основні технічні характеристики обраних відеокамер

Для забезпечення необхідної якості відеоспостереження було визначено основні технічні параметри відеокамер, які відповідають сучасним вимогам до систем безпеки торговельних підприємств.

До основних характеристик відеокамер належать:

- роздільна здатність: 1920×1080 (Full HD);
- тип матриці: CMOS;
- частота кадрів: 25 кадрів за секунду;
- тип передачі даних: IP (Ethernet);
- тип живлення: Power over Ethernet (PoE);
- наявність інфрачервоної підсвітки: до 20 метрів;
- кут огляду: 90-110 градусів;
- формат стиснення відео: H.264 / H.265;
- температурний діапазон роботи: від -20°C до +50°C.

2.4.5 Розподіл відеокамер за зонами спостереження

Для забезпечення повного контролю об'єкта було визначено оптимальну кількість відеокамер відповідно до функціональних зон магазину (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Розподіл відеокамер за зонами спостереження

Зона спостереження	Тип камери	Кількість камер, шт.
Торговий зал	Купольна IP-камера	16
Касова зона	Купольна IP-камера	6
Склад	Купольна IP-камера	3
Службові приміщення	Купольна IP-камера	2
Вхідна зона	Зовнішня IP-камера	2
Парковка	Зовнішня IP-камера	2
Периметр будівлі	Зовнішня IP-камера	1
Всього:		32

Такий розподіл камер забезпечує повне покриття всіх критично важливих зон об'єкта та відповідає вимогам безпеки торговельних підприємств.

Використання IP-відеокамер у системі відеоспостереження забезпечує низку істотних переваг, серед яких:

- висока якість зображення;
- можливість передачі даних по локальній мережі;
- підтримка віддаленого доступу;

- гнучкість налаштування системи;
- можливість інтеграції з іншими системами безпеки;
- масштабованість системи;
- зниження витрат на монтаж та технічне обслуговування.

Таким чином, за результатами проведеного аналізу технічних вимог та умов експлуатації об'єкта встановлено, що для системи відеоспостереження магазину мережі Lidl доцільно використовувати цифрові IP-відеокамери внутрішнього та зовнішнього виконання з роздільною здатністю Full HD та підтримкою технології PoE. Вибрані відеокамери забезпечують високу якість відеозображення, надійність функціонування системи, можливість централізованого керування та відповідність сучасним вимогам до систем безпеки торгових підприємств.

2.5 Вибір відеореєстратора та системи зберігання даних (NVR, RAID, термін зберігання архіву)

Для побудови системи охоронного відеоспостереження супермаркету обґрунтовано використання мережевого відеореєстратора (NVR), що забезпечує централізовану обробку, запис та зберігання відеопотоків з IP-камер. З урахуванням масштабу системи, що включає 32 камери різних типів, оптимальним рішенням є застосування 32-канального NVR професійного класу з підтримкою відео високої роздільної здатності (HD/Full HD і до 5 Мп).

Вибір мережевого відеореєстратора обумовлений такими перевагами:

- підтримка IP-архітектури без необхідності використання додаткових аналогових перетворювачів;
- висока пропускна здатність (до 256 Мбіт/с), що дозволяє одночасно обробляти відеопотоки з усіх камер;
- підтримка сучасних алгоритмів стиснення відео H.264/H.265, що забезпечують зменшення обсягу відеоархіву;
- можливість віддаленого доступу до архіву через Інтернет [3].

Для підвищення надійності зберігання інформації передбачається використання жорстких дисків корпоративного класу з організацією RAID-масиву (RAID 1 або RAID 5 залежно від конфігурації системи). Таке рішення забезпечує:

- резервування даних при виході з ладу одного з накопичувачів;
- підвищення відмовостійкості системи;
- безперервність архівування відеоінформації.

Термін зберігання відеоархіву визначено на рівні 12 діб, що відповідає типовим вимогам об'єктів роздрібної торгівлі та забезпечується встановленим обсягом накопичувачів (орієнтовно 2×3 ТБ або більше залежно від параметрів бітрейту та роздільної здатності камер).

2.6 Вибір мережевої інфраструктури (PoE-комутатори, VLAN, резервування, UPS)

Мережева інфраструктура системи відеоспостереження побудована на основі технологій IP та Power over Ethernet (PoE), що дозволяє передавати дані та електроживлення по одному кабелю типу «вита пара». Такий підхід значно спрощує монтаж системи та знижує витрати на виконання електромонтажних робіт.

Підключення відеокамер здійснюється через PoE-комутатори, що забезпечують:

- централізоване живлення IP-камер;
- стабільну передачу відеопотоку;
- підтримку резервування портів у разі перевантаження мережі.

Мережева архітектура системи передбачає сегментацію трафіку, що дозволяє:

- ізолювати відеотрафік від корпоративної мережі супермаркету;
- підвищити рівень інформаційної безпеки;
- оптимізувати навантаження на мережеве обладнання.

Для забезпечення безперебійної роботи системи передбачено резервування ключових мережних вузлів, включаючи комутатори та маршрутизатори [2; 11]. Додатково обладнання підключається до джерел безперебійного живлення (UPS), що дозволяє підтримувати функціонування системи відеоспостереження при короткочасних відключеннях електроенергії, а також забезпечує коректне завершення роботи обладнання за тривалих аварійних ситуацій.

2.7 Обґрунтування вибору програмного забезпечення (VMS, аналітика, інтеграція з іншими системами безпеки)

Програмне забезпечення системи відеоспостереження побудовано на основі спеціалізованої платформи Video Management System (VMS), яка забезпечує централізоване керування всіма компонентами системи, включаючи IP-камери, мережевий відеореєстратор, сервер зберігання даних та засоби моніторингу. Використання VMS дозволяє організувати ефективну роботу системи відеоспостереження, підвищити рівень безпеки об'єкта та забезпечити зручність адміністрування.

Однією з основних функцій програмного забезпечення є цілодобовий моніторинг об'єкта в режимі реального часу. Оператори служби безпеки отримують доступ до відеопотоків з усіх камер одночасно, що дозволяє контролювати торговий зал, касову зону, складські приміщення, службові приміщення, вхідні групи, паркування та прилеглу територію супермаркету.

Програмне забезпечення забезпечує:

- перегляд відео в режимі реального часу;
- централізоване керування всіма IP-камерами системи;
- доступ до архіву відео з можливістю швидкого пошуку необхідних фрагментів;
- налаштування параметрів запису та зберігання відеоінформації;
- віддалений доступ до системи через веб-браузер чи мобільні пристрої;
- ведення журналу подій та дій користувачів системи.

Додатково VMS підтримує сучасні функції відеоаналітики, які дозволяють автоматизувати процеси контролю та підвищити ефективність роботи служби охорони. До таких функцій відносяться:

- детекція руху в заданих зонах;
- контроль перетину віртуальних ліній;
- виявлення несанкціонованого проникнення;
- фіксація підозрілої активності;
- автоматичне формування тривожних повідомлень;
- оперативне оповіщення співробітників охорони про виникнення позаштатних ситуацій.

Використання аналітичних функцій дозволяє знизити навантаження на операторів системи відеоспостереження, мінімізувати вплив людського фактора та підвищити швидкість реагування на потенційні загрози безпеці.

Важливою перевагою обраного програмного забезпечення є можливість інтеграції з іншими системами безпеки супермаркету. Зокрема, передбачається спільна робота VMS із такими підсистемами:

- системою контролю та управління доступом (СКУД);
- охоронною сигналізацією;
- пожежною сигналізацією;
- системою оповіщення персоналу.

Інтеграція всіх підсистем у єдиний комплекс безпеки забезпечує централізований контроль за об'єктом, підвищує ефективність взаємодії між різними технічними засобами та дозволяє оперативно реагувати на надзвичайні ситуації.

Крім того, використання єдиної програмної платформи забезпечує зручність адміністрування системи, можливість подальшого розширення функціоналу та підключення додаткового обладнання без істотних змін існуючої архітектури. Це особливо важливо для об'єктів роздрібної торгівлі, де вимоги до безпеки та обсяги інформації, що обробляється, постійно зростають.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

3.1 Розробка структурної схеми системи

Розробка структурної схеми системи відеоспостереження є одним із ключових етапів проектування, в рамках якого здійснюється формалізація архітектурної організації системи, визначаються принципи взаємодії її функціональних компонентів, а також задаються топологія передачі та логіка обробки відеопотоків.

З урахуванням результатів, отриманих у попередньому розділі, структурну схему системи відеоспостереження для супермаркету типу Lidl сформовано на основі розподіленої архітектури з централізованим зберіганням відеоданих. Такий підхід забезпечує підвищення відмовостійкості системи, її масштабованості, а також ефективності адміністрування та управління.

Функціонально-структурна організація системи передбачає інтеграцію наступних підсистем:

- підсистема відеозахоплення (IP-відеокамери);
- підсистема передачі даних (локальна обчислювальна мережа на базі Ethernet з використанням PoE-комутаторів);
- підсистема обробки та зберігання відеоданих (мережевий відеореєстратор та дискова підсистема);
- підсистема управління та візуалізації (робочі станції операторів із програмним забезпеченням класу VMS);
- підсистема мережевої взаємодії та віддаленого доступу;
- підсистема електроживлення та резервування.

Функціонування системи ґрунтується на безперервному процесі формування, передачі, обробки та зберігання відеоданих у режимі реального часу. IP-відеокамери, розміщені у функціонально значимих зонах об'єкта, здійснюють генерацію цифрових відеопотоків із заданими параметрами (дозвіл, частота кадрів, бітрейт), після чого передають їх каналами локальної мережі.

Передача відеоданих реалізується з використанням технології Power over Ethernet (PoE), що забезпечує об'єднання каналів електроживлення та передачі в рамках єдиної кабельної інфраструктури. Застосування цієї технології дозволяє знизити складність монтажних робіт, підвищити надійність системи та спростити її технічне обслуговування.

Центральним елементом системи є мережевий відеореєстратор (NVR), що виконує функції агрегації відеопотоків, їх декодування, компресії та запису. Обробка відеоданих здійснюється із застосуванням сучасних алгоритмів стиснення H.264/H.265, що забезпечує раціональне використання дискового простору за збереження необхідного рівня якості зображення.

Підсистема зберігання даних реалізована на базі жорстких дисків, об'єднаних у RAID-масив, що забезпечує стійкість до відмовлення системи зберігання за рахунок резервування даних. Використання RAID-технології мінімізує ймовірність втрати відеоінформації у разі виходу з експлуатації окремих накопичувачів.

Управління системою відеоспостереження здійснюється за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення VMS класу, що забезпечує централізований контроль функціонування всіх компонентів системи. Програмне забезпечення реалізує функції моніторингу в режимі реального часу, доступу до архівних даних, параметрів системи, обробки подій, а також базові алгоритми відеоаналітики.

З метою оптимізації мережного навантаження та підвищення рівня інформаційної безпеки у структурі системи реалізовано сегментацію трафіку з використанням технології VLAN. Такий підхід забезпечує логічну ізоляцію відеопотоків від решти мережного трафіку, знижує ймовірність навантаження мережі та підвищує ефективність використання мережевих ресурсів.

Організація віддаленого доступу до системи здійснюється із застосуванням захищених протоколів передачі даних, що забезпечує можливість дистанційного моніторингу та керування системою без порушення вимог

інформаційної безпеки та вимог законодавства щодо захисту персональних даних [10].

Забезпечення безперервності функціонування системи досягається з допомогою запровадження підсистеми резервного електроживлення з урахуванням джерел безперебійного живлення (UPS), що дозволяє підтримувати працездатність ключових елементів системи при короткочасних перебоях електропостачання (Додаток А, Додаток Б)

3.3.1 Загальна структура системи CCTV

На плані (Додаток Б, В) передбачено:

- внутрішні купольні IP-камери – торговий зал, каси, підсобні приміщення;
- внутрішні фіксовані IP-камери – касова зона, вхідні групи;
- зовнішні IP-камери – периметр, парковка, входи;
- серверна кімната для встановлення обладнання.

Кількість камер:

- внутрішні камери – 21 шт;
- торговий зал – 15 шт;
- каси – 6 шт;
- підсобні та технічні приміщення – 5 шт;
- зовнішні камери – 6 шт;
- загальна кількість камер: 32 шт.

Для оформлення матриці оперативних задач (табл. 3.1 та 3.2) рекомендується використовувати критерії EN 62676-4 / ІЕС 62676 [4; 5].

Таблиця 3.1 – Оперативні задачі

Оперативна задача	Піксель/м	Призначення
Моніторинг	25	Загальне спостереження
Детектування	62	Виявлення людини/події
Спостереження	125	Контроль дій
Розпізнавання	250	Розпізнавання знайомої особи
Ідентифікація	500	Однозначна ідентифікація

Таблиця 3.2 – Оперативні задачі

Зона	Тип задачі	Стандарт
Парковка	Моніторинг	25 px/m
Периметр	Детектування	62 px/m
Вхідна група	Розпізнавання	250 px/m
Каси	Ідентифікація	500 px/m
Торговий зал	Моніторинг	25 px/m
Склад	Детектування	62 px/m
Серверна	Ідентифікація	500 px/m

3.1.2 Моделювання системи відеоспостереження відповідно до типів оперативних задач

Під час проєктування системи відеоспостереження супермаркету було виконано моделювання для кожної функціональної зони об'єкта відповідно до типу оперативної задачі. Для забезпечення необхідної ефективності системи проведено окремий розрахунок щільності пікселів (coverage), підібрано параметри камер, типи об'єтивів та режими спостереження згідно з вимогами стандарту EN 62676.

Для візуального аналізу зон спостереження були створені тривимірні моделі об'єкта та схеми розташування камер у спеціалізованому програмному середовищі для ССТV-проєктування. Це дозволило оцінити кути огляду камер, наявність «сліпих зон», ефективність перекриття зон спостереження та відповідність системи поставленим оперативним задачам.

Торговий зал – задача моніторингу. Для торгового залу основною оперативною задачею визначено моніторинг загальної ситуації та контроль переміщення відвідувачів між стелажми. У даній зоні важливим є забезпечення безперервного огляду проходів, виявлення підозрілої поведінки та мінімізація «сліпих зон».

Для реалізації даної задачі прийнято щільність покриття: 25 px/m – рівень моніторингу; IP-камери роздільної здатності 4 Мп; фіксований об'єтив 2,8 мм.

Розміщення камер у торговому залі виконано з урахуванням перехресного перекриття зон огляду, що дозволяє забезпечити безперервний контроль усієї

площі навіть у разі часткового блокування окремих ракурсів. Така конфігурація підвищує ефективність виявлення інцидентів і забезпечує стабільну якість відеоспостереження в динамічних умовах роботи супермаркету.

Використання ширококутних купольних камер дозволяє забезпечити значне покриття площі та ефективний контроль переміщення покупців у межах торгового залу.

Касова зона – задача ідентифікації. Для касової зони основною задачею є ідентифікація осіб та контроль касових операцій. Дана зона потребує високої деталізації зображення для можливості розпізнавання облич покупців, фіксації дій касирів та аналізу конфліктних або шахрайських ситуацій.

Для цієї зони прийнято: 500 рх/м – рівень ідентифікації; ІР-камери 4-8 Мп; варіофокальний об'єктив 8-12 мм.

Використання камер з високою роздільною здатністю та вузьким кутом огляду дозволяє отримати деталізоване відеозображення в зоні касових операцій.

Периметр та вхідні групи – задача детектування. Для зовнішнього периметра об'єкта та вхідних груп основною задачею є детектування подій, контроль проникнення та фіксація руху людей і транспортних засобів.

Для даної задачі використано: 62 рх/м – рівень детектування; зовнішні bullet-камери; інфрачервону підсвітку для нічного режиму спостереження.

Розміщення камер по периметру забезпечує контроль підходів до будівлі, парковки, зон завантаження та евакуаційних виходів.

3.1.3 Вибір моделей ССТV-обладнання

Підбір обладнання здійснювався з урахуванням функціонального призначення кожної зони спостереження, умов експлуатації та необхідної деталізації відеозображення.

Внутрішні камери. Для торгового залу та підсобних приміщень рекомендовано використання купольних ІР-камер із такими характеристиками: роздільна здатність – 4 МР; підтримка технології PoE; функція WDR; кодек H.265; об'єктив 2,8 мм. Основні технічні параметри: 2688×1520 рх; 25 FPS; ІЧ-

підсвітка до 30 м. Купольне виконання забезпечує компактність, антивандальний захист та широкий кут огляду.

Камери касової зони. Для касової зони рекомендовано використання камер підвищеної деталізації: 8 МР; варіофокальний об'єктив 2,8-12 мм; WDR 120 dB. Такі характеристики дозволяють забезпечити якісну ідентифікацію осіб навіть за складних умов освітлення.

Зовнішні камери. Для зовнішнього спостереження рекомендовано: bullet-камери класу IP66; роздільна здатність 4-8 МР; ІЧ-підсвітка 50-80 м; функції Smart Detection. Застосування зовнішніх камер забезпечує стабільну роботу системи за різних погодних умов та у нічний час [19]. Для визначення необхідного обсягу системи зберігання було виконано розрахунок архіву відеозаписів.

3.1.4 Розрахунок архіву відеоданих

Для розрахунку прийнято: 32 камери; роздільна здатність 4 МР; кодек H.265; частота запису – 15 FPS; середній бітрейт – 4 Mbps; термін зберігання архіву – 30 діб.

Розрахунок для однієї камери:

$$V=(4\times 3600\times 24\times 30)/(8\times 1024)\approx 1265\text{ GB.}$$

Отже, для однієї камери необхідно приблизно 1,26 ТБ дискового простору.

Загальний обсяг архіву $32\times 1,26\approx 40,3$ ТБ. Загальний необхідний обсяг системи зберігання становить приблизно 40-45 ТБ з урахуванням резерву.

Для організації централізованого відеоархіву рекомендовано використання мережевого відеореєстратора (NVR) у поєднанні зі спеціалізованими жорсткими дисками класу Surveillance. Рекомендована конфігурація системи подана в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Рекомендована конфігурація системи

Обладнання	Кількість
NVR 64 ch	1
HDD 10 TB Surveillance	5-6
RAID 5	Так

Використання RAID 5 дозволяє підвищити надійність системи зберігання та забезпечити резервування даних у разі відмови одного з накопичувачів.

Рекомендовані моделі накопичувачів WD Purple; Seagate SkyHawk.

Дані серії накопичувачів оптимізовані для цілодобового запису відеоданих у системах CCTV.

У результаті виконаного проектування було розроблено систему відеоспостереження супермаркету SMarket, яка забезпечує: моніторинг торгового залу; контроль касових операцій; детектування подій на периметрі; ідентифікацію осіб у критичних зонах; архівування відеозаписів протягом 30 діб. Проведене 3D-моделювання системи відеоспостереження та аналіз зон покриття підтвердили ефективність обраних технічних рішень, відповідність щільності пікселів поставленим оперативним задачам, а також відповідність системи вимогам стандарту EN 62676 [21].

Таким чином, розроблена структурна схема системи відеоспостереження характеризується високим ступенем системної цілісності, ієрархічною організацією та відповідністю сучасним принципам побудови розподілених інформаційно-телекомунікаційних систем. Запропоноване рішення забезпечує необхідний рівень надійності, продуктивності та масштабованості, що є критично важливим для об'єктів роздрібної торгівлі з високою інтенсивністю потоків відвідувачів та значною концентрацією матеріальних ресурсів.

3.2 Розрахунок кількості камер, архіву та пропускної здатності мережі

Визначення кількості відеокамер здійснювалося на основі аналізу площі об'єкта, його функціонального зонування та необхідного рівня деталізації зображення.

Загальна кількість камер становить 32 одиниці, з яких:

- 21 камера – для внутрішнього відеоспостереження;
- 6 камер – для зовнішнього контролю території;
- інші – для контролю критичних зон (каси, входи).

Основна частина камер розміщена у торговому залі за принципом рівномірного покриття простору з перекриттям зон огляду на 10-15 %, що дозволяє уникнути «сліпих зон».

У касовій зоні передбачено встановлення окремих камер для фіксації розрахункових операцій.

Обсяг архіву розраховується виходячи з таких параметрів:

- середній бітрейт однієї камери – 4 Мбіт/с;
- кількість камер – 32;
- час запису – 24 години на добу;

Добовий обсяг даних визначається за формулою:

$$32 \times 4 \text{ Мбіт/с} = 128 \text{ Мбіт/с (загальний потік)}. 128 \text{ Мбіт/с} \approx 16 \text{ МБ/с}$$

$$\text{За добу: } 16 \times 3600 \times 24 \approx 1,38 \text{ ТБ.}$$

$$\text{За 12 діб: } \approx 16,5 \text{ ТБ.}$$

Отже, для забезпечення необхідного архіву доцільно використовувати систему з жорсткими дисками сумарною ємністю не менше 16-18 ТБ.

Пропускна здатність мережі повинна бути не меншою за сумарний відеопотік системи, тобто не менше 128 Мбіт/с, з урахуванням запасу – не менше 1 Гбіт/с (табл. 3.4.)

Таблиця 3.4 – Розподіл відеокамер за зонами

Зона спостереження	Кількість камер	Тип камер
Торговий зал	15	Купольні ІР
Каси	6	Фіксовані ІР
Склад	2	Купольні ІР
Офісні приміщення	2	Купольні ІР
Технічне приміщення	1	Купольна ІР
Периметр будівлі	4	Зовнішні ІР
Вхідна зона	2	Зовнішні ІР
Парковка	2	Зовнішні ІР
Разом:	32	

Підбір основного обладнання системи здійснювався з урахуванням кількості камер, необхідної продуктивності системи, параметрів мережевої інфраструктури та вимог до зберігання відеоархіву. Особлива увага приділялася сумісності обладнання між собою, підтримці стандартів ІР-відео та можливості роботи в режимі цілодобового навантаження.

До складу системи входять мережевий відеореєстратор, IP-камери внутрішнього та зовнішнього виконання, PoE-комутатори, маршрутизатор, жорсткі диски та інше допоміжне обладнання наведено в (табл.3.5.)

Для визначення вимог до системи зберігання даних було виконано розрахунок відеоархіву, результати якого наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.5 – Основне обладнання системи

Найменування обладнання	Кількість
IP-відеореєстратор (32 канали)	1
Внутрішні IP-камери	24
Зовнішні IP-камери	8
PoE-комутатори	2
Маршрутизатор	1
Жорсткі диски (HDD)	2
Монітор	1
Кабель UTP cat.5e	~600 м

Таблиця 3.6 – Розрахунок відеоархіву

Параметр	Значення
Кількість камер	32
Бітрейт 1 камери	4 Мбіт/с
Сумарний потік	128 Мбіт/с
Обсяг за добу	1.38 ТБ
Термін зберігання	12 діб
Загальний обсяг	16.56 ТБ

3.3 Інтеграція компонентів системи

Інтеграція системи відеоспостереження здійснюється шляхом поєднання всіх її компонентів у єдину локальну обчислювальну мережу підприємства. Такий підхід забезпечує централізоване управління обладнанням, стабільну передачу відео, можливість віддаленого доступу до системи та ефективне адміністрування всіх підсистем відеоконтролю.

Основа системи складають IP-відеокамери, підключені до PoE-комутаторів, які забезпечують одночасну передачу даних та електроживлення по одному кабелю типу «вита пара». Використання технології Power over Ethernet дозволяє суттєво спростити процес монтажу, скоротити кількість кабельних ліній та знизити витрати на організацію електроживлення обладнання.

Для побудови кабельної інфраструктури використовується кабель UTP категорії 5e, що забезпечує необхідну пропускну здатність мережі та стабільну передачу відеосигналу. Прокладання кабельних трас здійснюється відповідно до діючих будівельних та технічних норм. Всередині приміщень кабельні лінії розміщуються за підвісними стелями та в кабельних каналах, що забезпечує захист комунікацій та збереження естетичного вигляду приміщень. На відкритих ділянках та у зовнішніх зонах кабелі прокладаються в захисних гофрованих трубах, що запобігають механічним пошкодженням та впливу несприятливих погодних факторів [19].

Центральне обладнання системи, включаючи мережевий відеореєстратор (NVR), PoE-комутатори, маршрутизатор та пристрої зберігання даних, розміщується у серверній шафі, встановленій у технічному приміщенні супермаркету. Таке рішення забезпечує зручність обслуговування обладнання, захист від несанкціонованого доступу та оптимальні умови експлуатації апаратних засобів.

Система відеоспостереження інтегрується з існуючою локальною мережею супермаркету, що дозволяє організувати віддалений доступ до відео через веб-інтерфейс, спеціалізоване програмне забезпечення або мобільні додатки. Це забезпечує можливість контролю об'єкта як із приміщення служби охорони, так і віддалено через захищені канали зв'язку.

Процес налаштування системи включає виконання наступних робіт:

- конфігурацію IP-адрес мережевого обладнання та відеокамер;
- налаштування параметрів запису та зберігання відеоданих;
- організацію розмежування прав доступу користувачів;
- синхронізацію системного часу всіх пристроїв;
- налаштування мережевих параметрів та VLAN-сегментації;
- тестування каналів зв'язку та стабільності передачі відеопотоків;
- налаштування віддаленого доступу та резервного копіювання даних.

Додатково система інтегрується з іншими підсистемами безпеки супермаркету, включаючи систему контролю доступу, охоронну та пожежну

сигналізацію. Це дозволяє створити єдиний комплекс технічних засобів безпеки, що забезпечує централізований моніторинг стану об'єкта та підвищення ефективності реагування на позаштатні ситуації. Після завершення монтажу та налаштування проводиться комплексне тестування працездатності системи відеоспостереження. Перевіряється якість зображення з кожної камери, коректність запису архіву, стабільність передачі відеопотоку мережею, робота детекції руху та функціонування віддаленого доступу з авторизованих пристроїв. Окремо виконується перевірка збереження відеоархіву на мережевому відеореєстраторі та можливість швидкого пошуку необхідних фрагментів запису.

3.4 Тестування та оцінка ефективності

Після завершення монтажних та пусконаладжувальних робіт проводиться комплексне тестування системи відеоспостереження. Основною метою тестування є перевірка працездатності всіх компонентів системи, оцінка коректності їхньої взаємодії та підтвердження відповідності параметрів системи проектним вимогам.

У процесі тестування виконується поетапна перевірка обладнання та програмного забезпечення. Особлива увага приділяється якості зображення, стабільності передачі відео, надійності зберігання архіву та коректності функціонування системи у різних режимах експлуатації.

В рамках тестування виконуються такі заходи:

- перевірка якості зображення з кожної відеокамери;
- контроль зон огляду та відсутність «сліпих зон»;
- перевірка коректності роботи камер у денному та нічному режимах;
- тестування функцій інфрачервоного підсвічування;
- перевірка стабільності передачі відеопотоків по мережі;
- тестування запису, зберігання та відтворення відеоархіву;
- перевірка функціонування RAID-масиву;

- оцінка роботи системи при пікових мережних навантаженнях;
- тестування віддаленого доступу через локальну мережу та Інтернет;
- перевірка роботи відеоаналітичних функцій;
- контроль коректності роботи системи після відключення та відновлення електроживлення.

Додатково проводиться оцінка ефективності системи відеоспостереження в умовах максимально наближених до реальної експлуатації об'єкта. Аналіз результатів тестування показує, що розроблена система забезпечує повний контроль усіх ключових зон супермаркету, включаючи торговий зал, касові зони, складські приміщення, технічні приміщення, вхідні групи, паркування та прилеглу територію.

Система дозволяє своєчасно виявляти потенційні загрози безпеці, фіксувати дії відвідувачів та персоналу, а також оперативно реагувати на позаштатні ситуації. Використання сучасних ІР-технологій, централізованого зберігання даних та функцій відеоаналітики значно підвищує ефективність роботи служби безпеки та знижує ймовірність виникнення інцидентів.

Проведене тестування підтвердило стабільність роботи системи під час цілодобової експлуатації, достатню пропускну спроможність мережі та відповідність параметрів зберігання відеоархіву встановленим вимогам.

Таким чином, впроваджена система відеоспостереження повністю відповідає сучасним вимогам безпеки торгових об'єктів, має високу надійність, можливість масштабування і може бути адаптована до подальшого розширення функціональних можливостей системи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційній роботі розроблено проект системи IP-відеоспостереження для супермаркету дискаунтерного типу мережі Lidl, що відповідає сучасним вимогам до безпеки торгових об'єктів та забезпечує комплексний контроль усіх ключових зон приміщення.

У ході виконання роботи вирішено такі завдання:

– досліджено особливості функціонування супермаркетів дискаунтерного типу визначено характеристики приміщення, що безпосередньо впливають на організацію системи безпеки: значна площа торгового залу, інтенсивний потік відвідувачів та необхідність одночасного контролю кількох функціональних зон.

– проаналізовано основні загрози безпеці у торгових приміщеннях, серед яких крадіжки товарів покупцями та персоналом, несанкціонований доступ до службових зон, порушення касової дисципліни та виникнення надзвичайних ситуацій.

– виконано огляд сучасних систем відеоспостереження та технологій ССТV, розглянуто переваги IP-архітектури порівняно з аналоговими системами вища роздільна здатність, гнучкість масштабування та можливість інтеграції з мережевою інфраструктурою об'єкта.

– вивчено нормативну базу, що регулює побудову систем відеоспостереження, зокрема вимоги стандартів ДСТУ EN 62676, ДСТУ ІЕС 60529 та ДБН В.2.5-56:2014, які покладено в основу всіх прийнятих проектних рішень.

– визначено вимоги до системи відеоспостереження супермаркету встановлено необхідну роздільну здатність камер, мінімальний термін зберігання відеоархіву, вимоги до освітленості, кутів огляду та режимів запису для кожної функціональної зони.

– проведено інформаційне обстеження локальної мережі об'єкта, за результатами якого визначено наявну мережеву інфраструктуру, можливості її

використання для передачі відеопотоків та потреби в модернізації окремих сегментів мережі.

– обґрунтовано вибір архітектури системи та принципів її побудови прийнято рішення на користь централізованої IP-архітектури з виділеним сегментом відеоспостереження на базі VLAN та резервуванням відеоархіву.

– здійснено підбір IP-камер, мережевого відеореєстратора та системи зберігання відеоданих з урахуванням вимог до роздільної здатності, кутів огляду, умов освітленості та необхідного обсягу дискового простору для зберігання записів.

– підібрано мережеве обладнання та PoE-комутатори, що забезпечують електроживлення камер по кабелю передачі даних відповідно до стандарту IEEE 802.3bt без прокладання окремої електромережі, а також гарантують необхідну пропускну спроможність каналів зв'язку.

– обґрунтовано вибір програмного забезпечення для моніторингу та адміністрування системи визначено функціональні можливості відеоменеджера, що забезпечують централізований перегляд, архівування, розмежування прав доступу та інтеграцію з суміжними системами безпеки.

– розроблено структурну схему системи відеоспостереження, що відображає взаємозв'язок усіх компонентів IP-камер, комутаторів, відеореєстратора, сервера зберігання та автоматизованих робочих місць операторів.

– спроектовано кабельну інфраструктуру та топологію підключення обладнання відповідно до планування приміщень з урахуванням вимог до довжини кабельних трас, способів прокладання та захисту кабелів.

– здійснено розрахунок пропускнуої спроможності мережі та необхідного обсягу відеоархіву, що підтвердив достатність обраних технічних рішень для забезпечення безперервного запису відеопотоків з усіх камер протягом встановленого терміну зберігання.

– проведено моделювання зон огляду камер, результати якого підтвердили відсутність мертвих зон у межах контрольованих приміщень та ефективно

перекриття ключових ділянок торгового залу, касової зони, входів/виходів і службових приміщень.

Реалізація розробленого проекту системи відеоспостереження забезпечить ефективний контроль основних зон супермаркету, підвищення рівня безпеки об'єкта та стабільне функціонування системи в умовах щоденної експлуатації. Впровадження проекту дозволить знизити рівень втрат від крадіжок, підвищити дисципліну персоналу та сформувати надійну доказову базу при розслідуванні інцидентів.

За результатами проведеного дослідження сформульовано такі практичні рекомендації, спрямовані на підвищення ефективності та функціональності розробленої системи відеоспостереження:

1) рекомендується впровадження розширених алгоритмів обробки відео, включаючи розпізнавання об'єктів, аналіз поведінкових сценаріїв та підрахунок відвідувачів, що дозволить підвищити рівень автоматизації системи та перейти до проактивної моделі забезпечення безпеки;

2) доцільним є застосування вдосконалених методів компресії відеопотоку (H.265/H.265+), а також розгляд можливості використання гібридних або хмарних рішень для зберігання даних з метою підвищення масштабованості та відмовостійкості;

3) рекомендується реалізація резервування критично важливих елементів інфраструктури, включаючи мережеве обладнання та системи зберігання, а також використання джерел безперебійного живлення зі збільшеним часом автономної роботи;

4) необхідне впровадження сучасних механізмів захисту інформації, таких як шифрування відеопотоків, багатофакторна автентифікація користувачів та розмежування прав доступу на рівні системи керування [22; 8];

5) перспективним напрямком є інтеграція системи відеоспостереження із системами контролю та управління доступом, охоронною та пожежною сигналізацією, що дозволить сформувати єдиний інформаційно-безпековий простір об'єкта;

б) рекомендується проведення регулярного технічного обслуговування обладнання, оновлення програмного забезпечення та періодичного аудиту ефективності функціонування системи.

За подальшої модернізації об'єкта доцільно передбачити можливість розширення системи відеоспостереження без істотної реконфігурації існуючої інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. IEC 62676-2-33:2022. Video surveillance systems for use in security applications – Part 2-33: Video transmission protocols – Cloud uplink and remote management system access. Geneva: IEC, 2022. 58 p. URL: <https://surl.li/zuldcx> (access date: 10.03.2026).
2. EN IEC 62676-4:2025. Video surveillance systems for use in security applications – Part 4: Application guidelines. Brussels: CENELEC, 2025. URL: <https://surl.lt/mdrfwf> (access date: 10.03.2026).
3. Dahua Technology. NVR User's Manual (NVR7XXX-Series). Hangzhou, 2023. URL: <https://surl.li/qoubeu> (access date: 10.03.2026).
4. Hikvision. iVMS-5200 Video Management Software: User Manual. Hangzhou, 2023. URL: <https://surl.li/pprjaf> (access date: 10.03.2026).
5. IEEE 802.3bt-2018. IEEE Standard for Ethernet – Amendment 2: Physical Layer and Management Parameters for Power over Ethernet over 4 Pairs. New York: IEEE, 2018. URL: <https://surl.li/votwxe> (access date: 12.03.2026).
6. ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection – Information security management systems – Requirements. Geneva: ISO, 2022. 93 p. URL: <https://surli.cc/avajgc> (access date: 12.03.2026).
7. ISO/IEC 27002:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection – Information security controls. Geneva: ISO, 2022. 184 p. URL: <https://surl.li/faxxwl> (access date: 12.03.2026).
8. Kurose J. F., Ross K. W. Computer Networking: A Top-Down Approach. 8th ed. Hoboken: Pearson, 2021. 794 p. URL: <https://surl.li/lekotv> (access date: 14.03.2026).
9. Ni C.-T., Huang Y.-C., Chen P.-Y. A Hardware-Friendly and High-Efficiency H.265/HEVC Encoder for Visual Sensor Networks. Sensors. 2023. Vol. 23, No. 5. P. 2625. URL: <https://surl.li/bkpykw> (access date: 15.03.2026).
10. O'Byrne M., Sugrue M., Vibhoothi, Kokaram A. Impact of Video Compression on the Performance of Object Detection Systems for Surveillance Applications. Proc. of the 19th IEEE Int. Conf. on Advanced Video and Signal Based

Surveillance (AVSS 2022). Madrid, 2022. P. 1-5. URL: <https://surl.li/dsxzpc> (access date: 15.03.2026).

11. Okae P., Aboagye I. A., Sowah N. L., Ofoe E. T. IoT Interoperable Surveillance System Using Wireless and Fiber Cable. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. 2024. Vol. 72, No. 7. P. 214-223. URL: <https://surl.lu/bqteom> (access date: 16.03.2026).

12. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data (General Data Protection Regulation, GDPR). URL: <https://surli.cc/gvdkeb> (access date: 01.04.2026).

13. Through the Lens: A Deep Dive into IP Camera Security and Privacy Challenges / Proc. of the 1st Int. Conf. on Creativity, Technology, and Sustainability (CCTS 2024). Singapore: Springer, 2024. URL: <https://surl.li/doprpbh> (access date: 18.03.2026).

14. BCDVideo. Segmenting a Video Surveillance Network: Best Practices for VLAN Design in IP Camera Systems. 2021. URL: <https://surl.li/iajnvi> (access date: 28.03.2026).

15. Cyber Vulnerabilities and Technical Regulation of China-made CCTV IoT Surveillance Cameras in Australia. *Journal of Cybersecurity*. 2025. Vol. 11, No. 1. URL: <https://surl.li/wovqwo> (access date: 28.03.2026).

16. Optimization of Surveillance Systems in Industrial Areas Using CCTV Design Tools. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*. 2024. Vol. 9, No. 6. P. 3713-3727. URL: <https://surl.li/kxdnii> (access date: 30.03.2026).

17. RUCKUS Networks. Network Segmentation: Enhancing Security and Performance with VLANs. 2023. URL: <https://surl.li/jrxafb> (access date: 01.04.2026).

18. Veesion. AI Video Analytics for Retail Loss Prevention: From Detection to Action. 2024. URL: <https://surl.li/ywefqp> (access date: 05.04.2026).

19. ДСТУ EN 62676-4:2017. Системи відеоспостереження охоронного призначення. Частина 4. Правила застосування (EN 62676-4:2015, IDT). [Чинний від 2017-08-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. URL:

https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=71941 (дата звернення: 20.03.2026).

20. ДСТУ EN ІЕС 62676-5:2019 (EN ІЕС 62676-5:2018, ІДТ). Системи відеоспостереження охоронного призначення. Частина 5. Характеристики даних та якості зображення пристроїв камери. [Чинний від 2019-08-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. URL: <https://surl.li/xffjda> (дата звернення: 20.03.2026).

21. ДСТУ ISO/ІЕС 27002:2023. Інформаційна безпека, кібербезпека та захист конфіденційності. Засоби контролювання інформаційної безпеки (ISO/ІЕС 27002:2022, ІДТ). [Чинний від 2023-08-22]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023. URL: <https://surl.li/bfohiu> (дата звернення: 20.03.2026).

22. Закон України «Про захист персональних даних» від 01.06.2010 № 2297-VI (із змінами, внесеними Законом № 1907-IX від 18.11.2021). URL: <https://surl.li/svmrzc> (дата звернення: 25.03.2026).

23. Наказ Міністерства юстиції України «Про затвердження Положення про системи відеоспостереження в апараті Міністерства юстиції України» від 17.12.2021 № 4518/5. URL: <https://surl.li/bwusrd> (дата звернення: 25.03.2026).

24. Сучасні засоби та системи технічного захисту інформації в локальних мережах : навч. посіб. / за ред. К. О. Петрова. Київ : ТОВ «Видавництво Ліра-К», 2022. 288 с.

25. Терлецький Т. В., Кайдик О. Л. Кваліфікаційна робота : методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки» спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології». Луцьк: ЛНТУ, 2025. 53 с.