ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ У МЕРЕЖЕВІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ ПІДПРИЄМСТВА»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія»
(назва)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ *Ілля ЗІНЧЕНКО*
(підпис) *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача*

Виконав: здобувач вищої освіти гр. КІД-41
Ілля ЗІНЧЕНКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник: Ярослав ТОРОШАНКО
науковий ступінь, вчене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Рецензент: _____
науковий ступінь, вчене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Київ 2026

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій

Кафедра Комп'ютерної інженерії

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Комп'ютерної інженерії
_____ Наталія ЛАЩЕВСЬКА
«_____» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Зінченко Ілля Денисович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Програмно-апаратний комплекс системи відеоспостереження у мережевій інфраструктурі підприємства»
керівник кваліфікаційної роботи: Ярослав ТОРОШАНКО, кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник ,
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «20» лютого 2026р. №51
2. Строк подання кваліфікаційної роботи«14» травня 2026р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література, мережеві протоколи передачі даних (TCP/IP, HTTP, RTSP), принципи сегментації локальних мереж (VLAN) і технології PoE, архітектура систем (DVR, NVR, гібридні рішення), алгоритми обробки та запису відеоданих, методи стиснення (H.264, H.265), організація доступу та способи оптимізації навантаження на мережеву інфраструктуру.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
    1. Теоретичні основи побудови систем відеоспостереження у мережевій інфраструктурі
    2. Аналіз архітектури та реалізації системи відеоспостереження підприємства
    3. Методи оптимізації та перспективи розвитку систем відеоспостереження
5. Перелік ілюстративного матеріалу: *презентація*
    1. Мета, об'єкт, предмет дослідження
    2. Актуальність роботи
    3. Вибір архітектури системи
    4. Практична структура системи на підприємстві
    5. Мережева частина інфраструктури підприємства
    6. Компоненти системи відеоспостереження – IP-камери
    7. Компоненти системи відеоспостереження - відеореєстратори
    8. Компоненти системи відеоспостереження – клієнтське ПЗ
    9. Процес працездатності системи

10. Оптимізація мережевого навантаження
11. Порівняння зі існуючими рішеннями
12. Орієнтовне техніко-економічне обгрунтування рішення
13. Висновки
14. Публікації та апробація роботи

6. Дата видачі завдання «20» лютого 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір даних	22.02-20.03.2026	Виконано
2	Обробка матеріалу	20.03-30.03.2026	Виконано
3	Розробка теоретичної частини	31.03-10.04.2026	Виконано
4	Аналіз архітектури та реалізації системи відеоспостереження підприємства	11.04-20.04.2026	Виконано
5	Висновки за результатами аналізу	21.04-26.04.2026	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки	26.04-28.04.2026	Виконано
7	Розробка презентації	29.04-01.05.2026	Виконано
8	Передзахист	08.05-11.05.2026	Виконано
9	Здача в деканат	08.05-14.05.2026	Виконано

Здобувач(ка) вищої освіти _____ Ілля ЗІНЧЕНКО
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Ярослав ТОРОШАНКО
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавра: 97 стор., 37 рис., 9 табл., 32 джерела.

Мета роботи – оптимізація функціонування програмно-апаратного комплексу системи відеоспостереження у мережевій інфраструктурі підприємства за рахунок використання методів ефективної передачі відеопотоків, налаштування параметрів запису та сегментації мережі.

Об'єкт дослідження – процеси функціонування систем відеоспостереження у локальній мережі підприємства.

Предмет дослідження – засоби та технології побудови, налаштування й оптимізації систем відеоспостереження на базі відеореєстраторів і мережевої інфраструктури.

Короткий зміст роботи: Розглянуто основи побудови систем відеоспостереження, їх класифікацію (аналогові, IP, гібридні) та принципи інтеграції у локальну мережу, а також методи передачі даних та живлення відеокамер по PoE.

Особливу увагу приділено системі відеоспостереження на базі топології типу «зірка» із використанням 5 мережевих відеореєстраторів Hikvision, між якими розподілено навантаження, із підключенням через комутатори Cisco Catalyst та інтеграцією у серверну інфраструктуру через Cisco Nexus, при цьому моніторинг і керування здійснюється за допомогою IVMS-4200 із налаштуванням параметрів відео та доступу. Проведено тестування стабільності та розглянуто методи оптимізації, зокрема сегментацію мережі, стиснення відеопотоків, балансування трафіку й ефективне використання ресурсів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СИСТЕМА ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, NVR, IP-КАМЕРИ, ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, ВІДЕОПОТОКИ, H.264, H.265, VLAN, PoE, ОПТИМІЗАЦІЯ, HIKVISION, МОНІТОРИНГ.

ЗМІСТ

ВСТУП 8
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ У МЕРЕЖЕВІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ 9
1.1 Призначення та функції сучасних систем відеоспостереження 9
1.2 Класифікація систем відеоспостереження 14
1.3 Структура систем відеоспостереження 22
1.4 Інтеграція систем відеоспостереження у локальну мережу підприємства 28
1.5 Методи передачі даних та живлення відеокамер 34
2. АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА 39
2.1 Архітектура програмно-апаратного комплексу відеоспостереження 39
2.2 Побудова системи відеоспостереження у мережевій інфраструктурі підприємства 48
2.3 Алгоритми функціонування системи відеоспостереження 58
2.4 Реалізація та налаштування системи відеоспостереження 69
3. МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ 77
3.1 Методи підвищення ефективності роботи систем відеоспостереження 77
3.2 Порівняння реалізованої системи з альтернативними рішеннями 86
3.3 Оцінка вартості та перспективи розвитку системи відеоспостереження 94
ВИСНОВКИ 104
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 105
Додаток А. ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація) 108

ВСТУП

Системи відеоспостереження є невід'ємною складовою інформаційної та фізичної безпеки підприємств, оскільки забезпечують контроль за подіями на об'єктах та створюють умови для оперативного реагування на інциденти, при цьому розвиток цифрових технологій трансформував такі системи з простих засобів фіксації відео у комплексні програмно-апаратні рішення, здатні виконувати функції моніторингу, аналізу та довготривалого зберігання відеоданих у різних умовах експлуатації.

Існують різні підходи до побудови систем відеоспостереження, серед яких виділяються аналогові, мережеві та гібридні рішення, що відрізняються принципами роботи, рівнем масштабованості та можливостями інтеграції, а вибір архітектури визначається технічними вимогами, параметрами якості відео, особливостями інфраструктури та необхідністю взаємодії з іншими інформаційними системами підприємства, що дозволяє забезпечити ефективне функціонування у межах єдиного середовища.

Функціонування систем відеоспостереження базується на взаємодії камер, відеореєстраторів, мережевого обладнання та програмного забезпечення, які забезпечують отримання, передачу, обробку та зберігання відеопотоків, при цьому використання сучасних мережевих технологій, методів стиснення відео та підходів до організації доступу дозволяє оптимізувати навантаження, підвищити стабільність роботи та забезпечити централізоване керування.

Практична реалізація системи відеоспостереження підприємства базується на мережевій архітектурі з використанням IP-камер, відеореєстраторів та централізованого програмного забезпечення із застосуванням топології типу зірка, сегментації мережі та інтеграції у серверну інфраструктуру, що передбачає налаштування обладнання, організацію зберігання відеоданих, обробку та передачу потоків, розмежування доступу, тестування стабільності та створення умов для подальшої модернізації із використанням відеоаналізу та хмарних технологій.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ У МЕРЕЖЕВІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ

1.1 Призначення та функції сучасних систем відеоспостереження

Одним із важливих елементів забезпечення безпеки підприємств, організацій та установ різного типу виступають системи відеоспостереження, які формують окрему технічну інфраструктуру, призначену для контролю подій у визначених зонах спостереження. У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій, мережевих систем та цифрових засобів обробки даних відеоспостереження перестало бути лише інструментом фіксації подій і поступово трансформувалося у комплексну програмно-апаратну систему, здатну забезпечувати постійний контроль, моніторинг і аналіз ситуацій у режимі реального часу. Подібні системи формують єдине інформаційне середовище, у межах якого відеодані передаються через мережеву інфраструктуру, обробляються спеціалізованими пристроями та зберігаються у вигляді відеоархівів для подальшого використання [1].

Роль систем відеоспостереження у забезпеченні безпеки підприємств. Застосування систем відеоспостереження у корпоративному середовищі безпосередньо пов’язане із необхідністю забезпечення безпеки:

- матеріальних ресурсів;
- контролю за доступом до певних зон;
- документування подій.

Використання камер спостереження дозволяє здійснювати постійний контроль за виробничими приміщеннями, складськими зонами, офісними просторами, технічними майданчиками, а також за прилеглою територією підприємства. Наявність системи відеоспостереження значно підвищує рівень безпеки, оскільки фіксація подій та можливість подальшого аналізу відеозаписів дозволяє оперативно

виявляти потенційні загрози, порушення правил безпеки або інші небажані ситуації (див. рис. 1.1) [1].



Рисунок 1.1 – Роль систем відеоспостереження у структурі безпеки

Одним із основних завдань сучасних систем відеоспостереження є забезпечення фізичної та інформаційної безпеки підприємств, організацій та різних установ, а також територій і приміщень, у межах яких здійснюється їх діяльність. Використання відеокамер у таких системах дозволяє організувати постійний контроль за визначеними зонами об’єкта, де встановлюється відповідне обладнання, що формує технічні умови для безперервного спостереження за подіями, які відбуваються у виробничих приміщеннях, офісних просторах, складських зонах, на парковках або на прилеглій території підприємства. Наявність камер спостереження створює можливість здійснювати моніторинг об’єкта без необхідності фізичної присутності людини у кожній контрольованій зоні, оскільки відеоінформація передається до центральних пристроїв системи або робочих місць операторів, де вона може переглядатися у режимі реального часу або зберігатися у вигляді відеоархіву.

Постійний контроль за територією об’єкта значно зменшує ризик виникнення несанкціонованого доступу, крадіжок, пошкодження майна або інших правопорушень, які можуть виникати під час функціонування підприємства чи

організації. Камери відеоспостереження дозволяють фіксувати будь-які дії, що відбуваються у зоні спостереження, а також забезпечують можливість оперативного реагування на потенційно небезпечні ситуації. У випадках, коли спостереження здійснюється за територіями з підвищеним рівнем відповідальності, такими як виробничі ділянки, склади з матеріальними цінностями або технічні приміщення, відеоспостереження формує додатковий рівень контролю, який суттєво підвищує загальний рівень безпеки.

Окрім безпосереднього контролю за подіями, що відбуваються на об’єкті, системи відеоспостереження створюють ефект превентивного стримування правопорушень, оскільки сама наявність камер часто виступає психологічним фактором, який впливає на поведінку людей у зоні спостереження. Працівники підприємства, відвідувачі або сторонні особи усвідомлюють, що їхні дії можуть бути зафіксовані технічними засобами, а відеозаписи можуть зберігатися у системі протягом тривалого часу, унаслідок чого зростає рівень дисципліни та відповідальності. Подібний ефект спостерігається як у внутрішніх робочих зонах підприємства, так і на прилеглих територіях, де відеокамери контролюють доступ до будівель, переміщення транспорту або поведінку відвідувачів.

Важливою функцією систем відеоспостереження є також можливість аналізу подій, що відбулися у минулому, оскільки більшість сучасних систем передбачає збереження відеоархівів. Відеозаписи дозволяють відновити хронологію подій, які сталися на території підприємства, що є важливим у випадках виникнення аварійних ситуацій, конфліктів або інших інцидентів. Аналіз архівних відеоданих дозволяє:

— встановити обставини подій;

— визначити послідовність дій учасників інциденту;

— ідентифікувати осіб, які могли бути причетні до правопорушення.

У випадках використання камер із високою роздільною здатністю та достатнім рівнем деталізації зображення відеозаписи можуть містити інформацію, яка дозволяє розпізнати обличчя людей, елементи одягу або інші характерні ознаки, що значно полегшує проведення внутрішніх розслідувань або аналізу подій [1].

Функціональні можливості систем відеоспостереження не обмежуються лише фіксацією подій або збереженням відеоархівів, оскільки сучасні технології дозволяють інтегрувати такі системи з іншими елементами інфраструктури безпеки підприємства. У межах комплексних рішень відеоспостереження може взаємодіяти із системами:

— контролю доступу;
— пожежної сигналізації;
— охоронної сигналізації;
— іншими технічними засобами моніторингу.

Поєднання різних систем у межах єдиної інформаційної платформи дозволяє створити комплексну систему управління безпекою об’єкта, у якій інформація від різних пристроїв об’єднується та використовується для більш ефективного контролю ситуації [1].

Інтеграція відеоспостереження з іншими системами безпеки дозволяє організувати більш ефективний процес моніторингу об’єкта, оскільки інформація від різних джерел може аналізуватися у взаємозв’язку. Наприклад, у випадку спрацювання системи контролю доступу або охоронної сигналізації відеокамери можуть автоматично фіксувати події у відповідній зоні та передавати зображення до центру керування системою. Подібна взаємодія різних елементів інфраструктури безпеки дозволяє оперативно отримувати повну інформацію про ситуацію на об’єкті та підвищує ефективність управління безпекою підприємства.

Основні функції систем контролю та моніторингу відеопотоків. Сучасні системи відеоспостереження виконують значно ширший спектр завдань, ніж проста фіксація зображення з камер, оскільки вони функціонують як комплексні системи контролю та моніторингу інформаційних потоків, що формуються у процесі спостереження за територією підприємства або окремими його об’єктами. У межах такої системи відеодані безперервно:

— отримуються з камер спостереження;
— передаються через мережеву інфраструктуру до пристроїв обробки;
— зберігаються у відповідних сховищах інформації.

Сукупність цих процесів формує базову функціональну основу систем відеоспостереження, яка забезпечує постійне спостереження за визначеними зонами, контроль подій та можливість подальшого аналізу відеоматеріалів [1].

Однією з основних функцій систем контролю відеопотоків виступає отримання відеоданих із камер спостереження, що встановлюються у різних частинах об’єкта. Камери формують відеозображення навколишнього середовища, після чого отриманий сигнал передається до пристроїв обробки або запису. У залежності від типу системи передача відеопотоків може здійснюватися через коаксіальні кабелі, мережеві канали передачі даних або інші засоби зв’язку, які забезпечують стабільне функціонування системи спостереження. Отримана інформація передається до відеореєстраторів або серверів, де здійснюється її подальша обробка та організація зберігання.

Важливою функціональною можливістю таких систем є моніторинг відеопотоків у режимі реального часу, що дозволяє спостерігати за подіями, які відбуваються на території підприємства або організації у конкретний момент часу. Оператори системи або відповідальні особи можуть використовувати спеціалізоване програмне забезпечення чи веб-інтерфейси для перегляду зображення з камер, що дозволяє контролювати ситуацію у різних частинах об’єкта одночасно. Організація такого моніторингу забезпечує оперативне реагування на підозрілі або потенційно небезпечні події, що можуть виникати під час функціонування підприємства, оскільки відеоспостереження дозволяє швидко виявляти нестандартні ситуації, порушення правил безпеки або інші небажані дії.

Ще однією важливою функцією систем відеоспостереження виступає запис відеоданих та формування відеоархівів, які зберігаються на спеціалізованих пристроях. Відеопотоки, що надходять із камер, можуть записуватися на жорсткі диски відеореєстраторів або на сервери зберігання даних, де формується структурований архів відеоматеріалів. Наявність відеоархіву дозволяє зберігати інформацію про події, що відбулися у минулому, а також здійснювати подальший аналіз записів у разі виникнення необхідності. Користувач системи може переглядати відеозаписи за визначений часовий період, аналізувати послідовність

подій або перевіряти певні ситуації, які могли мати значення для функціонування підприємства (див. рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Основні функції систем відеоспостереження

1.2 Класифікація систем відеоспостереження

Системи відеоспостереження у сучасному середовищі функціонування підприємств, організацій та установ розглядаються як важливий інструмент контролю, моніторингу та забезпечення безпеки. Різноманітність технічних рішень, що застосовуються у сфері відеоспостереження, призводить до формування різних типів систем, які відрізняються за принципами побудови, використовуваними технологіями передачі відеосигналу, методами обробки інформації та характеристиками обладнання. У залежності від цих факторів системи відеоспостереження можуть мати різну архітектуру, різні функціональні можливості та різну ефективність застосування у конкретних умовах експлуатації.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика типів систем відеоспостереження

Тип системи	Принцип роботи	Якість відео	Масштаб	Вартість	Складність впровадження
Аналогова (DVR)	Передача аналогового сигналу через коаксіальний кабель до DVR	Середня (HD у сучасних форматах)	Низька	Низька	Низька
Мережева (NVR)	Передача цифрового відео через мережу (Ethernet)	Висока (Full HD, 4K)	Висока	Вища	Середня/висока
Гібридна	Комбіноване використання аналогових і IP-камер	Середня/ висока	Середня	Середня	Середня

Класифікація систем відеоспостереження дозволяє визначити їх основні характеристики, технічні особливості та сфери застосування. Різні архітектурні підходи до побудови таких систем можуть бути доцільними в одних умовах та менш ефективними в інших, тому вибір відповідного типу системи залежить від конкретних потреб підприємства, масштабу об’єкта, наявної інфраструктури та вимог до якості відеозображення. У процесі проектування системи відеоспостереження враховуються також можливості інтеграції з іншими інформаційними системами, потенціал подальшого розширення системи та рівень технічної складності її обслуговування (див. табл. 1.1, рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Класифікація систем відеоспостереження

Аналогові системи відеоспостереження та їх принцип роботи. Аналогові системи відеоспостереження належать до найперших технологічних рішень, що використовувалися для організації контролю за об’єктами за допомогою відеокамер. Їх розвиток розпочався значно раніше, ніж з’явилися сучасні мережеві системи відеоспостереження, тому тривалий час саме аналогові рішення залишалися основним інструментом відеомоніторингу на підприємствах, у комерційних установах та на об’єктах інфраструктури. Навіть у сучасних умовах такі системи продовжують використовуватися на багатьох об’єктах, особливо там, де вже існує відповідна кабельна інфраструктура або відсутня необхідність повного переходу на цифрові мережеві технології [2].

Основний принцип роботи аналогових систем відеоспостереження базується на передачі відеосигналу у вигляді аналогового електричного сигналу від камери до пристрою запису або моніторингу. Камера формує відеозображення та передає сигнал без попереднього цифрового перетворення через кабельну інфраструктуру до відеореєстратора. Для передачі сигналу найчастіше використовується коаксіальний кабель, який забезпечує стабільну передачу відеосигналу на значні відстані без істотних втрат якості. Подібний спосіб передачі інформації вважається відносно простим з технічної точки зору, оскільки система не потребує складної мережевої конфігурації або використання комп’ютерних протоколів передачі даних (див. рис. 1.4) [2].

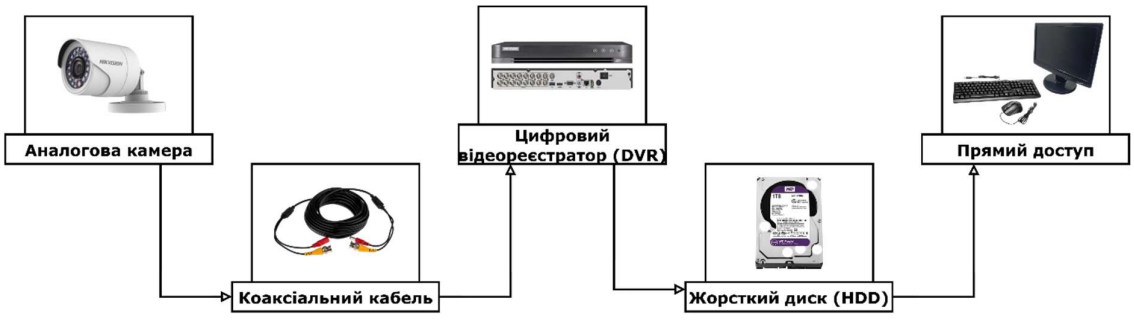


Рисунок 1.4 – Принцип роботи аналогової системи відеоспостереження

Типова структура аналогової системи відеоспостереження включає:

— відеокамери;

— відеореєстратор;

— кабельну інфраструктуру.

Камера виконує функцію отримання зображення з контрольованої зони та передає відеосигнал до відеореєстратора. Відеореєстратор приймає сигнал, здійснює його обробку, кодування та запис на накопичувачі інформації. Збережені відеодані формують відеоархів, який може використовуватися для подальшого перегляду або аналізу подій, що відбулися на території об’єкта [2].

Сучасні аналогові системи відеоспостереження значно відрізняються від ранніх реалізацій цієї технології, оскільки використання нових стандартів передачі відеосигналу дозволило підвищити якість зображення та роздільну здатність відео. У межах аналогових технологій були розроблені формати високої чіткості, які дозволяють передавати відео із значно кращою деталізацією порівняно з традиційними аналоговими системами минулих років. Завдяки цьому підприємства можуть отримувати більш якісне відеозображення без необхідності повного переходу на мережеві IP-системи, що дозволяє використовувати існуючу кабельну інфраструктуру та зменшити витрати на модернізацію системи [1-2].

До переваг аналогових систем відеоспостереження належить [2]:

— відносна простота встановлення;

— зрозуміла структура підключення обладнання;

— порівняно невисока вартість технічних компонентів.

Використання коаксіального кабелю забезпечує стабільну передачу сигналу, а технічна структура системи не потребує складного налаштування мережевих параметрів. Завдяки цьому аналогові рішення можуть ефективно використовуватися на об’єктах невеликого масштабу або у випадках, коли необхідно реалізувати базову систему контролю без складної цифрової інфраструктури.

Разом із тим аналогові системи мають певні обмеження, які пов’язані з:

— технічними особливостями передачі сигналу;

— можливостями інтеграції з сучасними інформаційними технологіями.

Масштабування таких систем може бути складнішим порівняно з мережевими рішеннями, оскільки кожна камера потребує окремого кабельного підключення до відеореєстратора. Додаткові труднощі виникають під час інтеграції аналогових систем із комп'ютерними мережами або іншими інформаційними системами підприємства.

Обмеження також стосуються функціональних можливостей відеоаналітики, оскільки більшість аналітичних функцій у таких системах реалізується на рівні відеореєстратора і не забезпечує тієї гнучкості та автоматизації, яка доступна у сучасних мережевих системах відеоспостереження. У випадках необхідності пошуку певної події у відеоархіві часто виникає потреба у ручному перегляді записів, що ускладнює процес аналізу великого обсягу відеоданих. Незважаючи на такі обмеження, аналогові системи продовжують залишатися актуальними у багатьох сферах застосування, особливо у тих випадках, коли важливими факторами виступають простота реалізації, стабільність роботи та економічна доцільність використання обладнання.

IP-системи відеоспостереження у мережевій інфраструктурі. Подальший розвиток технологій відеомоніторингу призвів до появи мережевих систем відеоспостереження, що базуються на використанні цифрових методів передачі та обробки відеоданих. У сучасному корпоративному середовищі такі системи набули значного поширення завдяки можливості інтеграції з комп'ютерними мережами підприємств та використанню стандартних мережевих технологій. Передача відеоданих у подібних системах здійснюється у цифровому вигляді через локальні або глобальні комп'ютерні мережі, що дозволяє включати систему відеоспостереження до загальної інформаційної інфраструктури підприємства та забезпечувати централізований доступ до відеопотоків з різних робочих станцій [1-2].

Основним елементом мережевої системи відеоспостереження виступає мережева відеокамера, яка виконує не лише функцію отримання зображення з контрольованої зони, але й забезпечує первинну цифрову обробку відеосигналу та

його передачу у мережу. У конструкції таких камер реалізовані спеціалізовані процесори та мережеві інтерфейси, що дозволяють пристрою працювати як повноцінному мережевому вузлу. Камери підключаються до локальної мережі підприємства через комутатори або маршрутизатори та отримують власну IP-адресу, завдяки чому можуть бути ідентифіковані в мережевому середовищі аналогічно до інших пристроїв, таких як комп'ютери або сервери (див. рис. 1.5) [1-2].

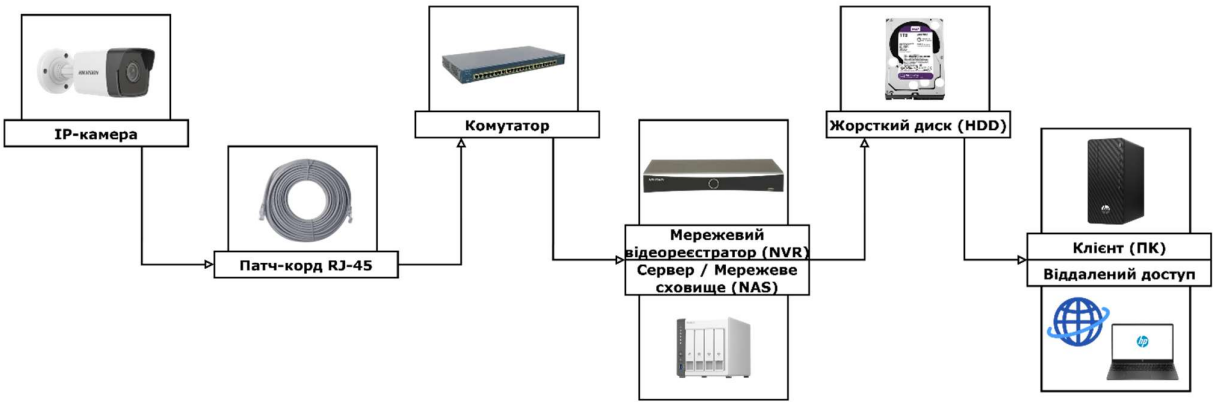


Рисунок 1.5 – Принцип роботи мережевої системи відеоспостереження

Функціонування IP-систем відеоспостереження безпосередньо пов'язане з використанням:

— мережевої інфраструктури;

— серверами;

— робочими станціями операторів.

Комутатори виконують роль вузлів розподілу мережевого трафіку, забезпечуючи передачу даних між пристроями, тоді як маршрутизатори дозволяють організувати взаємодію між різними сегментами мережі або забезпечити доступ до системи через глобальні мережі. У багатьох випадках відеокамери можуть використовувати ту саму мережеву інфраструктуру, що й інші інформаційні системи підприємства, хоча з технічної точки зору більш доцільним вважається розділення потоків відеоданих і звичайного мережевого трафіку з метою зменшення навантаження на мережу [1-2].

Використання мережевих технологій дозволяє організувати доступ до камер відеоспостереження з будь-якого комп’ютера або сервера, що має відповідні права доступу. Подібна архітектура суттєво відрізняється від традиційних аналогових систем, у яких перегляд відеозображення зазвичай обмежувався підключенням до локального відеореєстратора. Мережева структура дозволяє організувати централізоване управління системою, а також забезпечити віддалений доступ до відеопотоків та архівних записів через внутрішню мережу підприємства або через мережу Інтернет [2].

Для зберігання відеоданих у IP-системах відеоспостереження зазвичай використовуються:

— мережеві відеореєстратори;

— спеціалізовані сервери обробки відеоданих.

Подібні пристрої приймають відеопотоки від камер, виконують їх обробку, запис та архівацію, формуючи централізований відеоархів. Серверні рішення можуть забезпечувати не лише зберігання відеоданих, але й управління всією системою відеоспостереження, що дозволяє адмініструвати камери, налаштовувати параметри запису та контролювати роботу системи з єдиного центру управління [1-2].

Однією з основних переваг IP-систем відеоспостереження виступає можливість масштабування та інтеграції з іншими інформаційними системами підприємства. Використання стандартних мережевих протоколів дозволяє інтегрувати відеоспостереження із:

— системами контролю доступу;

— системами управління будівлею;

— інформаційно-аналітичними платформами;

— іншими програмними рішеннями.

Подібна інтеграція дозволяє створювати комплексні системи безпеки, у межах яких відеоспостереження стає одним із компонентів загальної інформаційної інфраструктури.

Додатковою перевагою мережевих систем відеоспостереження є підтримка сучасних функцій відеоаналітики, які дозволяють автоматизувати процес моніторингу та аналізу відеоданих. Серед таких можливостей можна виділити:

— розпізнавання облич;
— визначення перетину контрольованих зон;
— виявлення руху;
— підрахунок кількості людей у певних зонах;
— аналіз поведінкових моделей.

Реалізація подібних функцій значно розширює сферу застосування систем відеоспостереження та дозволяє використовувати їх не лише для забезпечення безпеки, але й для аналітичних завдань, пов’язаних з управлінням об’єктами та оптимізацією процесів на підприємстві.

Гібридні системи відеоспостереження. Окрім традиційних аналогових та мережевих систем відеоспостереження у практиці побудови систем безпеки застосовуються також гібридні рішення, які поєднують у собі елементи різних технологій. Формування подібних систем пов’язане з необхідністю модернізації існуючої інфраструктури відеоспостереження без повної заміни встановленого обладнання. Багато підприємств мають вже розгорнуті аналогові системи відеоконтролю з розгалуженою кабельною інфраструктурою, тому повний перехід на мережеві технології може вимагати значних фінансових витрат та складних технічних змін. Використання гібридної архітектури дозволяє поєднати існуючі аналогові компоненти з новими мережевими пристроями, що забезпечує поступовий перехід до сучасних технологій відеоспостереження [3].

Гібридні системи відеоспостереження передбачають одночасне використання аналогових камер, підключених через коаксіальні кабелі, та мережевих IP-камер, які працюють у межах комп’ютерної мережі підприємства. Для обробки сигналів від різних типів камер застосовуються спеціалізовані гібридні відеореєстратори, здатні працювати як з аналоговими, так і з цифровими відеопотоками. Подібні пристрої мають комбіновану архітектуру, яка дозволяє:

— підключати різні за технологією камер;

— забезпечувати їх спільну роботу в межах єдиної системи відеоспостереження.

Використання гібридних відеореєстраторів дозволяє підприємствам поступово модернізувати систему відеоспостереження без необхідності одночасної заміни всього обладнання. У процесі оновлення інфраструктури старі аналогові камери можуть поступово замінюватися на сучасні IP-камери, при цьому загальна архітектура системи залишається стабільною та продовжує функціонувати без істотних змін. Подібний підхід дозволяє уникнути тривалих перерв у роботі системи відеоспостереження та мінімізувати можливі простої, що є важливим фактором для підприємств, де безперервний контроль території має важливе значення [1-3].

Гібридні системи особливо актуальні для об’єктів, де вже існує значна кабельна інфраструктура аналогових систем відеоспостереження. Повна заміна такої інфраструктури могла б вимагати значних фінансових витрат, тоді як використання гібридних рішень дозволяє зберегти частину наявного обладнання та поступово впроваджувати нові технології. Такий підхід забезпечує економічну доцільність модернізації системи, оскільки дозволяє розподілити витрати на оновлення обладнання у часі та уникнути одноразових великих інвестицій.

1.3 Структура систем відеоспостереження

Сучасні системи відеоспостереження формуються як складні програмно-апаратні комплекси, що поєднують різноманітні технічні засоби для отримання, передачі, обробки та зберігання відеоданих у межах інформаційної інфраструктури підприємства, організації або установи. Функціонування таких систем відбувається у тісній взаємодії з іншими елементами інформаційних технологій, включаючи:

— комп’ютерні мережі;

— серверні платформи;

— системи зберігання даних;

— програмні інструменти управління.

У результаті формується комплексна архітектура, що забезпечує стабільну роботу системи відеомоніторингу та дозволяє ефективно організувати контроль за об’єктами спостереження [4].

Основні компоненти програмно-апаратного комплексу відеоспостереження. Програмно-апаратний комплекс відеоспостереження складається з кількох взаємопов’язаних компонентів, які забезпечують виконання основних функцій системи відеомоніторингу. Кожен із цих компонентів виконує певні завдання у процесі отримання, передачі, обробки та зберігання відеоданих, формуючи єдину технологічну структуру системи контролю за об’єктами спостереження. Узгоджена взаємодія всіх елементів системи дозволяє забезпечити стабільне функціонування відеоспостереження та ефективний аналіз інформації, що надходить від камер [1, 4].

Таблиця 1.2 – Основні компоненти системи відеоспостереження та їх функції

Компонент	Призначення	Основні функції
Відеокамери	Отримання зображення	Захоплення відео, детекція руху, передача сигналу
Відеореєстратори (DVR/NVR)	Обробка і запис	Кодування, зберігання, архівація відео
Комутатори	Передача даних	Агрегація мережевого трафіку
Сервери	Централізована обробка	Управління системою, аналітика
Програмне забезпечення	Керування системою	Налаштування, моніторинг, доступ

Першим і найбільш очевидним елементом системи виступають відеокамери, які виконують функцію отримання зображення з контрольованих зон. Камери здійснюють фіксацію візуальної інформації та перетворюють світловий потік на відеосигнал, що передається до інших компонентів системи для подальшої

обробки. Технічні характеристики камер можуть суттєво відрізнятися залежно від їх призначення та умов експлуатації. До таких характеристик належать:

— роздільна здатність зображення;
— кут огляду;
— рівень чутливості до освітлення;
— режими нічного бачення;
— автоматичне регулювання параметрів зображення;
— можливість виявлення руху у контрольованій зоні.

Іншим важливим компонентом системи виступають пристрої обробки та запису відеоданих, які забезпечують приймання сигналів від камер, їх обробку, стиснення та зберігання. У більшості систем для виконання цих функцій використовуються відеореєстратори або сервери відеоспостереження, що виконують роль центрального елемента обробки інформації. Подібні пристрої приймають відеопотоки від камер, виконують їх обробку та запис на накопичувачі даних, формуючи відеоархів системи. Збережені записи можуть використовуватися для подальшого перегляду, аналізу подій або документування ситуацій, що відбувалися на території об’єкта (див. табл. 1.2) [4].

Не менш важливим елементом архітектури системи виступає мережеве обладнання, яке забезпечує передачу відеоданих між різними компонентами програмно-апаратного комплексу. До складу такого обладнання входять:

— комутатори;
— маршрутизатори;
— мережеві адаптери;
— кабельна інфраструктура.

Завдяки використанню мережевих технологій відеопотоки можуть передаватися на значні відстані, а доступ до камер або відеоархівів може здійснюватися з різних робочих станцій у межах локальної мережі підприємства.

Окрім апаратних компонентів, важливою складовою програмно-апаратного комплексу виступає програмне забезпечення, яке забезпечує управління всією системою відеоспостереження. Програмні інструменти дозволяють:

— виконувати конфігурацію камер;

— налаштовувати параметри запису відеоданих;

— здійснювати керування обліковими записами користувачів;

— контролювати стан обладнання у режимі реального часу.

Завдяки використанню спеціалізованого програмного забезпечення система відеоспостереження може функціонувати як єдина керована інфраструктура, що дозволяє ефективно організувати процес відеомоніторингу та забезпечити зручне адміністрування усіх її компонентів [4].

Призначення відеореєстраторів у системі відеоспостереження. Відеореєстратор у структурі системи відеоспостереження виступає одним із центральних технічних елементів, що забезпечує:

— приймання відеосигналів від камер;

— обробку;

— запис;

— зберігання.

У більшості конфігурацій систем відеоспостереження саме цей пристрій формує основу для організації централізованого контролю відеоданих, оскільки через нього проходять усі відеопотоки, що надходять від камер спостереження. Наявність такого пристрою дозволяє об’єднати різні елементи системи у єдину інформаційну структуру, у межах якої відбувається керування записом відеоданих, формування відеоархівів та забезпечення доступу користувачів до отриманої інформації (див. рис. 1.6) [5].



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд відеореєстратора NVR

Функціонування відеореєстратора пов’язане з прийманням відеосигналів, що передаються від камер спостереження через кабельні або мережеві інтерфейси, після чого відбувається їх обробка та перетворення у цифровий формат. Під час обробки відеопотоку застосовуються алгоритми стиснення, які дозволяють оптимізувати використання дискового простору та зменшити обсяг відеоданих без суттєвої втрати якості зображення. Після виконання процесу кодування відеодані записуються на накопичувачі інформації, серед яких найчастіше використовуються жорсткі диски або інші сучасні пристрої зберігання даних. Така організація роботи дозволяє зберігати значні обсяги відеоінформації протягом тривалого періоду часу, що є важливим фактором для подальшого аналізу подій або відтворення архівних записів у разі необхідності.

Окрім функції запису відеоданих відеореєстратори забезпечують можливість перегляду відеопотоків у режимі реального часу. Доступ до відеозображення може здійснюватися через локальну мережу підприємства або через спеціалізовані веб-інтерфейси, що дозволяє отримувати доступ до відеопотоків з різних робочих станцій. Такий підхід дозволяє організувати централізований пункт відеомоніторингу, у межах якого оператори можуть здійснювати спостереження за ситуацією на об’єкті, аналізувати поточні події та контролювати роботу системи відеоспостереження.

Взаємодія камер, мережевих пристроїв та серверного обладнання. Ефективність функціонування системи відеоспостереження значною мірою залежить від правильної організації взаємодії між усіма її компонентами. Камери відеоспостереження, мережеві пристрої та серверне обладнання повинні працювати у межах єдиного інформаційного середовища, що забезпечує безперервну передачу відеоданих та стабільну роботу системи. Оскільки більшість систем відеоспостереження призначена для безперервної роботи протягом тривалого часу, інфраструктура повинна бути організована таким чином, щоб забезпечувати функціонування системи у режимі 24 години на добу без перерв або збоїв у роботі [6].

Процес взаємодії компонентів системи розпочинається з моменту отримання зображення камерою відеоспостереження. Камера фіксує зображення у контрольованій зоні та формує відеосигнал, який передається до пристрою обробки через відповідний канал зв'язку. У випадку аналогових систем передача сигналу здійснюється через коаксіальний кабель, тоді як у мережевих системах відеопотоки передаються через локальну комп'ютерну мережу підприємства.

Мережеві пристрої виконують функції маршрутизації та комутації відеопотоків, забезпечуючи передачу даних між камерами, відеореєстраторами та робочими станціями користувачів. До таких пристроїв належать комутатори, маршрутизатори та інші елементи мережевої інфраструктури, які формують середовище передачі даних. Важливим технічним аспектом у цьому випадку виступає забезпечення достатньої пропускної здатності мережі, оскільки передача відеопотоків високої якості може створювати значне навантаження на мережеву інфраструктуру. Наявність достатньої пропускної спроможності дозволяє уникнути затримок у передачі даних, втрати кадрів або інших технічних проблем, що можуть впливати на якість відеомоніторингу (див. рис. 1.7) [1, 5-6].

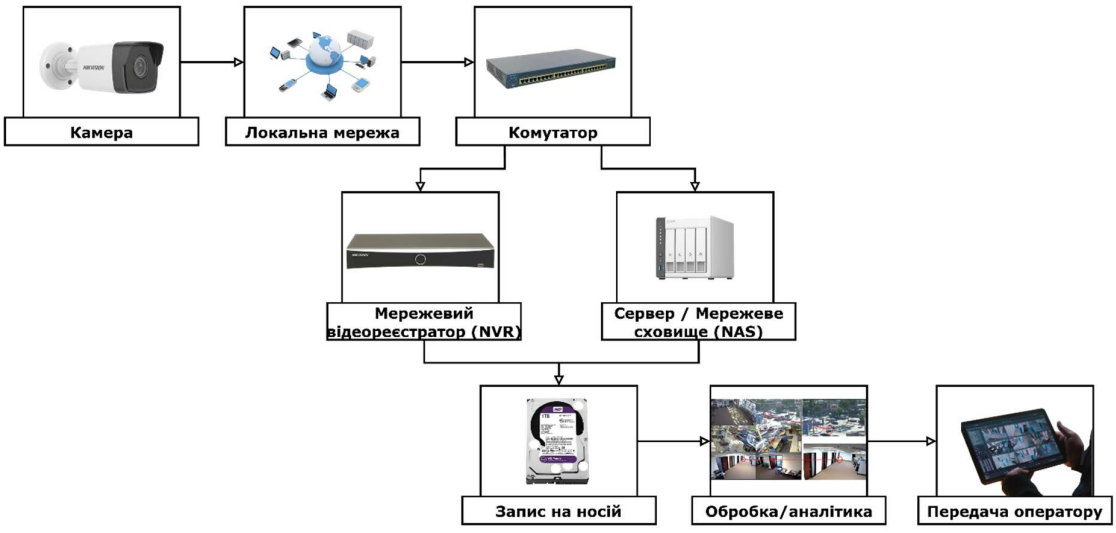


Рисунок 1.7 – Взаємодія камер і мережевого обладнання

У складних системах відеоспостереження додатково використовується серверне обладнання, яке забезпечує централізоване управління системою,

обробку великих обсягів відеоданих та зберігання відеоархівів. Серверні платформи можуть виконувати функції обробки відеопотоків, аналізу відеоданих та управління всією інфраструктурою відеоспостереження. У великих системах сервери можуть обробляти відеопотоки від десятків або навіть сотень камер, забезпечуючи ефективну організацію відеоархівів та підтримку функцій відеоаналітики [5-6].

1.4 Інтеграція систем відеоспостереження у локальну мережу підприємства

Сучасні системи відеоспостереження розглядаються не лише як окремі технічні комплекси для фіксації відеоданих, а як повноцінна складова інформаційної інфраструктури підприємства, організації або будь-якого іншого об’єкта, де використовується система контролю та безпеки. Розвиток мережевих технологій значно розширив можливості використання таких систем, оскільки відеообладнання отримало здатність інтегруватися у локальні комп’ютерні мережі, у межах яких відбувається обмін даними між різними пристроями інформаційної інфраструктури. Подібна інтеграція дозволяє організувати:

- централізоване керування системою відеоспостереження;
- здійснювати віддалений моніторинг об’єктів;
- зберігати значні обсяги відеоінформації на мережевих ресурсах.

Підключення систем відеоспостереження до локальної мережі підприємства створює можливість доступу до відеоданих з різних робочих станцій, що значно підвищує ефективність використання технічного обладнання та спрощує процес адміністрування системи. У межах такої архітектури камери відеоспостереження, відеореєстратори та серверні пристрої функціонують як повноцінні мережеві вузли, які обмінюються інформацією через стандартні мережеві протоколи. Подібний підхід переводить системи відеоспостереження з рівня ізольованих

пристроїв, що працюють лише у межах локального підключення до монітора або реєстратора, до рівня інтегрованої інформаційної системи, у якій доступ до відеопотоків може здійснюватися з будь-якого комп'ютера локальної мережі за наявності відповідних прав доступу [7].

Основні принципи інтеграції систем відеоспостереження у LAN. Інтеграція систем відеоспостереження у локальну мережу підприємства базується на використанні стандартних мережевих технологій та протоколів передачі даних, які застосовуються у сучасних комп'ютерних мережах. У межах такої конфігурації камери відеоспостереження, відеореєстратори та серверні пристрої підключаються до мережевих комутаторів та функціонують як повноцінні вузли локальної мережі, подібно до комп'ютерів або серверів, що входять до складу інформаційної інфраструктури підприємства [5, 7].

Одним із базових принципів інтеграції виступає використання IP-адресації для ідентифікації кожного пристрою системи відеоспостереження. У такій мережевій архітектурі кожна камера або відеореєстратор отримує власну мережеву адресу, що дозволяє іншим пристроям мережі взаємодіяти з ними через стандартні мережеві протоколи. Завдяки цьому забезпечується можливість доступу до відеопотоків з різних робочих станцій або серверів, які знаходяться у межах локальної мережі підприємства, що значно спрощує процес організації відеомоніторингу [7].

Іншим важливим принципом інтеграції виступає централізоване управління системою відеоспостереження у межах локальної мережі. Адміністратор системи може контролювати роботу всіх камер, змінювати параметри запису відео, переглядати архівні записи та виконувати інші операції через єдиний програмний інтерфейс управління. Подібний підхід дозволяє значно спростити процес адміністрування системи та забезпечити оперативний контроль за її функціонуванням.

Важливим аспектом інтеграції виступає також забезпечення інформаційної безпеки системи відеоспостереження, оскільки підключення відеообладнання до локальної мережі створює потенційні ризики несанкціонованого доступу до

відеоданих. У межах мережевої інфраструктури необхідно використовувати механізми автентифікації користувачів, розмежування прав доступу та захисту передавання даних. Обмеження доступу до системи дозволяє запобігти несанкціонованому перегляду відеопотоків або зміні налаштувань обладнання [5, 7]

У більшості випадків системи відеоспостереження функціонують у межах локальної мережі підприємства, що дозволяє забезпечити більш високий рівень контролю над доступом до відеоданих та зменшити ризик зовнішніх втручань. Підключення системи до зовнішніх мереж потребує додаткових механізмів захисту, оскільки у такому випадку відеоінфраструктура може стати об’єктом спроб несанкціонованого доступу. Раціональна організація мережевої архітектури дозволяє забезпечити стабільну роботу системи відеоспостереження, ефективне управління її компонентами та безпечне використання відеоданих у межах інформаційної інфраструктури підприємства.

Передача відеопотоків через мережеву інфраструктуру. Передача відеоданих у системах відеоспостереження належить до найбільш ресурсоємних процесів у мережевій інфраструктурі підприємства, оскільки відеопотоки формують значні обсяги даних, що постійно передаються мережею. Зі збільшенням кількості камер обсяг інформації, що циркулює у мережі, суттєво зростає, а використання камер із високою роздільною здатністю додатково підвищує навантаження на канали передачі даних. У результаті виникає необхідність забезпечення достатньої пропускної здатності мережі та правильної організації передачі відеоданих, оскільки від цих факторів залежить стабільність роботи всієї системи відеоспостереження [8].

У мережевих системах відеоспостереження відеодані передаються у вигляді потоків, які можуть одночасно використовуватися кількома компонентами системи або різними користувачами. Відеопотік, сформований однією камерою, може паралельно записуватися на відеореєстратор, передаватися на сервери для архівування та одночасно відображатися на робочій станції оператора, який здійснює моніторинг об’єкта. Подібна організація роботи дозволяє забезпечити

ефективне використання відеоінформації у різних підсистемах відеоспостереження, однак потребує раціонального розподілу мережевих ресурсів [7-8].

Стабільність передачі відеоданих значною мірою залежить також від характеристик мережевого обладнання, що використовується у межах локальної мережі підприємства. Комутатори та інші мережеві пристрої повинні забезпечувати достатню пропускну здатність каналів передачі даних, оскільки через них проходять відеопотоки від камер, а також інший мережевий трафік, що генерується комп'ютерами та серверними системами підприємства. Раціональне планування мережевої інфраструктури дозволяє уникнути перевантаження мережі та забезпечити стабільну передачу відеоданих у межах системи відеоспостереження [8].

Сучасні системи відеоспостереження, що використовують обладнання компанії Hikvision, підтримують різні технології оптимізації передачі відеоданих, що дозволяє ефективно використовувати мережеві ресурси та забезпечувати стабільну роботу системи навіть у великих інфраструктурах відеомоніторингу.

Використання веб-інтерфейсів для керування системою. Однією з характерних особливостей сучасних систем відеоспостереження виступає можливість керування обладнанням за допомогою веб-інтерфейсів, що дозволяє здійснювати налаштування та моніторинг системи через стандартний веб-браузер. Такий підхід дозволяє отримувати доступ до функцій управління без необхідності встановлення спеціалізованого програмного забезпечення на комп'ютер користувача, оскільки для підключення до пристрою достатньо знати його мережеву адресу або доменне ім'я та мати відповідні облікові дані для входу у систему.

Веб-інтерфейс являє собою програмне середовище керування, доступ до якого здійснюється через стандартні засоби роботи з веб-сторінками. Після підключення до пристрою користувач отримує доступ до панелі управління, у межах якої можуть виконуватися різні операції, пов'язані з керуванням системою відеоспостереження. Через веб-інтерфейс можна у режимі реального часу:

— переглядати відеопотоки з камер;

— змінювати параметри роботи камер;

— керувати режимами запису відеоданих;

— здійснювати пошук у відеоархівах системи.

Використання веб-інтерфейсів значно спрощує процес адміністрування систем відеоспостереження, оскільки конфігурація обладнання може виконуватися з будь-якого комп’ютера, що підключений до локальної мережі підприємства. Подібна можливість підвищує гнучкість управління системою та дозволяє швидко реагувати на зміну параметрів роботи обладнання або на події, що відбуваються у зоні спостереження (див. рис. 1.8) [9].

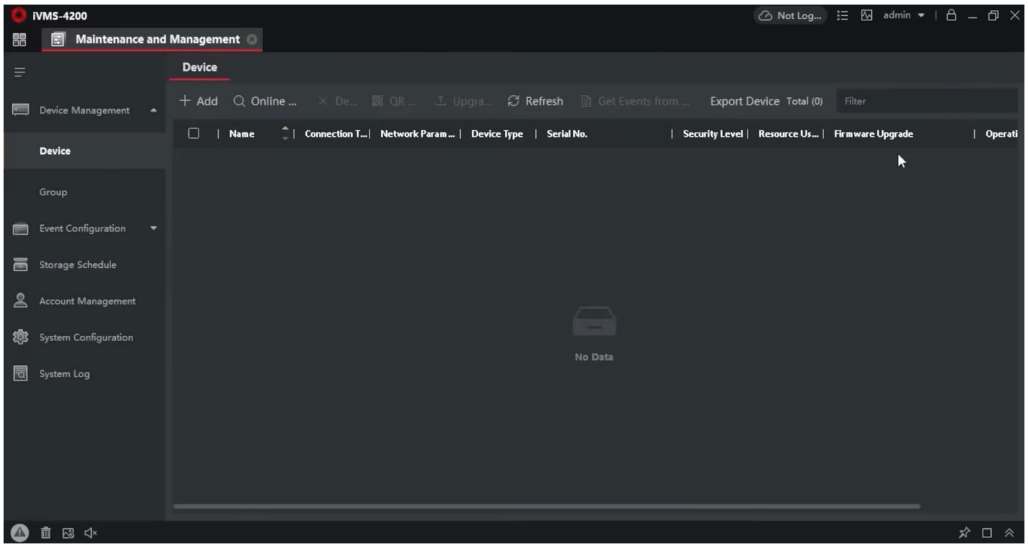


Рисунок 1.8 – Веб-інтерфейс системи відеоспостереження iVMS-4200

Додатковою перевагою веб-інтерфейсів виступає можливість організації віддаленого доступу до системи відеоспостереження через мережу Інтернет. У такому випадку користувач може здійснювати контроль за об’єктом навіть перебуваючи поза межами підприємства, отримуючи доступ до відеопотоків та функцій керування системою. Організація віддаленого доступу потребує застосування додаткових механізмів захисту, оскільки підключення до системи через зовнішні мережі створює потенційні ризики несанкціонованого доступу [7, 9].

З метою забезпечення безпеки використання віддалених веб-інтерфейсів застосовуються різні механізми захисту, серед яких [9]:

— шифрування мережевих з’єднань;

— обмеження доступу за мережевими адресами;

— використання механізмів автентифікації користувачів.

Подібні заходи дозволяють знизити ризики несанкціонованого доступу до системи відеоспостереження та забезпечити безпечне використання функцій віддаленого керування обладнанням.

Підключення відеореєстраторів Hikvision до локальної мережі. Підключення відеореєстраторів до локальної мережі підприємства належить до важливих етапів побудови системи відеоспостереження, оскільки саме на цьому етапі відбувається інтеграція центрального елемента системи з мережевою інфраструктурою об’єкта. Відеореєстратор у такій конфігурації виконує функції центрального вузла, через який проходять відеодані від камер спостереження, а також здійснюється управління записом відеоінформації та організація доступу користувачів до відеопотоків і архівних записів. Коректне підключення такого пристрою до мережі потребує попередньої підготовки мережевої інфраструктури, оскільки від правильності виконання цього етапу залежить стабільність роботи всієї системи відеоспостереження [10].

Відеореєстратори виробництва компанії Hikvision підтримують підключення до мережі через стандартні мережеві інтерфейси, що дозволяє інтегрувати їх у локальну комп’ютерну мережу підприємства. Після фізичного підключення пристрою до мережевого комутатора необхідно виконати базове мережеве налаштування, яке включає визначення параметрів IP-адресації. У процесі конфігурації задається:

— IP-адреса пристрою;

— маска підмережі;

— параметри мережевого шлюзу.

Все це забезпечує коректну взаємодію відеореєстратора з іншими пристроями мережі. Наявність унікальної мережевої адреси дозволяє ідентифікувати

відеореєстратор у межах локальної мережі та забезпечує можливість доступу до нього з інших робочих станцій (див. рис. 1.9) [7-8, 10].

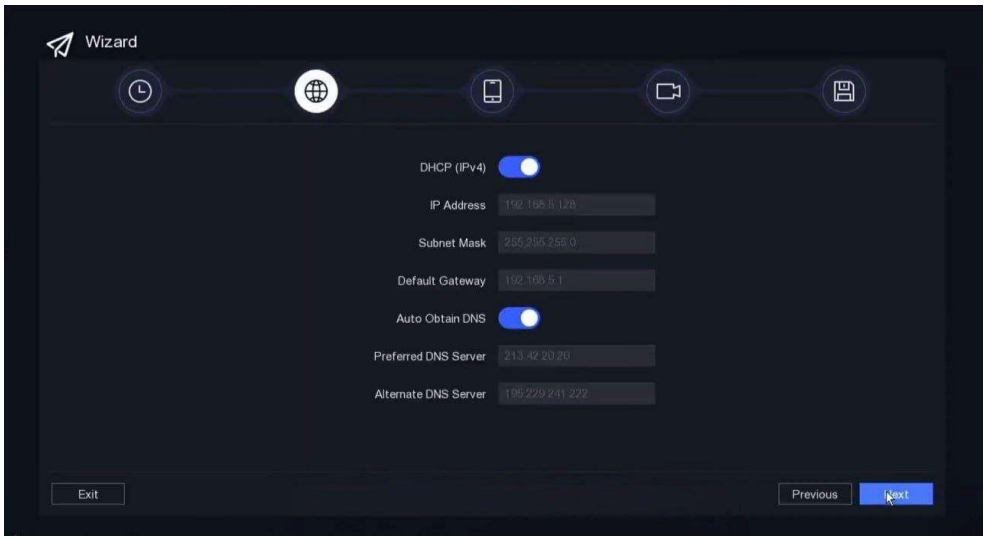


Рисунок 1.9 – Підключення NVR Hikvision до локальної мережі

1.5 Методи передачі даних та живлення відеокамер

У сучасних системах відеоспостереження важливе значення мають технології передачі відеоданих та організація електроживлення камер, оскільки правильний вибір способу підключення безпосередньо впливає на стабільність функціонування системи, якість переданого сигналу та можливість подальшого розширення інфраструктури відеоспостереження. Передача відеоданих між камерами та пристроями обробки інформації здійснюється за допомогою різних типів кабельної інфраструктури, що використовуються залежно від архітектури системи, типу камер та технічних вимог об’єкта, де встановлюється система відеоконтролю.

Кабельні інтерфейси підключення камер (коаксіальний кабель, вита пара). Кабельна інфраструктура формує основу систем передачі відеосигналу у відеоспостереженні, оскільки саме через кабельні лінії здійснюється передача

відеоданих від камер до пристроїв обробки, запису та зберігання інформації. Надійність та стабільність передачі сигналу значною мірою залежать від правильного вибору типу кабелю та якості його прокладання у межах інфраструктури об’єкта.

Таблиця 1.3 – Порівняння кабельних інтерфейсів і технологій живлення

Тип підключення	Дальність передачі	Пропускна здатність	Переваги	Недоліки
Коаксіальний кабель	До 300–500 м	Низька	Стабільність, захист від завад	Окреме живлення, складність масштабування
Вита пара (UTP)	До 100 м (без підсилення)	Висока	Універсальність, інтеграція у LAN	Обмежена дальність
PoE	До 100 м	Висока	Передача даних і живлення одним кабелем	Обмеження потужності

Одним із традиційних типів кабельного підключення виступає коаксіальний кабель, який широко застосовується у системах аналогового відеоспостереження. Конструкція такого кабелю включає:

— центральний провідник;

— ізоляційний шар;

— металевий екран;

— зовнішню захисну оболонку.

Подібна структура забезпечує ефективний захист сигналу від електромагнітних перешкод і дозволяє передавати відеосигнал на значні відстані без суттєвої втрати якості. Коаксіальний кабель забезпечує стабільну передачу аналогового сигналу та тривалий час використовувався як основне середовище передачі відеоданих у системах відеоспостереження (див. рис. 1.10) [12].



Рисунок 1.10 – Кабельний інтерфейс підключення аналогових камер

Використання такого типу кабелю має певні обмеження, пов’язані з особливостями архітектури аналогових систем. Передача сигналу здійснюється через окрему кабельну лінію для кожної камери, а організація електроживлення потребує прокладання додаткового кабелю. Подібна структура ускладнює масштабування системи та збільшує складність монтажу під час встановлення великої кількості камер.

Іншим поширеним варіантом кабельного підключення виступає використання кабелю типу «вита пара», який застосовується у мережевих системах відеоспостереження. Такий кабель складається з кількох пар провідників, скручених між собою з метою зменшення впливу електромагнітних перешкод. Використання витої пари дозволяє передавати цифрові дані у межах комп’ютерних мереж на значні відстані, що робить її універсальним середовищем передачі інформації у сучасних інформаційних системах. Застосування витої пари у системах відеоспостереження дозволяє інтегрувати камери у локальну мережу підприємства, що створює можливість передачі відеопотоків через мережеве обладнання (див. табл. 1.3, рис. 1.11).



Рисунок 1.11 – Використання витої пари у системах відеоспостереження

Такий підхід дозволяє використовувати сучасні мережеві технології для організації централізованого управління системою відеоспостереження, забезпечувати віддалений доступ до відеоданих та реалізовувати додаткові функції обробки та аналізу відеоінформації у межах мережевої інфраструктури [7, 12].

Використання технологій PoE для живлення камер. Одним із сучасних рішень у галузі мережевих систем відеоспостереження виступає застосування технології Power over Ethernet, яка передбачає передачу електричної енергії разом із даними через стандартний мережевий кабель типу «вита пара». Такий підхід дозволяє об'єднати передачу відеоданих і живлення пристроїв у межах одного фізичного з'єднання, що значно спрощує процес побудови інфраструктури систем відеоспостереження. У традиційних конфігураціях для кожної камери необхідно прокладати окремі кабелі (див. табл. 1.3) [11]:

1. Один використовується для передачі відеосигналу або мережевих даних.
2. Інший забезпечує електроживлення пристрою.

Використання технології Power over Ethernet дозволяє поєднати ці функції в одному кабелі, що зменшує складність монтажних робіт та знижує витрати на встановлення системи [11].

Скорочення кількості кабельних ліній спрощує проєктування мережевої інфраструктури та підвищує зручність обслуговування обладнання, оскільки зменшується кількість фізичних з'єднань між пристроями системи. Передача живлення через мережевий кабель дозволяє використовувати стандартну кабельну інфраструктуру комп'ютерних мереж для підключення камер відеоспостереження, що особливо актуально у випадках модернізації вже існуючих систем або інтеграції відеоспостереження у наявну інформаційну мережу підприємства.

Додатковою перевагою використання технології PoE виступає можливість централізованого керування живленням камер. У мережевих системах електроживлення подається через спеціалізоване мережеве обладнання, зокрема комутатори, які підтримують відповідний стандарт передачі живлення. Подібне обладнання дозволяє автоматично подавати живлення на підключені пристрої або

вимикати його у разі необхідності, що створює можливість оптимізації роботи системи та спрощує процес технічного обслуговування відеокамер (див. рис. 1.12).



Рисунок 1.12 – Живлення IP-камер через PoE-комутатор

Застосування технології PoE також підвищує гнучкість розміщення камер відеоспостереження у межах об’єкта. Камери можуть встановлюватися у місцях, де відсутні безпосередні джерела електроживлення, оскільки необхідна енергія передається безпосередньо через мережевий кабель. Така можливість особливо актуальна для великих підприємств, виробничих приміщень або адміністративних будівель, де прокладання додаткових електричних ліній може бути технічно складним або економічно недоцільним. Використання вже наявної мережевої кабельної інфраструктури дозволяє значно спростити встановлення обладнання та скоротити час реалізації проєкту побудови системи відеоспостереження [11-12].

У сучасних системах відеоспостереження технологія PoE часто використовується разом із мережевими камерами та обладнанням спеціалізованих виробників, серед яких широко застосовується продукція компанії Hikvision. Подібне обладнання підтримує різні режими передачі живлення через мережеві інтерфейси, що дозволяє створювати гнучкі та масштабовані системи відеоспостереження з мінімальною кількістю додаткових кабельних з’єднань.

2. АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Архітектура програмно-апаратного комплексу відеоспостереження

Архітектура системи відеоспостереження підприємства побудована за принципом централізованої обробки та зберігання відеоданих із використанням розподіленої мережевої інфраструктури, що забезпечує ефективну передачу, обробку та контроль відеопотоків у межах всієї території об’єкта, причому застосування мережевих технологій значно перевищує за ефективністю застарілі аналогові рішення, які хоча і можуть бути частково інтегровані через використання відеореєстраторів типу DVR, однак у сучасних умовах не забезпечують достатнього рівня масштабованості, гнучкості та якості обробки відеоданих, у зв’язку з чим перевага надається цифровим або гібридним рішенням, орієнтованим на IP-технології [13].

Загальна структура системи відеоспостереження з урахуванням розподілу камер та серверної інфраструктури. Основу системи складають IP-камери різних типів, що встановлені у ключових зонах підприємства, включаючи (див. рис. 2.1):

- офісні приміщення;
- виробничі ділянки;
- контрольні пункти;
- складські;
- допоміжні зони.

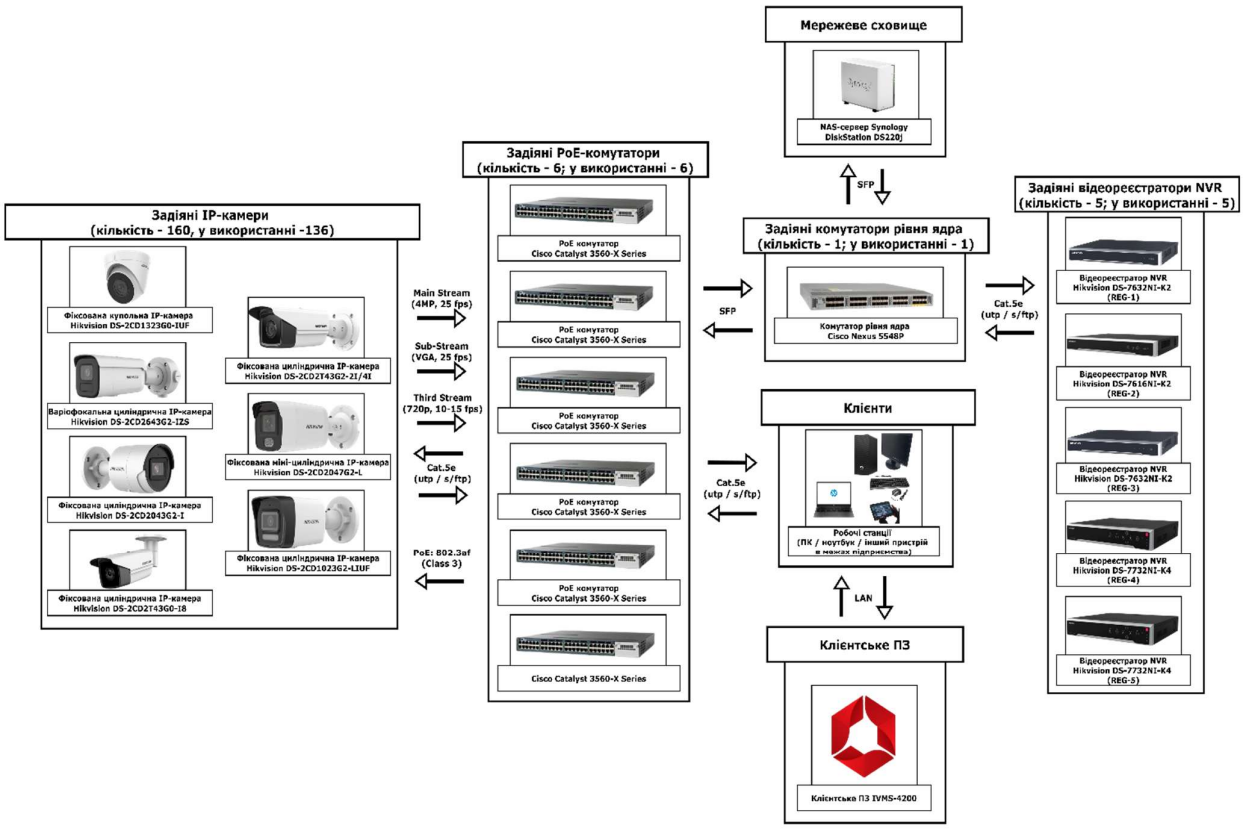


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи відеоспостереження у мережі підприємства

Все це дозволяє організувати цілодобовий відеонагляд за основними процесами та забезпечити належний рівень безпеки, при цьому загальна кількість камер становить близько 160 одиниць, серед яких частина знаходиться у резерві на складі, що дозволяє оперативно здійснювати заміну у разі виходу обладнання з ладу, зменшуючи час простою та підвищуючи загальну відмовостійкість системи. Відсутність жорсткої прив’язки камер до конкретних зон забезпечує можливість використання принципу взаємозамінності, що спрощує експлуатацію та технічне обслуговування, хоча водночас формує певну неоднорідність апаратної складової через використання різних моделей камер із відмінними характеристиками.

Передача відеопотоку здійснюється через мережеву інфраструктуру підприємства із використанням технології PoE, що дозволяє по одному кабелю типу Cat.5e одночасно передавати дані та забезпечувати живлення пристроїв, причому застосовуються різні типи кабелів, включаючи UTP та S/FTP, залежно від

умов експлуатації та рівня електромагнітних завад. Камери підключаються до комутаторів доступу, після чого їхній трафік агрегується та передається через оптичні лінії зв’язку із використанням SFP-модулів до центрального вузла, розташованого у серверній кімнаті, де встановлено магістральний комутатор, що виконує функцію об’єднання всіх сегментів мережі та забезпечує маршрутизацію відеопотоків до відеореєстраторів, при цьому топологія мережі реалізована за принципом «зірка», що дозволяє підвищити відмовостійкість, оскільки вихід з ладу одного сегмента не впливає на роботу інших частин системи.

У серверній інфраструктурі розміщені відеореєстратори, що виконують функції обробки, запису та зберігання відеоданих, забезпечуючи централізоване керування потоками інформації та доступ до архівів, а взаємодія між усіма компонентами системи організована таким чином, щоб забезпечити безперервність передачі даних, можливість масштабування та інтеграції з іншими інформаційними системами підприємства, що дозволяє реалізувати ефективний моніторинг у режимі реального часу, а також створює основу для подальшого розвитку та впровадження додаткових функціональних можливостей у межах єдиної мережевої інфраструктури.

Аналіз використаних відеореєстраторів та їх ролі у системі. Ключовим елементом архітектури системи відеоспостереження виступають відеореєстратори, оскільки саме вони забезпечують приймання, обробку та зберігання відеопотоків незалежно від того, чи система позиціонується як NVR або DVR, причому навіть за наявності додаткових сховищ, таких як мережеві NAS-пристрої, відеореєстратори залишаються центральною ланкою обробки даних, через яку проходять усі потоки інформації, що надходять з камер, а також формується доступ до архівів та реалізується керування відеонаглядом у межах підприємства.

У системі використовується декілька моделей мережевих відеореєстраторів, орієнтованих на роботу з IP-камерами, серед яких (див. рис. 2.2):

— DS-7632NI-K2;

— DS-7616NI-K2;

— DS-7732NI-K4.



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд відеореєстраторів NVR Hikvision (у стійці): DS-7632NI-K2, DS-7616NI-K2, DS-7732NI-K4

Їх застосування зумовлене необхідністю розподілу навантаження залежно від кількості підключених каналів та інтенсивності відеопотоків, де модель DS-7616NI-K2 використовується для менш завантажених сегментів і підтримує до 16 каналів одночасного підключення, тоді як DS-7632NI-K2 забезпечує роботу з 32 каналами та використовується для середніх за навантаженням ділянок, а найбільш продуктивні пристрої DS-7732NI-K4 також підтримують до 32 каналів, але мають розширені можливості за рахунок більшої кількості відсіків для жорстких дисків і підвищеної продуктивності обробки даних (див. табл. 2.1) [14].

Таблиця 2.1 – Характеристики використаних відеореєстраторів

Модель	Кількість каналів	Кількість HDD	Мережеві інтерфейси	Особливості
DS-7616NI-K2	16	2	1×RJ-45	Для малих сегментів
DS-7632NI-K2	32	2	1×RJ-45	Середнє навантаження
DS-7732NI-K4	32	4	1×RJ-45	Висока продуктивність

Фізично у системі реалізовано п’ять відеореєстраторів, які умовно позначені як:

— REG 1 (DS-7632NI-K2);

— REG 2 (DS-7616NI-K2);

— REG 3 (DS-7632NI-K2);

— REG 4 (DS-7732NI-K4);

— REG 5 (DS-7732NI-K4).

Все це дозволяє гнучко розподілити камери між пристроями, уникнути перевантаження окремих вузлів та забезпечити стабільну роботу всієї системи, при цьому кожен відеореєстратор підключається до центрального комутатора через окремий канал зв’язку, що підвищує надійність функціонування та мінімізує ризики втрати даних у разі виникнення мережевих збоїв, а виконання базових функцій обробки, таких як компресія відео, керування потоками та організація доступу до архіву, дозволяє оптимізувати використання ресурсів та забезпечити ефективну взаємодію з клієнтським програмним забезпеченням.

Доступ до системи організовано через програмне забезпечення IVMS-4200, яке забезпечує:

— централізоване керування всіма відеореєстраторами;

— перегляд та роботу відео (архівами) в режимі реального часу;

— реалізацію прав доступу для різних категорій користувачів.

Такі категорії користувачів включають адміністратора та оператора, що дозволяє розмежувати функціональні можливості та підвищити рівень безпеки при роботі з відеоданими.

Організація зберігання відеоданих із застосуванням HDD та NAS-сховища. Організація зберігання відеоданих базується на використанні жорстких дисків, встановлених безпосередньо у відеореєстраторах, а також додаткового мережевого сховища, що використовується для резервування або централізованого доступу до даних. У якості накопичувачів застосовуються спеціалізовані диски серій WD Purple та WD Gold, які оптимізовані для безперервної роботи у режимі 24/7 та здатні забезпечити високу надійність при постійному записі великих обсягів відеоінформації [15].

Таблиця 2.2 – Конфігурація системи зберігання даних

Пристрій	Тип HDD	Кількість дисків	Обсяг одного диска	Загальний обсяг
REG 1–3	WD Purple/Gold	2	6 ТБ	12 ТБ (кожен)
REG 4–5	WD Purple/Gold	4	6 ТБ	24 ТБ (кожен)
NAS (опціонально)	WD	2–4	4–8 ТБ	~16 ТБ

Кожен відеореєстратор оснащений декількома жорсткими дисками обсягом 6 ТБ, де для моделей з двома відсіками використовується конфігурація з двох дисків, а для більш продуктивних пристроїв передбачено до чотирьох дисків, що дозволяє значно збільшити загальний обсяг доступного сховища та забезпечити тривале зберігання відеоархіву без необхідності частого перезапису, що є критично важливим з урахуванням великої кількості камер та безперервного характеру відеоспостереження. Накопичувачі серії WD об’ємом 6 ТБ встановлено у відеореєстратори в такій кількості (див. табл. 2.2, рис. 2.3):

— по 2 диски у REG 1–3;

— по 4 диски у REG 4–5.



Рисунок 2.3 – Організація зберігання даних на HDD
в Hikvision DS-7732NI-K4 (REG-4-5)

Додатково у системі використовується NAS-сховище обсягом 16 ТБ, яке може виконувати функції резервного копіювання або централізованого архіву для найбільш важливих відеоданих, а також використовуватися для забезпечення швидкого доступу до інформації в межах підприємства, причому доступ до нього може бути організований через стандартні мережеві протоколи, що дозволяє інтегрувати його не лише у систему відеоспостереження, але й у загальну інформаційну інфраструктуру підприємства для обміну даними між користувачами.

Поєднання локального зберігання у відеореєстраторах із використанням мережевого сховища дозволяє підвищити рівень відмовостійкості системи, оскільки у разі виходу з ладу окремого пристрою частина даних може залишатися доступною на резервному носії. Врахувуючи специфіку відеоданих, які

характеризуються великим обсягом та безперервністю запису, визначає необхідність використання спеціалізованих накопичувачів, що зменшують ризики втрати інформації та забезпечують стабільну роботу системи протягом тривалого часу.

Топологія мережі типу «зірка» та її вплив на відмовостійкість системи. Мережева інфраструктура системи відеоспостереження підприємства побудована за топологією типу «зірка», що передбачає підключення всіх вузлів системи до єдиного центрального комутатора, розташованого у серверній кімнаті, де саме цей вузол виступає основною точкою агрегації мережевого трафіку та забезпечує централізоване керування всією системою, а підключення периферійних сегментів здійснюється через комутатори доступу, які, у свою чергу, з'єднуються з центральним комутатором за допомогою оптичних каналів зв'язку із застосуванням SFP-модулів, що дозволяє досягти високої пропускної здатності та мінімізувати затримки при передачі відеопотоків великого обсягу (див. рис. 2.4) [16].

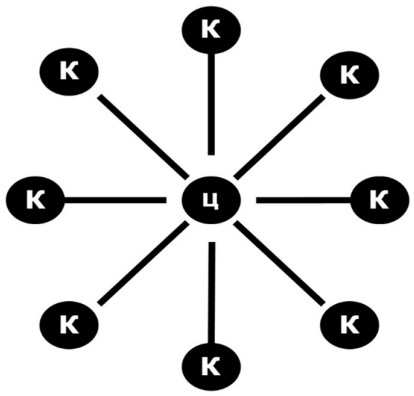


Рисунок 2.4 – Топологія мережі типу «зірка»
(Ц – центральний вузол; К – кінцевий пристрій)

Така організація мережі дозволяє значно спростити процес адміністрування, оскільки всі ключові точки управління зосереджені у центральному вузлі, де здійснюється:

— моніторинг стану мережі;

— аналіз навантаження;

— діагностика можливих несправностей.

У випадках виникнення збоїв локалізація проблемного сегмента виконується швидко завдяки чіткій структурі підключення, коли кожен вузол має окремий канал зв’язку з центральним комутатором, що виключає вплив несправності одного сегмента на інші частини системи та забезпечує збереження працездатності більшості компонентів навіть при часткових відмовах (див. рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Розподіл навантаження між NVR

Використання оптичних каналів зв’язку між комутаторами доступу та центральним вузлом обумовлене необхідністю передавання значних обсягів відеоданих у реальному часі, особливо з урахуванням великої кількості IP-камер та високої роздільної здатності відеопотоків, що генеруються. Застосування SFP-модулів дозволяє гнучко масштабувати мережу, додаючи нові сегменти або

розширюючи існуючі без суттєвого впливу на загальну архітектуру системи, при цьому забезпечується стабільність передачі даних навіть на значних відстанях між об’єктами спостереження та серверною інфраструктурою.

Важливою перевагою топології «зірка» є її вплив на підвищення відмовостійкості системи відеоспостереження, оскільки у разі виходу з ладу окремого комутатора доступу або лінії зв’язку втрачається лише відповідний сегмент камер, тоді як інші частини системи продовжують функціонувати у штатному режимі, що особливо критично для підприємств, де необхідно забезпечувати безперервний відеонагляд за ключовими зонами, а також швидке відновлення роботи у разі аварійних ситуацій.

Одночасно слід враховувати, що така архітектура має певну залежність від центрального вузла, відмова якого може призвести до порушення роботи всієї системи, у зв’язку з чим особлива увага приділяється вибору високонадійного мережевого обладнання для серверної кімнати, а також можливому впровадженню додаткових механізмів резервування, зокрема дублювання каналів зв’язку або використання резервного комутатора, що дозволяє мінімізувати ризики повної відмови системи [16].

2.2 Побудова системи відеоспостереження у мережевій інфраструктурі підприємства

Побудова системи відеоспостереження у мережевій інфраструктурі підприємства базується на використанні сучасних цифрових технологій, серед яких домінують IP-камери, що функціонують на основі мережевих протоколів та забезпечують передавання відеоданих через локальну мережу, при цьому відмова від застарілих аналогових рішень обумовлена їх обмеженими можливостями щодо масштабування, якості зображення та інтеграції з іншими інформаційними системами, а також складністю модернізації у межах вже існуючої інфраструктури.

Характеристика використаних камер відеоспостереження та особливості їх розміщення на об'єктах. У межах підприємства використовується широкий спектр IP-камер різних моделей, які відрізняються технічними характеристиками та функціональними можливостями, що дозволяє адаптувати систему відеоспостереження до специфіки окремих зон, враховуючи вимоги до якості зображення, кута огляду та умов експлуатації, де для офісних приміщень доцільно застосовувати базові моделі камер із помірною роздільною здатністю, що забезпечують достатній рівень деталізації при мінімальному навантаженні на мережу, тоді як у виробничих зонах використовуються більш захищені пристрої з підвищеною стійкістю до пилу, вологи та механічних впливів, що дозволяє експлуатувати їх у складних умовах без втрати якості відеосигналу [17].

Таблиця 2.3 – Параметри відеокамер та відеопотоків

Тип камер / зона застосування	Приклади моделей	Роздільна здатність	FPS	Бітрейт	Тип об’єктива	Нічний режим
Офісні приміщення	DS-2CD1323G0-IUF	2–4 Мп	20–25	2–4 Мбіт/с	Фіксований	ІЧ-підсвітка
Виробничі зони (завод)	DS-2CD2043G2-I	4 Мп	25	4–6 Мбіт/с	Фіксований	ІЧ
Вуличні / оглядові	DS-2CD2T43G0-I8, DS-2CD2T43G2-4I	4–8 Мп	25–30	6–8 Мбіт/с	Фіксований	ІЧ (велика дальність)
Зони підвищеного контролю (ваги)	DS-2CD2643G2-IZS	4 Мп	25–30	6–10 Мбіт/с	Варіофокальний (zoom)	ІЧ
Коридори, КПП, вузькі зони	DS-2CD2047G2-LU, DS-2CD1023G2-LIUF	2–4 Мп	20–25	2–5 Мбіт/с	Фіксований	ColorVu / ІЧ

Особливу категорію становлять камери, встановлені у місцях підвищеного контролю, таких як вагові комплекси або контрольно-пропускні пункти, де застосовуються варіофокальні моделі, здатні змінювати фокусну відстань та забезпечувати масштабування зображення, що дозволяє отримувати детальну інформацію про об’єкти спостереження без фізичного переміщення пристрою. Для моніторингу великих територій та відкритих просторів використовуються оглядові камери з широким кутом огляду та підвищеною дальністю спостереження, які забезпечують стабільну роботу навіть в умовах змінного освітлення та складних погодних факторів (див. табл. 2.3, рис. 2.6).

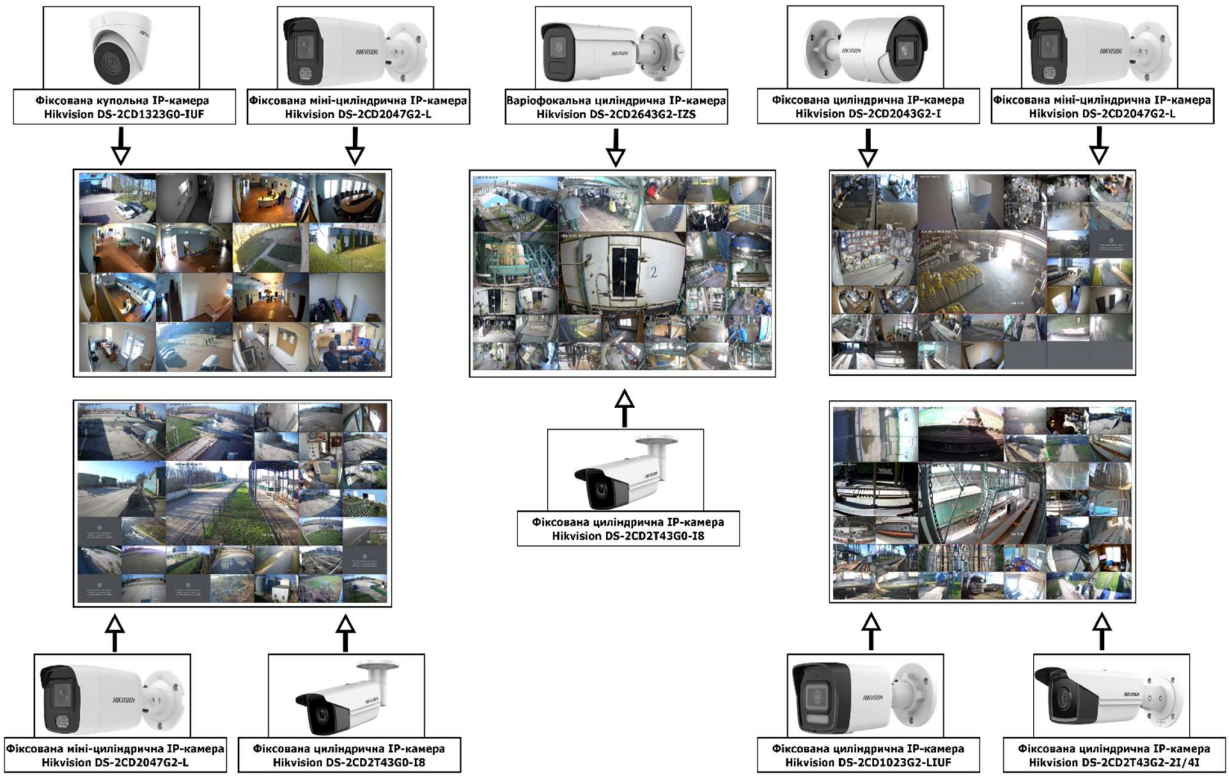


Рисунок 2.6 – Типи камер та їх розміщення на об’єкті

У приміщеннях із обмеженим простором, зокрема у коридорах, вузьких проходах та технічних зонах, доцільним є використання камер із вузьким кутом огляду та високою деталізацією зображення, що дозволяє ефективно контролювати переміщення об’єктів у межах обмеженої області. Різноманітність застосованих

моделей формує гнучку структуру системи, яка може адаптуватися до змінних умов експлуатації та вимог підприємства.

Характерною особливістю побудованої системи є відсутність жорсткої прив’язки конкретних моделей камер до визначених об’єктів спостереження, що обумовлено практичним підходом до експлуатації обладнання, коли у разі виходу з ладу окремого пристрою його заміна здійснюється на доступну модель зі складу без необхідності дотримання повної ідентичності характеристик. Такий підхід забезпечує високу швидкість відновлення працездатності системи та мінімізацію простоїв, що є критично важливим для підприємств із безперервним циклом роботи.

Водночас використання різнорідного обладнання призводить до певної неоднорідності інфраструктури, що ускладнює процес стандартизації налаштувань та технічного обслуговування, оскільки різні моделі камер можуть вимагати індивідуального підходу до конфігурації параметрів відеопотоку, таких як роздільна здатність, частота кадрів, рівень компресії та інші характеристики, які впливають на якість зображення та навантаження на мережу.

Підключення камер до мережі здійснюється з використанням технології Power over Ethernet, яка дозволяє передавати як дані, так і електроживлення через один кабель типу Cat.5e, що значно спрощує процес інсталяції та зменшує витрати на прокладання додаткових ліній живлення, при цьому використовуються різні типи витої пари, включаючи UTP та S/FTP, вибір яких залежить від умов експлуатації та рівня електромагнітних завад, що забезпечує стабільність передачі даних у різних середовищах [11].

Усі камери підключаються до комутаторів доступу, які виконують функцію первинної агрегації мережевого трафіку, після чого дані передаються через магістральну мережу до серверної інфраструктури, де розташований центральний комутатор, що об’єднує всі сегменти системи в єдину мережу, а використання оптичних каналів зв’язку між комутаторами дозволяє забезпечити високу пропускну здатність та мінімізувати затримки при передачі великих обсягів відеоданих.

Інтеграція системи відеоспостереження у загальну мережеву інфраструктуру підприємства дозволяє реалізувати централізоване управління та моніторинг, а також забезпечує можливість доступу до відеопотоків із різних робочих станцій, що підключені до мережі, при цьому важливим аспектом є узгодження параметрів роботи системи відеоспостереження з іншими мережевими сервісами підприємства з метою уникнення перевантаження каналів зв'язку та забезпечення стабільної роботи всіх компонентів.

Підключення камер через PoE та використання комутаторів доступу. Підключення камер у межах системи відеоспостереження підприємства реалізується із застосуванням технології Power over Ethernet, що дозволяє об'єднати передавання даних і електроживлення в одному фізичному середовищі, завдяки чому відпадає необхідність прокладання окремих кабелів для живлення та передачі відеосигналу. Така організація суттєво спрощує інсталяцію обладнання, зменшує витрати на монтажні роботи та підвищує загальну надійність інфраструктури, оскільки кількість фізичних з'єднань скорочується, що, у свою чергу, знижує ймовірність виникнення відмов на рівні кабельного господарства [11, 18].

У системі використовується кабель категорії Cat.5e, який забезпечує достатній рівень пропускної здатності для передавання відеопотоків від IP-камер у режимі реального часу, при цьому технічні характеристики такого кабелю дозволяють стабільно підтримувати необхідні параметри швидкості та якості сигналу навіть за умов значного навантаження, що характерно для систем із великою кількістю камер. Вибір саме цієї категорії обумовлений оптимальним співвідношенням вартості та експлуатаційних характеристик, оскільки використання кабелів вищих категорій не завжди є економічно доцільним у межах задач відеоспостереження.

Залежно від умов експлуатації застосовуються різні типи витої пари, серед яких найбільш поширеними є неекрановані кабелі UTP, що використовуються у стандартних умовах без значних електромагнітних завад, а також екрановані варіанти S/FTP, які забезпечують додатковий захист сигналу від зовнішніх впливів,

що особливо актуально для виробничих зон із великою кількістю електрообладнання, де наявність електромагнітних полів може негативно впливати на якість передавання даних, а застосування екранованих кабелів дозволяє мінімізувати рівень перешкод і забезпечити стабільність роботи системи навіть у складних умовах експлуатації.

Усі камери підключаються до комутаторів доступу, які виконують функцію первинної агрегації мережевого трафіку, а також забезпечують розподіл електроживлення відповідно до стандартів PoE, при цьому у системі використовуються комутатори серії Cisco Catalyst, що характеризуються високою надійністю, підтримкою сучасних мережевих технологій та можливістю гнучкого налаштування параметрів роботи. Функціональні можливості такого обладнання дозволяють здійснювати:

— сегментацію мережі;

— контролювати навантаження;

— оптимізувати передачу даних між окремими вузлами системи.

Організація підключення камер через комутатори доступу формує ієрархічну структуру мережі, у межах якої кожен сегмент функціонує відносно автономно, а зібраний трафік передається до магістральної мережі для подальшої обробки та запису, при цьому така структура дозволяє ефективно масштабувати систему, оскільки додавання нових камер не потребує значних змін у загальній архітектурі, а обмежується підключенням нового пристрою до найближчого комутатора, що значно спрощує процес розширення інфраструктури та знижує витрати на модернізацію (див. рис. 2.7) [17-18].



Рисунок 2.7 – Підключення камер до PoE комутатора
Cisco Catalyst 3560-X Series

Комутатори доступу можуть мати різну кількість портів, зазвичай це моделі на 24 або 48 портів, що дозволяє гнучко підходити до проєктування мережі залежно від кількості підключених камер та особливостей об’єкта, при цьому вибір між Fast Ethernet та Gigabit Ethernet залежить від рівня навантаження та вимог до пропускної здатності, оскільки для більшості стандартних камер достатньо швидкості 100 Мбіт/с, тоді як для систем із високою роздільною здатністю відео або значною кількістю потоків доцільним є використання гігабітних інтерфейсів, що забезпечують більший запас пропускної здатності.

Організація магістральної мережі з використанням оптичних ліній та SFP-модулів. Передача даних між окремими сегментами системи відеоспостереження здійснюється через магістральну мережу, яка об’єднує комутатори доступу, відеореєстратори та центральний вузол у серверній інфраструктурі, а з урахуванням значної кількості камер і постійного потоку відеоданих виникає потреба у використанні середовища передавання, здатного забезпечити високу пропускну здатність, стабільність та мінімальні затримки, у зв’язку з чим

доцільним є застосування оптичних ліній зв’язку, які значно перевищують можливості мідних кабелів за показниками дальності передачі та стійкості до зовнішніх впливів, а також дозволяють передавати великі обсяги інформації без втрати якості сигналу навіть при значних відстанях між окремими об’єктами підприємства.

Використання оптоволоконних каналів обумовлене тим, що стандартна вита пара має обмеження за довжиною сегмента, яке зазвичай становить близько 100 метрів, після чого виникає необхідність у встановленні додаткового активного обладнання для підсилення сигналу, тоді як оптичні лінії дозволяють організовувати передачу даних на значно більші відстані без втрати продуктивності, що є особливо актуальним для підприємств із розгалуженою територією, де об’єкти відеоспостереження можуть розташовуватися у різних будівлях, на різних поверхах або на значній відстані один від одного, а здатність оптичного середовища забезпечувати стабільну передачу даних незалежно від електромагнітних завад додатково підвищує надійність функціонування всієї системи [19].

Підключення комутаторів доступу до магістральної мережі здійснюється із застосуванням SFP-модулів, які забезпечують гнучкість конфігурації та дозволяють адаптувати мережеву інфраструктуру до конкретних умов експлуатації, а їх використання спрощує модернізацію системи, оскільки у разі необхідності зміни параметрів з’єднання або переходу на інший тип оптичного кабелю достатньо замінити відповідний модуль без втручання у загальну структуру мережі, що дозволяє зменшити витрати на обслуговування та підвищити адаптивність системи до змінних умов (див. рис. 2.8).

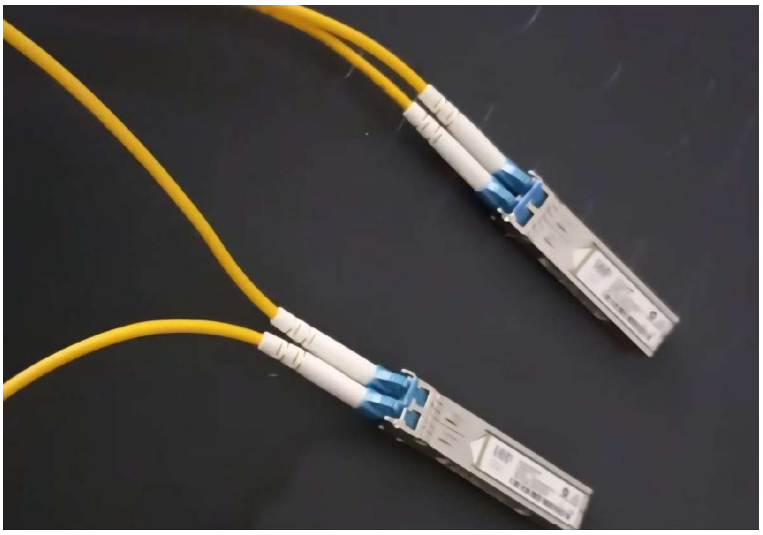


Рисунок 2.8 – Використання SFP-модулів у мережі

Оптична магістраль у межах підприємства виконує функцію об’єднання всіх сегментів системи відеоспостереження в єдину мережу, що забезпечує централізовану передачу відеопотоків до серверної інфраструктури, де відбувається їх подальша обробка та зберігання, а така організація дозволяє рівномірно розподіляти мережеве навантаження між окремими ділянками та уникати перевантаження окремих каналів зв’язку, що є критично важливим для систем із великою кількістю камер та високою інтенсивністю відеотрафіку.

Інтеграція системи у серверну інфраструктуру через центральний комутатор. Інтеграція системи відеоспостереження у серверну інфраструктуру здійснюється через центральний комутатор рівня ядра, який виступає основним вузлом обробки та маршрутизації мережевого трафіку, а у даній реалізації використовується високопродуктивний комутатор класу Nexus, який забезпечує необхідний рівень продуктивності, масштабованості та надійності, що дозволяє ефективно обробляти значні обсяги даних, що надходять від великої кількості камер, а також здійснювати балансування навантаження та контроль доступу до ресурсів мережі (див. рис. 2.9) [20].

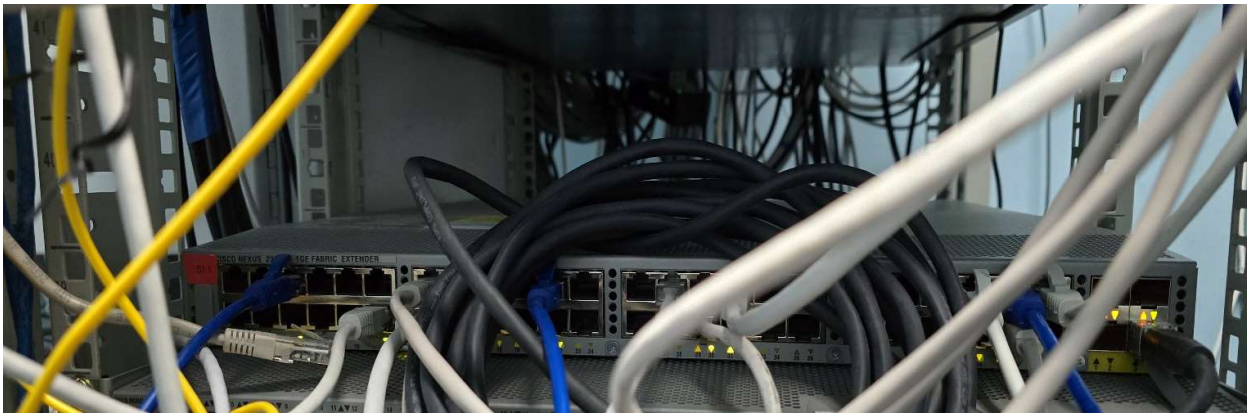


Рисунок 2.9 – Інтеграція системи через комутатор рівня ядра Cisco Nexus 5548P

До центрального комутатора підключаються як магістральні лінії від комутаторів доступу, так і відеореєстратори, що дозволяє об’єднати всі компоненти системи у єдину інфраструктуру, у межах якої кожен відеореєстратор функціонує як окремий вузол, відповідальний за обробку та зберігання відеоданих певного сегмента, а підключення через окремі канали забезпечує незалежність їх роботи та зменшує ризик впливу збоїв одного пристрою на функціонування інших, що підвищує загальну надійність системи.

Доступ до системи організовується через спеціалізоване програмне забезпечення, яке взаємодіє з відеореєстраторами через локальну мережу та дозволяє здійснювати моніторинг у реальному часі, перегляд архівних записів і керування параметрами системи з робочих місць операторів, а використання централізованого підходу до управління спрощує адміністрування та підвищує ефективність експлуатації всієї інфраструктури.

Додатковим елементом серверної інфраструктури є мережеве сховище (NAS), яке використовується для резервного копіювання відеоданих або зберігання інформації з найбільш критичних камер, що дозволяє підвищити рівень відмовостійкості системи, оскільки у разі виходу з ладу окремого відеореєстратора частина даних залишається доступною на альтернативному носії, а можливість використання такого сховища для інших потреб підприємства, зокрема обміну

документами між співробітниками, додатково підвищує ефективність використання ресурсів.

Загальна організація магістральної мережі та інтеграція системи відеоспостереження у серверну інфраструктуру формують централізовану, керовану та масштабовану систему, яка здатна забезпечити стабільну передачу та обробку відеоданих навіть за умов значного навантаження, а поєднання оптичних каналів зв’язку, сучасного мережевого обладнання та гнучкої архітектури дозволяє підтримувати безперервну роботу системи та створює передумови для її подальшого розвитку і модернізації відповідно до зростаючих вимог підприємства.

2.3 Алгоритми функціонування системи відеоспостереження

Важливим аспектом у функціонуванні систем відеоспостереження є розуміння їхньої алгоритмічної роботи, що дозволяє оцінити, яким чином відбуваються основні процеси всередині системи та наскільки стабільно вона може працювати в умовах реального навантаження, при цьому загальна логіка функціонування охоплює послідовність дій, починаючи з отримання відеопотоку з камер у мережевому середовищі, далі включає етапи обробки, передачі та запису відеоданих на відеореєстратори, а також передбачає взаємодію клієнтського програмного забезпечення IVMS-4200 із усією інфраструктурою, що в сукупності формує єдиний безперервний процес роботи системи.

Алгоритм отримання відеопотоку з IP-камер у мережевому середовищі. Алгоритм отримання відеопотоку у мережевій системі відеоспостереження починається з процесу формування зображення безпосередньо на рівні IP-камер, де кожен пристрій виконує повний цикл первинної обробки відеосигналу, що включає:

1. Захоплення зображення оптичним сенсором.

2. Подальше його оцифрування, обробку та стиснення з використанням сучасних алгоритмів компресії.

3. Сформулювання структурованого мережевого відеопотоку.

Сформований відеопотік передається через мережевий інтерфейс камери із використанням протоколів передачі даних у реальному часі, що забезпечують безперервність трансляції та мінімальні затримки, при цьому кожна камера отримує унікальну IP-адресу, яка використовується для її ідентифікації у мережі та організації адресного доступу з боку інших компонентів системи. Режим передачі може бути як постійним із безперервною трансляцією відео, так і подієвим, коли передача активується лише за наявності певних умов, наприклад при виявленні руху або інших змін у кадрі, що дозволяє оптимізувати використання мережевих ресурсів і зменшити навантаження на канали зв'язку [21].

Після виходу з камери відеодані надходять до комутаторів доступу, де відбувається їх первинна обробка на рівні мережі, включаючи агрегацію трафіку та його подальшу маршрутизацію у напрямку магістральної інфраструктури, при великій кількості камер, яка може досягати сотень пристроїв, важливим стає рівномірний розподіл навантаження між різними сегментами мережі, що дозволяє уникнути перевантаження окремих каналів та забезпечити стабільну передачу відеоданих без втрат і затримок, у цьому контексті застосовується ієрархічна структура мережі, де кожен рівень виконує власну функцію, починаючи від локального збору трафіку і завершуючи його централізованою передачею.

На завершальному етапі відеопотік надходить до відеореєстраторів, які здійснюють його приймання шляхом встановлення мережевого з'єднання з камерами за їх IP-адресами, при цьому відеореєстратор ініціює запит на отримання потоку та підтримує постійний канал зв'язку, що дозволяє забезпечити безперервний запис і можливість одночасного перегляду відео у режимі реального часу, у разі виникнення перебоїв у мережі або тимчасової втрати зв'язку система автоматично виконує повторні спроби підключення, що підвищує загальну надійність функціонування та мінімізує ризик втрати відеоданих, така послідовність дій формує завершений алгоритм отримання відеопотоку, який

забезпечує стабільну та ефективну роботу системи відеоспостереження у мережевому середовищі (див. рис. 2.10) [21].

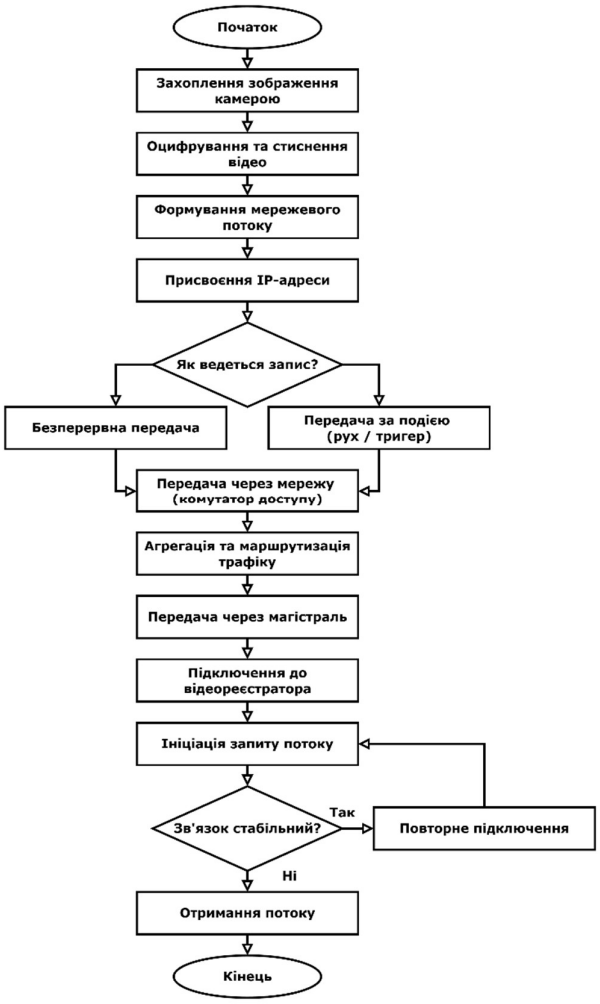


Рисунок 2.10 – Алгоритм отримання відеопотоку

Алгоритм обробки, передачі та запису відеоданих на відеореєстратори. Після отримання відеопотоку від IP-камер відеореєстратор переходить до етапу його обробки, у межах якого виконується комплекс дій, спрямованих на підготовку даних до подальшого зберігання та відображення, при цьому здійснюється декодування отриманого потоку, а за необхідності, і транскодування з урахуванням параметрів системи, що дозволяє адаптувати відео до заданих умов запису, одночасно відбувається перевірка цілісності даних, яка дає змогу виявити можливі помилки передачі або втрати пакетів, після чого відеопотоки розподіляються між

логічними каналами, кожен з яких відповідає окремій камері, що забезпечує впорядковану структуру зберігання та спрощує подальший доступ до архіву.

У процесі обробки також здійснюється керування параметрами відеозапису, включаючи:

— роздільну здатність;

— частоту кадрів;

— бітрейт.

Налаштування цих параметрів дозволяє досягти балансу між якістю відео та обсягом дискового простору, який використовується для зберігання, зниження бітрейту або частоти кадрів може суттєво зменшити навантаження на систему зберігання, однак впливає на деталізацію зображення, тому конфігурація підбирається з урахуванням специфіки об’єкта спостереження. Додатково можуть застосовуватися різні режими запису, серед яких:

— безперервний запис;

— запис за попередньо визначеним розкладом;

— запис за подіями.

Все це дозволяє оптимізувати використання ресурсів і уникнути надлишкового накопичення даних.

Передача даних у межах відеореєстратора відбувається через внутрішні канали обробки, після чого підготовлені відеопотоки записуються на жорсткі диски, встановлені у пристрої. Організація процесу запису передбачає безперервну роботу навіть за умов значного навантаження, що досягається за рахунок використання спеціалізованих накопичувачів, оптимізованих для роботи у режимі постійного запису, такі накопичувачі здатні витримувати тривале навантаження у режимі 24/7, що забезпечує стабільність функціонування системи та мінімізує ризик втрати даних.

Важливою складовою алгоритму є управління архівом відеоданих, у межах якого реалізовано механізм автоматичного перезапису найстаріших записів у разі заповнення доступного сховища, що дозволяє підтримувати актуальність інформації без необхідності ручного втручання та забезпечує безперервність

роботи системи, при цьому зберігається лише найбільш релевантна інформація за визначений період часу, що відповідає політиці зберігання даних підприємства [21].

Додатково передбачена можливість резервного копіювання відеоданих на зовнішні носії або мережеве сховище, розташоване у серверній інфраструктурі, де частина даних, особливо з камер, що контролюють критично важливі об’єкти, може дублюватися для підвищення надійності зберігання, такий підхід дозволяє зменшити ризик втрати інформації у разі відмови окремого відеореєстратора або пошкодження локального накопичувача, при цьому повне дублювання всіх потоків зазвичай не застосовується через значні вимоги до ресурсів, натомість вибіркове резервування найбільш важливих каналів забезпечує оптимальне співвідношення між надійністю та витратами (див. рис. 2.11).

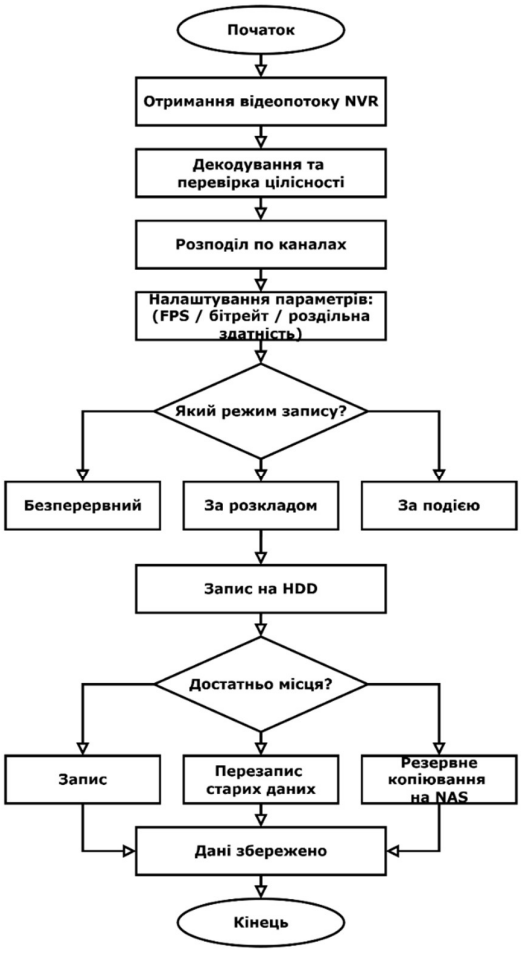


Рисунок 2.11 – Алгоритм обробки та запису відеоданих

У результаті послідовного виконання зазначених етапів формується цілісний алгоритм обробки, передачі та запису відеоданих, який забезпечує стабільне функціонування системи відеоспостереження, ефективне використання апаратних ресурсів та можливість збереження відеоінформації у необхідному обсязі протягом визначеного часу.

Алгоритм взаємодії клієнтського програмного забезпечення IVMS-4200 з системою. Алгоритм взаємодії клієнтського програмного забезпечення IVMS-4200 із системою відеоспостереження формується як послідовність мережевих та програмних операцій, що забезпечують:

— доступ до відеоданих;

— відображення;

— аналіз;

— керування параметрами всієї інфраструктури.

Початковим етапом виступає встановлення з’єднання із відеореєстраторами через локальну мережу підприємства з використанням відповідних мережевих налаштувань, включаючи IP-адреси, порти доступу та облікові дані користувачів, після чого програмне середовище отримує інформацію про доступні пристрої, їхній стан та перелік підключених каналів, що дозволяє сформувати повну картину системи у межах одного інтерфейсу [22].

Подальша взаємодія передбачає ініціювання запитів на отримання відеопотоків із конкретних каналів, де програмне забезпечення звертається до відеореєстраторів, які у свою чергу виступають джерелами потокових даних, і після встановлення такого з’єднання відбувається передача закодованого відео з використанням мережевих протоколів, що забезпечують стабільність та безперервність трансляції, а отриманий потік декодується на стороні клієнта та відображається у вигляді відеозображення в режимі реального часу, при цьому підтримується можливість одночасного перегляду декількох каналів, що дозволяє організувати багатовіконний моніторинг та здійснювати контроль за різними зонами підприємства без необхідності перемикання між джерелами.

У процесі роботи програмне забезпечення постійно підтримує активне з’єднання з відеореєстраторами, що дозволяє оперативно оновлювати інформацію про стан каналів, наявність сигналу, а також реагувати на зміни у роботі системи, включаючи втрату зв’язку або появу нових пристроїв, і така взаємодія супроводжується обміном службовими даними, які забезпечують синхронізацію між клієнтом та серверною частиною системи, водночас забезпечується обробка команд користувача, що надходять через інтерфейс програми.

Окремий напрям взаємодії пов’язаний із доступом до архівних відеоданих, де користувач формує запит за певними параметрами, такими як час, дата або подія, після чого програмне забезпечення передає цей запит до відповідного відеореєстратора, який здійснює пошук у локальному сховищі та передає знайдені фрагменти назад клієнту, де відбувається їх декодування та відтворення, що дозволяє здійснювати аналіз подій, перевірку інцидентів та отримання необхідної інформації без безпосереднього доступу до фізичних носіїв.

Паралельно реалізується можливість керування параметрами системи, яка включає:

— зміну налаштувань камер;
— регулювання параметрів запису;
— управління правами доступу;
— конфігурацію мережевих параметрів.

Всі ці дії виконуються через єдиний інтерфейс програмного забезпечення IVMS-4200 та передаються у вигляді команд до відеореєстраторів, які застосовують відповідні зміни на рівні підключених пристроїв, що дозволяє централізовано адмініструвати систему без необхідності фізичного доступу до кожного її елемента [22].

Взаємодія між клієнтським програмним забезпеченням та відеореєстраторами здійснюється із застосуванням стандартних мережевих протоколів, серед яких використовуються TCP/IP для базового обміну даними, RTSP або подібні механізми для передачі відеопотоків у реальному часі, а також ONVIF для забезпечення сумісності між різними пристроями, що дозволяє

інтегрувати обладнання у єдину систему незалежно від його конкретної моделі, при цьому застосування таких протоколів забезпечує не лише стабільність передачі, але й необхідний рівень безпеки даних (див. рис. 2.12).



Рисунок 2.12 – Алгоритм взаємодії IVMS-4200 з системою

У загальному вигляді алгоритм взаємодії формує безперервний цикл обміну даними між користувачем, програмним забезпеченням IVMS-4200 та апаратною

частиною системи, де кожна дія користувача трансформується у мережевий запит, обробляється відеореєстраторами та повертається у вигляді результату, що відображається на екрані, і така організація забезпечує можливість ефективного моніторингу, швидкого доступу до архіву та гнучкого керування всією системою відеоспостереження у межах підприємства, зберігаючи при цьому стабільність роботи навіть при значному навантаженні та великій кількості підключених камер.

Організація доступу до системи з урахуванням рівнів прав. Організація доступу до системи відеоспостереження формується як сукупність механізмів автентифікації, авторизації та контролю дій користувачів, що дозволяє забезпечити захист відеоданих і стабільність функціонування всієї інфраструктури, при цьому розмежування прав реалізується шляхом створення облікових записів із різними рівнями доступу, які визначають можливості взаємодії із системою та перелік доступних функцій, що дозволяє уникнути ситуацій, коли користувач отримує надлишкові повноваження і може впливати на критичні параметри роботи.

У межах системи передбачено використання двох основних рівнів доступу:

— admin;

— operator.

Вони розподіляють функції між різними категоріями користувачів та забезпечують логічне відокремлення адміністративних і операційних задач, де адміністративний рівень передбачає повний контроль над усіма компонентами системи, включаючи:

— налаштування відеореєстраторів;

— зміну конфігурації мережевих параметрів;

— управління підключеними камерами;

— створення або редагування облікових записів;

— доступ до повного відеоархіву (незалежно від джерела та часу запису).

Все це дозволяє виконувати технічне обслуговування, діагностику та модернізацію системи без обмежень [24].

Користувачі з операторським рівнем доступу мають обмежені можливості, які орієнтовані на виконання повсякденних задач моніторингу, включаючи:

— перегляд відеопотоків у режимі реального часу;

— роботу з архівними записами у межах дозволених каналів;

— базову взаємодію із програмним забезпеченням без права на зміни.

Все це знижує ймовірність помилок під час експлуатації та виключає можливість несанкціонованого втручання у роботу системи, при цьому обмеження функціоналу для таких користувачів не впливає на ефективність виконання їхніх обов’язків, оскільки всі необхідні інструменти для спостереження залишаються доступними.

Процес доступу до системи супроводжується процедурою автентифікації, яка базується на використанні унікальних облікових записів і паролів, що забезпечує ідентифікацію кожного користувача та дозволяє встановити його роль у системі, після чого застосовується механізм авторизації, який визначає перелік дозволених дій відповідно до встановленого рівня прав, і така послідовність операцій дозволяє гарантувати, що доступ до функціоналу отримують лише ті користувачі, які мають відповідні повноваження.

У процесі експлуатації всі дії користувачів можуть фіксуватися у журналах подій, де зберігається інформація про входи в систему, спроби доступу, перегляд відеоархіву та зміну налаштувань, що створює можливість проведення аудиту та аналізу використання ресурсів, а також дозволяє оперативно виявляти підозрілі або несанкціоновані дії, і наявність такого механізму підвищує рівень контролю за системою та сприяє забезпеченню інформаційної безпеки (див. рис. 2.13).

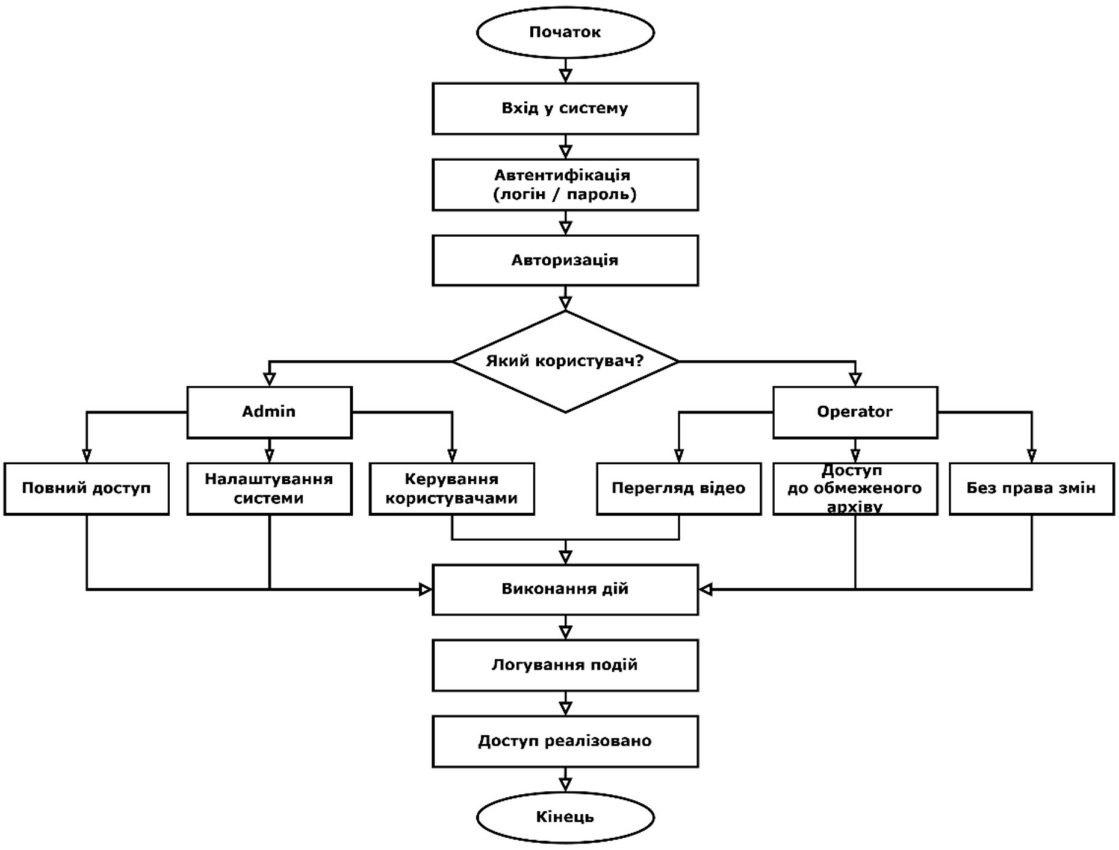


Рисунок 2.13 – Схема розмежування доступу користувачів

Організація доступу із чітким розмежуванням прав дозволяє мінімізувати ризики втрати або пошкодження даних, обмежити вплив людського фактору та забезпечити стабільність роботи всієї системи відеоспостереження навіть за умов великої кількості користувачів, а також створює умови для безпечної експлуатації інфраструктури, де кожен користувач виконує лише ті функції, які відповідають його ролі, що у підсумку забезпечує надійність, контрольованість та захищеність доступу до відеоданих і мережевих ресурсів підприємства.

2.4 Реалізація та налаштування системи відеоспостереження

Важливою складовою реалізації системи відеоспостереження на рівні підприємства з великою кількістю камер виступає правильна послідовність налаштування та організації всіх її компонентів, що охоплює як апаратну, так і програмну частину, при цьому початковий етап передбачає конфігурацію відеореєстраторів і їх інтеграцію у локальну мережу, де кожен пристрій отримує власні мережеві параметри, включаючи IP-адресу, маску підмережі та шлюз, що дозволяє забезпечити їх доступність у межах інфраструктури та подальшу взаємодію з іншими елементами системи, після чого формується базове середовище для приймання, обробки та зберігання відеоданих.

Конфігурація відеореєстраторів та підключення до локальної мережі. Реалізація системи відеоспостереження підприємства значного масштабу передбачає першочергове виконання конфігурації мережевих відеореєстраторів, які формують центральний рівень обробки та зберігання відеоданих і визначають стабільність подальшої роботи всієї інфраструктури. У даній системі застосовуються моделі DS-7632NI-K2, DS-7616NI-K2 та DS-7732NI-K4, що відрізняються кількістю підтримуваних каналів, обсягами дискового простору та рівнем продуктивності, а їх використання у різних сегментах дозволяє розподілити навантаження відповідно до кількості підключених камер і інтенсивності відеопотоків.

Початковий етап налаштування передбачає призначення кожному відеореєстратору статичної IP-адреси у межах локальної мережі підприємства, що забезпечує передбачуваність адресації, стабільність доступу та коректну маршрутизацію мережевого трафіку, після чого виконується базова конфігурація системних параметрів, яка включає:

— встановлення часових зон;

— синхронізацію часу через NTP-сервер;

— налаштування мережевих інтерфейсів, шлюзів;

— налаштування параметрів доступу до мережі;

— узгодженість часу між усіма пристроями.

Все це дозволяє забезпечити коректність відеоархіву та спрощує подальший аналіз записів (див. рис. 2.14) [24].

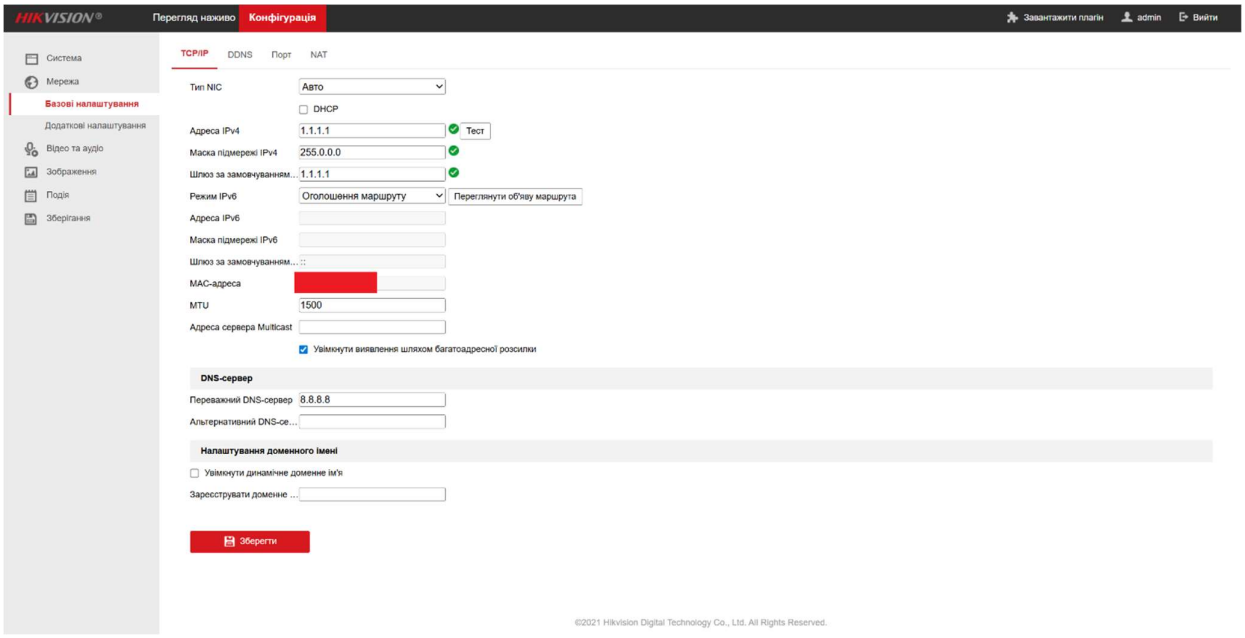


Рисунок 2.14 – Конфігурація NVR у мережі

Окрему увагу приділяється сегментації мережі, де відеореєстратори можуть бути винесені в окремий VLAN, що дозволяє зменшити навантаження на основну корпоративну мережу та підвищити рівень інформаційної безпеки шляхом ізоляції відеотрафіку від інших типів даних, а підключення до центрального комутатора здійснюється через виділені канали, що забезпечує стабільну пропускну здатність та знижує ризик перевантаження мережевих сегментів навіть при значному обсязі відеопотоків.

Додатково виконується налаштування параметрів доступу до пристроїв, яке включає створення облікових записів, визначення рівнів прав та застосування політик безпеки, що дозволяє обмежити доступ до критичних функцій та забезпечити контроль за діями користувачів, а також зменшити ризик

несанкціонованого втручання у роботу системи, і така організація доступу створює умови для безпечної експлуатації всієї інфраструктури.

Налаштування камер, параметрів відеопотоку та запису. Після виконання конфігурації відеореєстраторів наступним етапом реалізації системи відеоспостереження стає підключення та налаштування IP-камер, які виступають безпосередніми джерелами відеоданих і формують інформаційне наповнення всієї системи, при цьому використання камер різних моделей зумовлене специфікою об’єктів спостереження та вимогами до якості зображення, що дозволяє забезпечити оптимальне покриття території підприємства з урахуванням особливостей кожної зони, де для офісних приміщень застосовуються моделі з базовими характеристиками, для виробничих зон використовуються більш захищені пристрої, а для контрольних точок і вагових комплексів встановлюються варіофокальні камери, які дозволяють змінювати кут огляду та масштабування залежно від потреб, у той час як для відкритих територій і периметрів застосовуються оглядові камери з розширеним радіусом дії.

Загальна кількість камер у системі становить близько 160 одиниць з урахуванням резервного обладнання, що створює значне навантаження на мережеву інфраструктуру та потребує ретельного налаштування параметрів передачі даних, і у процесі конфігурації кожній камері призначаються мережеві параметри, включаючи IP-адресу, що забезпечує її ідентифікацію у мережі, а також виконується синхронізація з відеореєстраторами та перевірка доступності, що дозволяє переконатися у коректності передачі відеопотоку.

Налаштування відеопотоку передбачає визначення ключових параметрів, таких як:

— роздільна здатність;

— частота кадрів;

— бітрейт.

Вибір цих характеристик здійснюється з урахуванням пропускної здатності мережі та вимог до якості зображення, що дозволяє досягти оптимального балансу між деталізацією відео та обсягом переданих даних, а для зменшення навантаження на

мережу застосовуються сучасні методи стиснення, зокрема H.264 та H.265, які забезпечують ефективну передачу великих обсягів інформації без суттєвої втрати якості.

Додатково передбачається можливість використання декількох відеопотоків від однієї камери, що дозволяє одночасно отримувати зображення різної якості для різних задач, наприклад для архівування та для перегляду у реальному часі, і така організація підвищує гнучкість системи та ефективність використання ресурсів.

Налаштування запису відеоданих включає визначення режимів роботи, серед яких можуть застосовуватися:

— безперервний запис;

— запис за розкладом;

— активація за подіями.

Також обов’язково включає конфігурацію збереження даних на жорстких дисках відеореєстраторів або мережевому сховищі, при цьому додатково встановлюються параметри архівації та автоматичного перезапису, що дозволяє ефективно використовувати доступний обсяг пам’яті та забезпечувати збереження актуальних даних без необхідності ручного втручання (див. рис. 2.15).

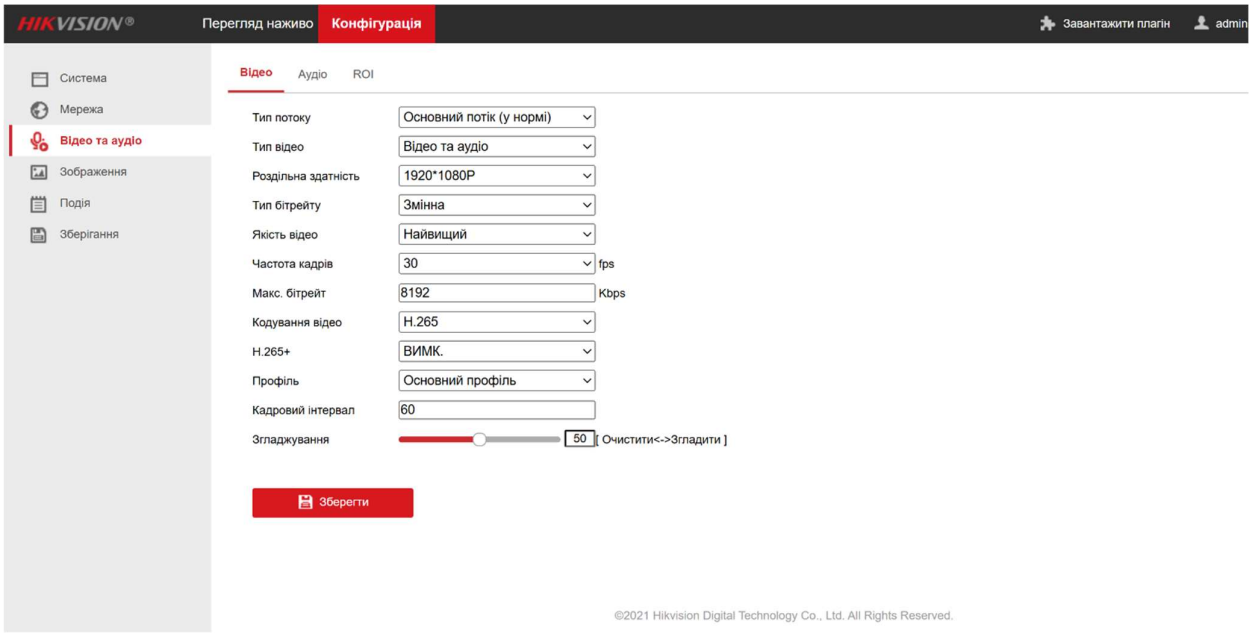


Рисунок 2.15 – Налаштування параметрів відеопотоку

Коректне налаштування камер, параметрів відеопотоку та запису дозволяє забезпечити стабільну роботу системи, зменшити навантаження на мережеву інфраструктуру та оптимізувати використання дискового простору, одночасно підтримуючи необхідний рівень якості відеозображення та тривалості зберігання архіву, що створює умови для ефективного функціонування системи відеоспостереження у межах підприємства та її подальшого масштабування.

Організація централізованого моніторингу через IVMS-4200. Організація централізованого моніторингу через IVMS-4200 розглядається як завершальний етап побудови системи відеоспостереження, у межах якого формується єдиний інтерфейс для контролю, управління та аналізу відеоданих, що надходять від усіх підключених пристроїв, при цьому використовується клієнтське програмне забезпечення IVMS-4200, яке забезпечує можливість централізованого доступу до відеореєстраторів та камер через локальну мережу підприємства і дозволяє об’єднати всі сегменти системи в єдину інформаційну структуру з можливістю гнучкого керування [25].

Підключення відеореєстраторів до програмного забезпечення здійснюється шляхом введення їх мережевих параметрів та облікових даних, після чого формується перелік доступних каналів із відображенням їх поточного стану, що дозволяє оперативно контролювати працездатність системи та виявляти можливі несправності, при цьому інтерфейс програмного середовища надає можливість перегляду відеопотоків у режимі реального часу з одночасним відображенням декількох камер, що забезпечує комплексний моніторинг як окремих ділянок, так і всієї інфраструктури в цілому [25].

Окрім функції онлайн-перегляду реалізовано доступ до архіву відеозаписів, де здійснюється пошук необхідних фрагментів за часовими параметрами або подіями з подальшим відтворенням відповідних записів, що дозволяє проводити аналіз ситуацій, контролювати виробничі процеси та фіксувати критичні події, при цьому додатково передбачено можливість налаштування параметрів камер і відеореєстраторів безпосередньо через програмне забезпечення, що спрощує

адміністрування системи та зменшує необхідність фізичного доступу до обладнання.

Функціональність системи також передбачає створення індивідуальних робочих областей, у межах яких можна формувати групи камер відповідно до їхнього розташування або функціонального призначення, а також налаштовувати сценарії відображення відео, що дозволяє адаптувати інтерфейс під конкретні задачі операторів і підвищити ефективність їхньої роботи за рахунок швидкого доступу до необхідної інформації, при цьому гнучкість налаштувань дозволяє змінювати структуру відображення без впливу на загальну архітектуру системи (див. рис. 2.16).

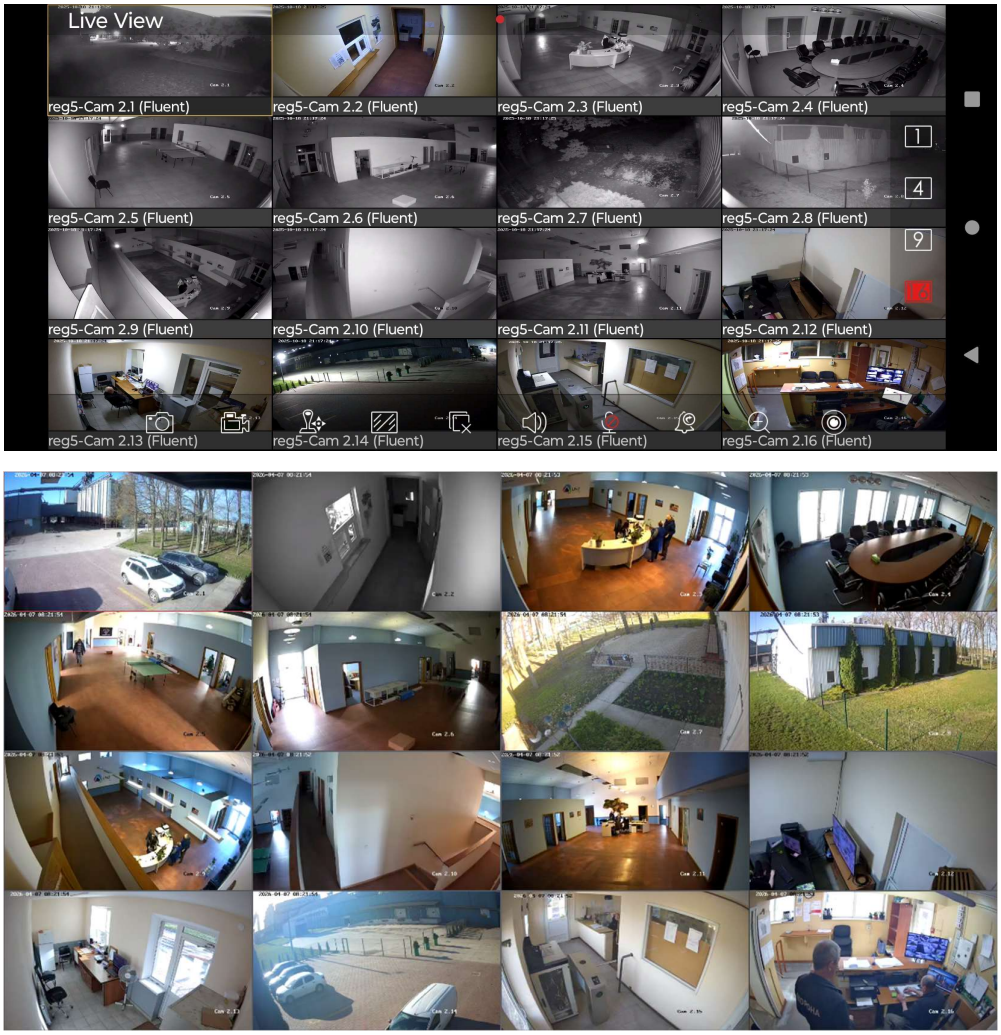


Рисунок 2.16 – Клієнтське програмне забезпечення IVMS-4200 (для ПК та мобільних пристроїв)

Важливим аспектом організації централізованого моніторингу є розмежування прав доступу, яке забезпечує контроль над діями користувачів та запобігає несанкціонованому втручанню в роботу системи, при цьому реалізовано декілька рівнів доступу, серед яких виділяється адміністративний рівень із повними правами керування та операторський рівень із обмеженим функціоналом, орієнтованим переважно на моніторинг та перегляд архівів, що дозволяє чітко розподілити обов'язки між різними категоріями персоналу та знизити ризик помилкових або небажаних змін конфігурації.

Тестування стабільності роботи системи та перевірка відмовостійкості. Тестування стабільності роботи системи та перевірка відмовостійкості розглядається як завершальний етап впровадження системи відеоспостереження, у межах якого здійснюється комплексна оцінка працездатності всієї інфраструктури, її стабільності та відповідності заданим технічним вимогам з урахуванням значної кількості камер і складної мережевої архітектури, характерної для підприємства великого масштабу, що має розгалужену структуру та різноманітні умови експлуатації [26].

Після завершення етапів налаштування обладнання та інтеграції всіх компонентів у єдину систему виконується перевірка доступності кожної камери, коректності передачі відеопотоків через мережу та правильності функціонування запису на відеореєстраторах, при цьому особлива увага приділяється якості зображення, відсутності затримок під час трансляції та виключенню втрат кадрів, що можуть виникати внаслідок перевантаження мережі або некоректної конфігурації параметрів відеопотоку.

Оцінка відмовостійкості системи здійснюється шляхом моделювання різних сценаріїв відмов, що передбачають штучне відключення окремих камер, комутаторів або мережевих з'єднань, у результаті чого аналізується поведінка системи в умовах часткової втрати компонентів, при цьому використання топології типу «зірка» забезпечує збереження працездатності інших сегментів навіть у разі виходу з ладу одного з вузлів, що підтверджує ефективність обраної архітектури та її здатність локалізувати несправності без критичного впливу на загальну роботу.

Додатково проводиться перевірка функціонування системи під умовами пікового навантаження, коли всі камери одночасно передають відеопотоки максимальної якості, що дозволяє оцінити пропускну здатність мережі, стабільність роботи відеореєстраторів та рівномірність розподілу трафіку між сегментами, а також виявити потенційні вузькі місця, які можуть впливати на продуктивність у реальних умовах експлуатації.

Окремим етапом виконується тестування з точки зору користувацького доступу, що включає перевірку швидкості відкриття відеопотоків у режимі реального часу, ефективність пошуку та відтворення архівних записів, а також стабільність роботи клієнтського програмного забезпечення під час тривалого використання, що дозволяє оцінити зручність експлуатації та відповідність інтерфейсу вимогам операторів.

За результатами проведеного тестування можуть вноситися коригування до конфігурації системи, які спрямовані на оптимізацію параметрів відеопотоку, балансування навантаження або вдосконалення мережевої структури, що дозволяє адаптувати систему до реальних умов експлуатації та забезпечити її стабільну роботу протягом тривалого часу без критичних збоїв і втрати функціональності [26].

3. МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

3.1 Методи підвищення ефективності роботи систем відеоспостереження

Методи підвищення ефективності роботи системи відеоспостереження розглядаються у контексті подальшої експлуатації вже побудованої інфраструктури, коли після завершення етапів проєктування, впровадження та тестування стає очевидним, що навіть за умови коректної початкової конфігурації система з великою кількістю камер і складною архітектурою може періодично демонструвати зниження продуктивності або нестабільність у роботі, що пов’язано з масштабом підприємства, значним навантаженням на мережу та необхідністю одночасної обробки великої кількості відеопотоків [27].

У процесі експлуатації такої системи виникають ситуації, коли окремі компоненти, зокрема камери, відеореєстратори або мережеві сегменти, працюють не з максимальною ефективністю, що може проявлятися у вигляді затримок передачі даних, зниження якості відео або перевантаження каналів зв’язку, при цьому подібні явища не завжди можна повністю усунути на етапі впровадження, оскільки вони часто залежать від реальних умов використання, які формуються вже безпосередньо під час роботи системи.

З урахуванням цього виникає необхідність застосування різноманітних методів оптимізації, спрямованих на підвищення стабільності, продуктивності та загальної ефективності функціонування системи відеоспостереження, при цьому частина таких методів може бути реалізована ще на етапі проєктування, наприклад шляхом правильного вибору обладнання, розподілу навантаження між відеореєстраторами або сегментації мережі, тоді як інша частина впроваджується поступово в процесі експлуатації на основі аналізу реальних показників роботи.

У подальшій роботі системи важливим є постійний моніторинг її стану, що дозволяє виявляти проблемні ділянки та своєчасно реагувати на зміни в навантаженні або умовах функціонування, при цьому оптимізаційні заходи можуть включати:

1. Коригування параметрів відеопотоку.
2. Перерозподіл камер між відеореєстраторами.
3. Модернізацію мережевої інфраструктури.
4. Впровадження додаткових механізмів резервування.

Все це в комплексі дозволяє зменшити вплив негативних факторів на роботу системи [27].

Оптимізація передачі відеопотоків у мережі з урахуванням навантаження. Оптимізація передачі відеопотоків у мережі з урахуванням навантаження розглядається як один із найбільш критичних аспектів забезпечення стабільної роботи системи відеоспостереження, оскільки ефективність функціонування всієї інфраструктури значною мірою залежить від того, наскільки правильно організовано передачу даних між камерами, мережевими пристроями та відеореєстраторами, при цьому на підприємстві з великою кількістю IP-камер, загальна кількість яких може досягати приблизно 160 одиниць, навіть за умов одночасної роботи лише частини з них мережеве навантаження залишається суттєвим і здатне впливати на якість передачі відео.

За наявності значної кількості активних камер, наприклад близько 80, формується інтенсивний потік даних, що передається через мережеву інфраструктуру, у результаті чого виникає ризик перевантаження каналів зв’язку, появи затримок, втрат пакетів або зниження якості відеозображення, тому одним із основних завдань у цьому випадку стає забезпечення рівномірного розподілу трафіку між сегментами мережі та підтримання стабільності передачі відеопотоків без втрати їх характеристик [27].

Одним із ефективних підходів до оптимізації є сегментація мережі із застосуванням VLAN, що дозволяє логічно відокремити трафік системи відеоспостереження від інших типів даних, які циркулюють у межах підприємства,

зокрема службового або користувацького мережевого трафіку, завдяки чому зменшується взаємний вплив різних інформаційних потоків та підвищується загальна стабільність роботи всієї інфраструктури, особливо в умовах одночасного використання мережі для різних задач.

Додатковим інструментом оптимізації виступає застосування механізмів пріоритезації трафіку, таких як QoS, що дозволяє визначати відеопотоки як пріоритетні та забезпечувати їхню гарантовану доставку навіть у періоди пікових навантажень, коли мережа використовується максимально інтенсивно, при цьому використання керованих комутаторів відкриває можливості для гнучкого налаштування параметрів мережі, включаючи контроль пропускної здатності та розподіл ресурсів між різними типами трафіку [27].

Важливим фактором також є оптимальний розподіл камер між відеореєстраторами, що дозволяє уникнути перевантаження окремих пристроїв та забезпечити більш рівномірну обробку відеоданих, оскільки відеореєстратори виступають проміжною ланкою між камерами та мережею і безпосередньо впливають на стабільність передачі інформації, при цьому поєднання такого підходу з використанням оптичних каналів зв’язку в магістральній мережі забезпечує високу пропускну здатність і мінімальні затримки під час передачі великих обсягів даних (див. рис. 3.1).

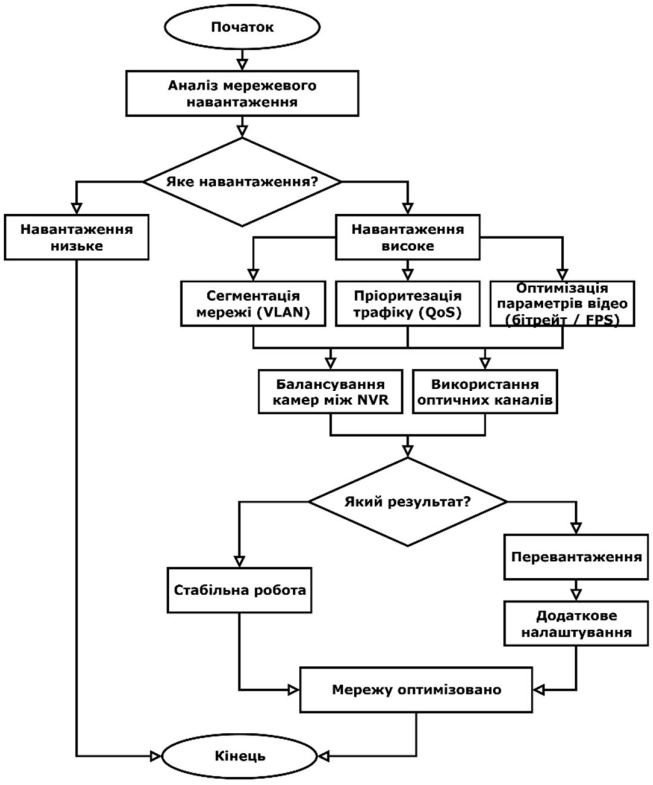


Рисунок 3.1 – Метод оптимізації передачі відеопотоків

У сукупності застосування зазначених методів дозволяє значно підвищити ефективність передачі відеопотоків, зменшити ризики перевантаження мережі та забезпечити стабільну роботу системи відеоспостереження навіть у складних умовах експлуатації, коли обсяг даних є великим, а вимоги до якості та безперервності передачі залишаються високими.

Зменшення використання пропускної здатності шляхом налаштування параметрів відео. Зменшення використання пропускної здатності шляхом налаштування параметрів відео розглядається як один із ефективних підходів до оптимізації роботи системи відеоспостереження, що дозволяє знизити обсяг передаваних даних без суттєвого погіршення якості зображення, при цьому досягнення такого результату забезпечується за рахунок коректного підбору параметрів відеопотоку, серед яких основними виступають роздільна здатність, частота кадрів та бітрейт, зміна яких безпосередньо впливає на навантаження мережевої інфраструктури.

У випадку великої кількості камер, де не всі зони спостереження потребують максимальної деталізації зображення, доцільним є диференційований підхід до налаштування параметрів, що передбачає використання високої якості відео лише для критично важливих об’єктів, тоді як для другорядних ділянок допускається зниження роздільної здатності або частоти кадрів, що дозволяє суттєво зменшити загальний обсяг трафіку без втрати функціональності системи в цілому [28].

Окрім базових параметрів відеопотоку, значний вплив на ефективність використання пропускної здатності має застосування сучасних алгоритмів стиснення відео, таких як H.264 та H.265, які забезпечують зменшення обсягу даних при збереженні прийнятного рівня якості зображення, при цьому використання більш сучасних стандартів дозволяє досягти кращих результатів у порівнянні з попередніми технологіями, що особливо актуально для систем із великим потоком інформації (див. рис. 3.2) [27-28].

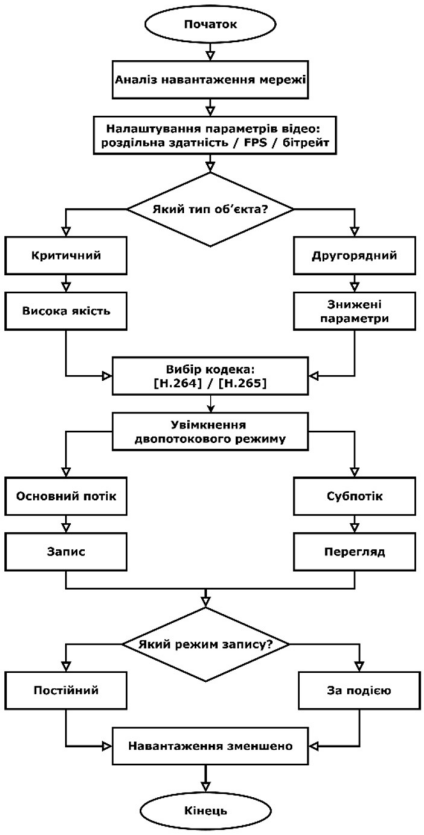


Рисунок 3.2 – Зменшення навантаження на систему шляхом налаштування бітрейту та стиснення

Додатковим механізмом оптимізації виступає використання двопотокового режиму роботи камер, у межах якого формується основний потік із високими параметрами якості для запису на відеореєстратори та допоміжний потік зі зниженими характеристиками для перегляду в режимі реального часу, що дозволяє значно зменшити навантаження на мережу під час одночасного доступу кількох користувачів до системи, при цьому зберігається можливість отримання якісного архівного відео.

У ситуаціях, де відсутня необхідність у постійному записі, доцільним є застосування режимів запису за подіями або за виявленням руху, що дозволяє зберігати лише релевантні фрагменти відео та уникати накопичення великої кількості неінформативних даних, що в свою чергу зменшує як навантаження на мережу, так і використання дискового простору, хоча у випадках, де потрібен безперервний контроль, такий підхід може бути обмеженим.

У результаті комплексного використання зазначених методів формується оптимальне співвідношення між якістю відеозображення та ефективністю використання мережевих ресурсів, що дозволяє забезпечити стабільну роботу системи відеоспостереження без надмірного перевантаження інфраструктури навіть за умов великої кількості підключених пристроїв.

Оптимізація використання дискового простору відеореєстраторів і NAS. Раціональне використання дискового простору у системах відеоспостереження безпосередньо пов’язане з ефективністю їх функціонування, оскільки обсяги відеоданих постійно зростають, особливо за наявності великої кількості камер, що може перевищувати сотню, а в подібних умовах додатково залучається мережеве сховище типу NAS, яке забезпечує розширення ємності для архівування та довготривалого зберігання інформації, що формується у процесі безперервного моніторингу, при цьому одним із базових підходів до оптимізації є налаштування політик зберігання даних із визначенням чітких строків утримання відеоархіву та автоматичного перезапису застарілих записів, що дозволяє уникати переповнення накопичувачів і одночасно підтримувати безперервність процесу запису без втручання у роботу системи.

У межах цього підходу доцільно також використовувати різні режими запису, зокрема безперервний, за розкладом або за подіями, що дає можливість суттєво скоротити обсяг збережених даних і водночас збільшити тривалість доступного архіву, оскільки у випадках, коли активність у зоні спостереження є низькою, накопичення відео відбувається значно повільніше, тоді як у динамічних ділянках обсяг даних зростає швидше, що формує нерівномірний розподіл навантаження на сховище, але при правильній конфігурації дозволяє досягти оптимального балансу між обсягом даних та їх актуальністю (див. рис. 3.3).

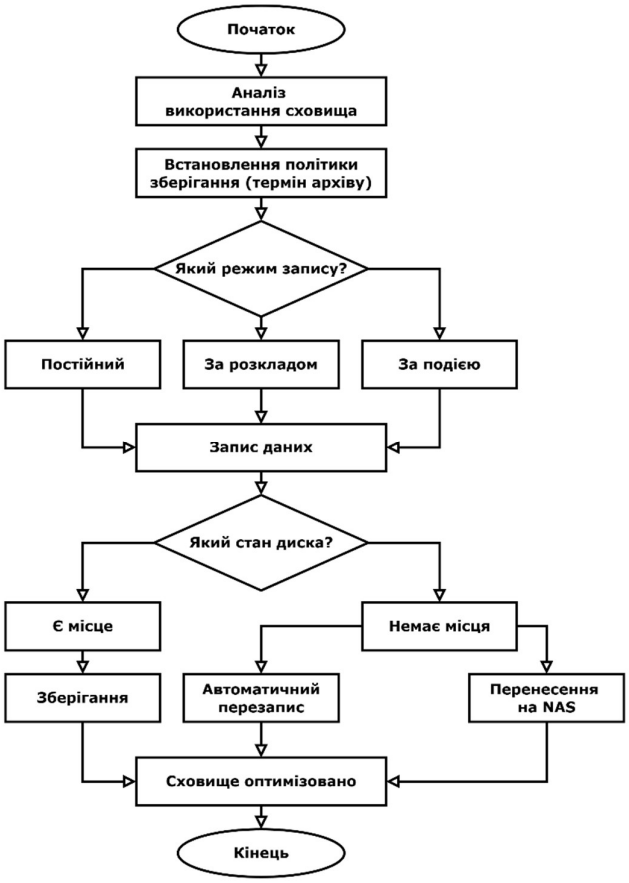


Рисунок 3.3 – Оптимізація використання дискового простору

Додатковим фактором підвищення ефективності використання дискового простору виступає застосування сучасних алгоритмів стиснення відео, які забезпечують зменшення розміру файлів без суттєвого погіршення якості зображення, що логічно продовжує попередні етапи оптимізації параметрів

відеопотоку та дозволяє комплексно впливати як на мережеве навантаження, так і на обсяг збереженої інформації, а у випадку використання мережевого сховища може додатково впроваджуватися механізм резервного копіювання та дублювання даних, що підвищує надійність їх зберігання та забезпечує захист від втрати критично важливої інформації.

У результаті застосування зазначених підходів формується більш ефективна система управління дисковими ресурсами, що дозволяє максимально раціонально використовувати доступну ємність накопичувачів, підтримувати стабільну роботу відеореєстраторів і мережевого сховища, а також підвищувати загальну продуктивність системи відеоспостереження без необхідності постійного розширення апаратної інфраструктури.

Підвищення надійності системи за рахунок резервування та мережевої архітектури. Надійність системи відеоспостереження виступає критичним фактором, від якого безпосередньо залежить безперервність процесів моніторингу та збереження відеоданих, а також загальна стабільність функціонування всієї інфраструктури в умовах постійного навантаження, при цьому одним із найбільш ефективних підходів до підвищення надійності є застосування відповідної мережевої архітектури, зокрема топології типу зірка, яка забезпечує незалежність окремих компонентів системи та мінімізує вплив відмови одного вузла на роботу інших елементів, завдяки чому навіть у разі часткового виходу обладнання з ладу система зберігає працездатність у межах інших сегментів.

Додатковим напрямом підвищення відмовостійкості виступає резервування основних елементів інфраструктури, що передбачає використання декількох відеореєстраторів, між якими розподіляється навантаження від камер, у результаті чого зменшується ризик перевантаження окремих пристроїв і забезпечується можливість продовження роботи навіть у випадку відмови одного з них або під час проведення технічного обслуговування, а також використання кількох накопичувачів у складі відеореєстраторів, що дозволяє організувати дублювання даних та їх швидке відновлення у разі виникнення збоїв, підвищуючи рівень захищеності відеоархіву.

Важливим аспектом виступає і якість побудови мережевої інфраструктури, що включає використання керованих комутаторів, оптичних каналів зв’язку та захищених кабельних ліній, оскільки такі рішення дозволяють зменшити ймовірність виникнення збоїв під час передачі даних та забезпечують стабільність роботи системи навіть у складних умовах експлуатації з наявністю електромагнітних завад або значних відстаней між сегментами мережі, а регулярний моніторинг стану обладнання разом із своєчасним технічним обслуговуванням доповнює цей підхід і сприяє попередженню потенційних відмов ще до моменту їх виникнення (див. рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Підвищення надійності системи за рахунок резервування та мережевої архітектури

У результаті поєднання резервування, продуманої мережевої архітектури та належного рівня обслуговування формується стійка до збоїв система відеоспостереження, здатна забезпечувати безперервну роботу та збереження даних навіть за умов часткових відмов окремих компонентів, що підвищує ефективність її функціонування в реальних умовах експлуатації підприємства.

3.2 Порівняння реалізованої системи з альтернативними рішеннями

У процесі проєктуванняу процесі оцінювання ефективності функціонування системи відеоспостереження доцільно здійснювати її порівняння з альтернативними рішеннями, що дозволяє більш об’єктивно визначити рівень доцільності впровадженої архітектури, оскільки сама по собі реалізована система, навіть після аналізу та певної оптимізації, не може повною мірою вважатися оптимальною без урахування інших підходів, які застосовуються у подібних умовах, тому розгляд існуючих варіантів побудови систем відеоспостереження надає можливість оцінити як переваги, так і обмеження обраного рішення в контексті реальної експлуатації.

У межах такого порівняння враховуються різні аспекти, включаючи типи використовуваного обладнання, принципи побудови мережевої інфраструктури, способи організації зберігання даних та рівень масштабованості системи, при цьому реалізоване рішення базується на використанні IP-камер та мережевої архітектури з централізованим управлінням, що забезпечує гнучкість розширення та інтеграції, тоді як альтернативні варіанти можуть передбачати використання аналогових або гібридних систем, які відрізняються як за принципами передачі даних, так і за можливостями модернізації та адаптації до зростаючих вимог підприємства.

Окрему увагу приділяють також програмному забезпеченню та підходам до управління системою, оскільки різні рішення можуть використовувати як локальні

клієнтські додатки, так і хмарні платформи, що впливає на рівень доступності, безпеки та зручності експлуатації, при цьому обрана система орієнтована на використання локальної інфраструктури з централізованим контролем, що забезпечує незалежність від зовнішніх сервісів, тоді як альтернативні підходи можуть пропонувати більшу гнучкість доступу, але супроводжуються додатковими ризиками або обмеженнями.

У результаті такого аналізу формується цілісне уявлення про місце реалізованої системи серед інших рішень, що дозволяє визначити її сильні сторони, такі як стабільність, масштабованість та контрольованість, а також виявити потенційні напрями для подальшого вдосконалення, що є важливим для підтримки ефективності функціонування системи відеоспостереження в умовах постійного розвитку технологій та зростання вимог до безпеки і продуктивності.

Порівняння використаної NVR-архітектури з DVR та хмарними рішеннями. Реалізована система відеоспостереження базується на використанні мережевих відеореєстраторів типу NVR, що забезпечують обробку та зберігання відеопотоків, отриманих від IP-камер, при цьому такий підхід відрізняється більш сучасною архітектурою у порівнянні з традиційними рішеннями, оскільки передбачає інтеграцію у мережеву інфраструктуру підприємства та використання стандартних протоколів передачі даних, що значно розширює можливості масштабування та адаптації системи до змінних умов експлуатації, а також дозволяє ефективно працювати з високою роздільною здатністю відео без суттєвих обмежень, притаманних застарілим технологіям.

Порівняння з DVR-системами демонструє суттєві відмінності у підходах до організації відеоспостереження, оскільки DVR використовують аналогові камери та коаксіальні кабелі для передачі сигналу, що ускладнює розгортання інфраструктури через необхідність прокладання окремих ліній для відео та живлення, тоді як у випадку NVR передача даних і живлення може здійснюватися через єдиний мережевий кабель із використанням технологій типу PoE, що спрощує монтаж та зменшує витрати на інфраструктуру, а також забезпечує більшу гнучкість при модернізації системи, при цьому обробка відеосигналу в DVR

виконується централізовано на реєстраторі, тоді як у NVR частина обчислювальних процесів переноситься безпосередньо на камери, що дозволяє знизити навантаження на центральні вузли та підвищити загальну ефективність функціонування.

Таблиця 3.1 – Порівняння архітектур відеоспостереження

Критерій	DVR (аналогова)	NVR (мережева)	Cloud (хмарна)
Масштабованість	Низька (обмеження портами DVR і кабельною інфраструктурою)	Висока (легке додавання IP-камер у мережу)	Дуже висока (масштабування через хмарні ресурси)
Надійність	Середня (залежність від одного реєстратора)	Висока (розподіл навантаження, резервування)	Середня (залежить від інтернету та провайдера)
Затримки	Низькі (локальна обробка)	Низькі (локальна мережа)	Вищі (передача через Інтернет)
Вартість	Низька (дешеве обладнання)	Середня (мережеве обладнання, NVR)	Висока (підписка, трафік, сервіси)
Складність розгортання	Середня (окремі кабелі для відео і живлення)	Низька–середня (PoE, єдина мережа)	Низька (мінімум локального обладнання)
Гнучкість / модернізація	Низька (складно розширювати)	Висока (легка інтеграція і масштабування)	Дуже висока (оновлення через хмару)
Залежність від мережі	Низька	Низька (працює в LAN)	Висока (критична залежність від Інтернету)
Контроль і безпека даних	Високий (локальне зберігання)	Високий (локальна інфраструктура)	Середній (дані у стороннього провайдера)
Типове застосування	Малі або старі системи	Підприємства, корпоративні системи	Віддалені об’єкти, SaaS-рішення

Окремий напрям порівняння стосується хмарних рішень відеоспостереження, які передбачають обробку та зберігання даних на віддалених серверах і надають можливість доступу до відео з будь-якої точки за наявності інтернет-з'єднання, що спрощує адміністрування та зменшує потребу у власній серверній інфраструктурі, однак така модель супроводжується залежністю від стабільності мережі Інтернет, можливими затримками передачі даних та обмеженнями, пов'язаними з конфіденційністю інформації, оскільки не всі підприємства готові передавати критично важливі відеодані у зовнішні середовища, що створює додаткові ризики безпеки (див. табл. 3.1).

У результаті порівняння стає очевидним, що локальна NVR-архітектура забезпечує більш високий рівень контролю над даними, стабільність роботи та незалежність від зовнішніх факторів, при цьому зберігаючи достатню гнучкість для масштабування та інтеграції з іншими елементами мережевої інфраструктури, тоді як DVR-системи поступаються за функціональністю та можливостями розвитку, а хмарні рішення, незважаючи на свою зручність, не завжди відповідають вимогам безпеки та надійності у корпоративному середовищі, що визначає доцільність використання саме NVR-підходу для побудови сучасних систем відеоспостереження на підприємствах.

Аналіз ефективності обладнання Hikvision у порівнянні з іншими виробниками. Використання обладнання Hikvision у реалізованій системі відеоспостереження обумовлене поєднанням функціональних можливостей, доступної вартості та достатнього рівня сумісності з різними типами камер і мережевих рішень, що дозволяє формувати масштабовану та стабільну інфраструктуру без суттєвого ускладнення процесу інтеграції, при цьому відеореєстратори даного виробника підтримують значну кількість каналів, сучасні формати стиснення відео та здатні працювати в умовах підвищеного навантаження без критичних збоїв, що є важливим для систем із великою кількістю камер та постійним потоком даних.

Порівняння з обладнанням інших виробників, таких як Dahua, Axis або Bosch, дозволяє виявити відмінності у підходах до реалізації функціоналу та

позиціонування на ринку, оскільки рішення преміального сегмента зазвичай пропонують більш розширені можливості відеоаналітики, підвищений рівень кібербезпеки та гнучкіші механізми налаштування, однак такі переваги супроводжуються значно вищою вартістю впровадження та обслуговування, що не завжди є доцільним у межах підприємств із обмеженим бюджетом або стандартними вимогами до систем відеоспостереження.

У той самий час обладнання Hikvision забезпечує достатній рівень функціональності для більшості типових задач, включаючи запис відео, організацію віддаленого доступу, базові аналітичні можливості та інтеграцію з клієнтським програмним забезпеченням, що дозволяє ефективно використовувати систему в умовах реальної експлуатації без необхідності впровадження складних і дорогих рішень, при цьому певними обмеженнями можуть виступати менш гнучкі можливості конфігурації у порівнянні з відкритими платформами та залежність від програмного забезпечення виробника, що у деяких випадках може ускладнювати інтеграцію з нестандартними системами.

У контексті розглянутої системи такі обмеження не мають критичного впливу, оскільки обране обладнання відповідає поставленим вимогам підприємства, забезпечує стабільність роботи та достатній рівень продуктивності, а також дозволяє підтримувати баланс між витратами на впровадження та ефективністю функціонування всієї системи відеоспостереження в цілому.

Порівняння локального зберігання даних із хмарними сервісами. Організація зберігання відеоданих виступає невід’ємною складовою будь-якої системи відеоспостереження, оскільки функціонування таких систем без фіксації та накопичення інформації втрачає практичний сенс, адже відеопотоки мають бути записані для подальшого аналізу, перегляду або використання у разі виникнення певних подій, у межах реалізованої системи застосовується локальне зберігання даних на жорстких дисках відеореєстраторів, що забезпечує високу швидкість доступу до інформації, стабільність роботи та незалежність від зовнішніх мережевих факторів, при цьому додатково використовується мережеве сховище NAS обсягом 16 ТБ, яке дозволяє здійснювати резервне копіювання найбільш

важливих відеопотоків і підвищувати відмовостійкість системи за рахунок дублювання критичних даних.

Такий підхід дозволяє ефективно контролювати весь процес зберігання інформації, уникати затримок, пов’язаних із передачею даних через глобальні мережі, та забезпечувати конфіденційність відеоархіву, що є особливо важливим для підприємств, де інформаційна безпека має пріоритетне значення, у той самий час хмарні сервіси пропонують альтернативну модель, засновану на зберіганні та обробці даних на віддалених серверах із можливістю доступу до них з будь-якого пристрою, підключеного до мережі Інтернет, що значно спрощує адміністрування та дозволяє масштабувати систему без необхідності розширення локальної інфраструктури.

Одночасно використання хмарних рішень супроводжується низкою обмежень, серед яких залежність від стабільності інтернет-з’єднання, необхідність забезпечення достатньої пропускної здатності каналу для передачі великих обсягів відеоданих та потенційні ризики, пов’язані з конфіденційністю інформації, оскільки дані передаються за межі локальної мережі підприємства та зберігаються у сторонніх сервісах, що може бути неприйнятним для певних категорій об’єктів.

Локальне зберігання також не позбавлене обмежень, зокрема потреби у фізичному обслуговуванні обладнання та обмеженого обсягу доступної пам’яті, однак у межах розглянутої системи ці недоліки компенсуються використанням декількох відеореєстраторів і додаткового мережевого сховища, що дозволяє розподіляти навантаження та забезпечувати достатній рівень надійності, у результаті такого підходу локальна модель зберігання виявляється більш доцільною для умов підприємства, оскільки забезпечує стабільність, контроль над даними та відповідність вимогам безпеки при збереженні ефективності функціонування системи відеоспостереження.

Оцінка переваг і недоліків існуючої архітектури системи. Реалізована архітектура системи відеоспостереження на підприємстві характеризується наявністю сукупності технічних і організаційних рішень, які забезпечують її ефективне функціонування в умовах реальної експлуатації, при цьому серед

основних переваг відзначається висока масштабованість, що дозволяє поступово розширювати систему шляхом додавання нових камер, відеореєстраторів та мережевих компонентів без суттєвого впливу на вже існуючу інфраструктуру, а також можливість інтеграції з наявною мережею підприємства, що значно спрощує впровадження та знижує витрати на створення окремої інфраструктури, одночасно використання топології типу зірка забезпечує стабільність функціонування та ізоляцію окремих вузлів, унаслідок чого відмова одного елемента не призводить до повного припинення роботи всієї системи, що позитивно впливає на загальний рівень надійності [29].

Додатково варто відзначити застосування сучасних мережевих технологій передачі даних, які дозволяють ефективно обробляти значні обсяги відеопотоків без суттєвих затримок, а також централізоване управління та моніторинг, що спрощує контроль за всіма підключеними пристроями та зменшує навантаження на операторів, одночасно розподілена архітектура з використанням декількох відеореєстраторів сприяє підвищенню відмовостійкості, оскільки у разі виходу з ладу одного пристрою інші продовжують виконувати свої функції, забезпечуючи безперервність запису та доступу до відеоданих, що дозволяє підтримувати стабільність роботи системи навіть за умов часткових відмов окремих компонентів.

Разом із зазначеними перевагами наявні і певні обмеження, які необхідно враховувати під час експлуатації, зокрема залежність від фізичної інфраструктури, що включає кабельні лінії, мережеве обладнання та відеореєстратори, унаслідок чого будь-які пошкодження або збої у цих елементах можуть впливати на якість передачі або доступність відеоданих, додатково виникає необхідність регулярного технічного обслуговування обладнання, що передбачає перевірку працездатності, оновлення програмного забезпечення та контроль стану накопичувачів, а також обмежена гнучкість у масштабуванні порівняно з хмарними рішеннями, де розширення ресурсів може здійснюватися значно швидше без фізичного втручання [29].

Окремо слід враховувати відсутність повної інтеграції з інтелектуальними аналітичними системами, що може обмежувати можливості автоматизованого

аналізу відеоданих, зокрема розпізнавання об’єктів, поведінкової аналітики або прогнозування подій, хоча базові функції моніторингу та запису виконуються на належному рівні, унаслідок чого загальна ефективність системи залишається достатньою для більшості практичних задач підприємства (див. табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Порівняльна оцінка рішень у системі відеоспостереження

Критерій	Преміум-виробники (Dahua / Axis / Bosch)	Хмарні рішення	Локальна NVR-архітектура (на базі Hikvision)
Вартість впровадження	Висока	Висока (підписка)	Середня (разова інвестиція)
Функціональність	Розширена (аналітика, AI)	Висока (залежить від сервісу)	Оптимальна для підприємства
Масштабованість	Висока	Дуже висока	Висока (додавання NVR/камер)
Надійність	Дуже висока	Залежить від Інтернету	Висока (розподілена структура)
Затримки / доступ	Низькі	Вищі (через Інтернет)	Мінімальні (локальний доступ)
Безпека даних	Висока	Залежить від провайдера	Висока (локальний контроль)
Залежність від інфраструктури	Помірна	Висока (Інтернет)	Висока (але контрольована)
Складність впровадження	Висока	Низька	Середня
Гнучкість інтеграції	Висока (відкриті платформи)	Висока	Середня
Обслуговування	Високе	Мінімальне (на стороні провайдера)	Потребує технічної підтримки

У підсумку така архітектура являє собою збалансоване рішення, яке поєднує прийнятний рівень вартості, функціональності та надійності, при цьому забезпечується стабільна робота у межах локальної інфраструктури, контроль над відеоданими та можливість подальшої модернізації шляхом впровадження додаткових технологій, зокрема інтеграції серверів для обробки відеоаналітики або розширення системи зберігання, що дозволяє адаптувати систему до зростаючих вимог без суттєвої перебудови всієї інфраструктури.

3.3 Оцінка вартості та перспективи розвитку системи відеоспостереження

Оцінка вартості та перспектив розвитку системи відеоспостереження формується на основі аналізу вже реалізованої та введеної в експлуатацію інфраструктури, у межах якої визначені основні підходи до побудови архітектури, обґрунтовано вибір обладнання та виявлено напрями оптимізації, що дозволяють підвищити ефективність функціонування, при цьому важливо враховувати, що будь-яке технічне рішення має економічну складову, яка безпосередньо залежить від масштабу системи, кількості задіяних компонентів та вимог до якості і надійності роботи, унаслідок чого системи для невеликих об’єктів можуть мати відносно низьку вартість, тоді як інфраструктура підприємства з великою кількістю камер, відеореєстраторів та мережевого обладнання характеризується значно вищими витратами на впровадження.

У розглянутому випадку загальна вартість системи формується з урахуванням значної кількості IP-камер, декількох відеореєстраторів, мережевої інфраструктури, включаючи комутатори та кабельні лінії, а також накопичувачів для зберігання відеоданих, що забезпечують безперервний запис протягом тривалого часу, додатково можуть враховуватися витрати на серверне обладнання, програмне забезпечення та технічне обслуговування, унаслідок чого формується

комплексна оцінка, яка відображає не лише початкові інвестиції, але й експлуатаційні витрати, пов’язані з підтримкою працездатності системи.

Разом із фінансовою складовою важливим аспектом залишається оцінка перспектив розвитку, яка визначається гнучкістю обраної архітектури та можливістю її подальшого масштабування, оскільки використання мережевих технологій дозволяє поступово розширювати систему шляхом додавання нових камер, модернізації відеореєстраторів або збільшення обсягів сховищ без необхідності повної заміни існуючої інфраструктури, при цьому розвиток може передбачати інтеграцію з додатковими сервісами, зокрема впровадження систем відеоаналітики, автоматичного розпізнавання об’єктів або підвищення рівня кібербезпеки.

Аналіз вартості реалізації системи з урахуванням обладнання та інфраструктури. Аналіз вартості реалізації системи відеоспостереження формується на основі фактично використаного обладнання та інфраструктури, до складу яких входять відеореєстратори, IP-камери, накопичувачі даних, мережеві компоненти та допоміжні елементи, при цьому оцінювання виконується шляхом визначення орієнтовної ринкової вартості кожного з елементів станом на поточний момент, що дозволяє отримати узагальнене уявлення про загальні витрати на побудову системи такого масштабу.

Основу інфраструктури становлять п’ять мережевих відеореєстраторів, серед яких два пристрої типу DS-7632NI-K2, один DS-7616NI-K2 та два DS-7732NI-K4, що відрізняються кількістю підтримуваних каналів, продуктивністю та можливостями масштабування, середня ринкова вартість подібних пристроїв коливається в межах приблизно від 600 до 1200 доларів США залежно від конфігурації та встановлених накопичувачів, унаслідок чого сумарна вартість підсистеми відеореєстраторів може становити орієнтовно близько 4000–5000 доларів.

Підсистема зберігання даних реалізована із використанням жорстких дисків, орієнтованих на безперервну роботу в режимі 24/7, загальна кількість яких становить 14 одиниць обсягом по 6 ТБ кожен, що формує приблизно 84 ТБ

локального сховища, середня вартість одного такого накопичувача перебуває в діапазоні 120–180 доларів, унаслідок чого загальна вартість системи зберігання складає приблизно 1700–2500 доларів, що забезпечує достатній обсяг для тривалого зберігання відеоархіву без необхідності частого перезапису.

Додатково може використовуватися мережеве сховище обсягом близько 16 ТБ, яке виконує допоміжну функцію резервування або зберігання критично важливих даних, його орієнтовна вартість становить приблизно 800–1200 доларів залежно від апаратної реалізації, однак у загальній оцінці така складова може розглядатися як опціональна, оскільки базове функціонування системи забезпечується на рівні відеореєстраторів.

Найбільшою складовою витрат виступають IP-камери, кількість яких становить близько 160 одиниць із урахуванням різних моделей, включаючи фіксовані, варіофокальні та камери з підвищеною світлочутливістю, середня вартість однієї камери коливається в межах 80–200 доларів, унаслідок чого загальна вартість цієї підсистеми може становити приблизно від 13 000 до 25 000 доларів залежно від технічних характеристик та призначення конкретних пристроїв.

Таблиця 3.3 – Оцінка вартості компонентів системи

Компонент	Кількість	Ціна за одиницю (USD)	Загальна вартість (USD)
IP-камери	~160	80–200	13 000–25 000
Відеореєстратори	5	600–1200	4 000–5 000
HDD	14	120–180	1 700–2 500
NAS (опц.)	1	800–1200	800–1200
Мережеве обладнання	—	—	8 000–15 000
Разом	—	—	27 000–48 000

Витрати на мережеву інфраструктуру включають кабельну систему на основі витої пари різних категорій, комутатори рівня доступу, магістральне обладнання, оптичні лінії зв’язку та модулі, а також центральний комутаційний вузол, що забезпечує об’єднання всіх сегментів мережі, сукупна вартість таких компонентів може становити орієнтовно 8000–15000 доларів залежно від масштабу

підприємства, протяжності ліній та обраних технічних рішень (див. табл. 3.3, рис. 3.5).

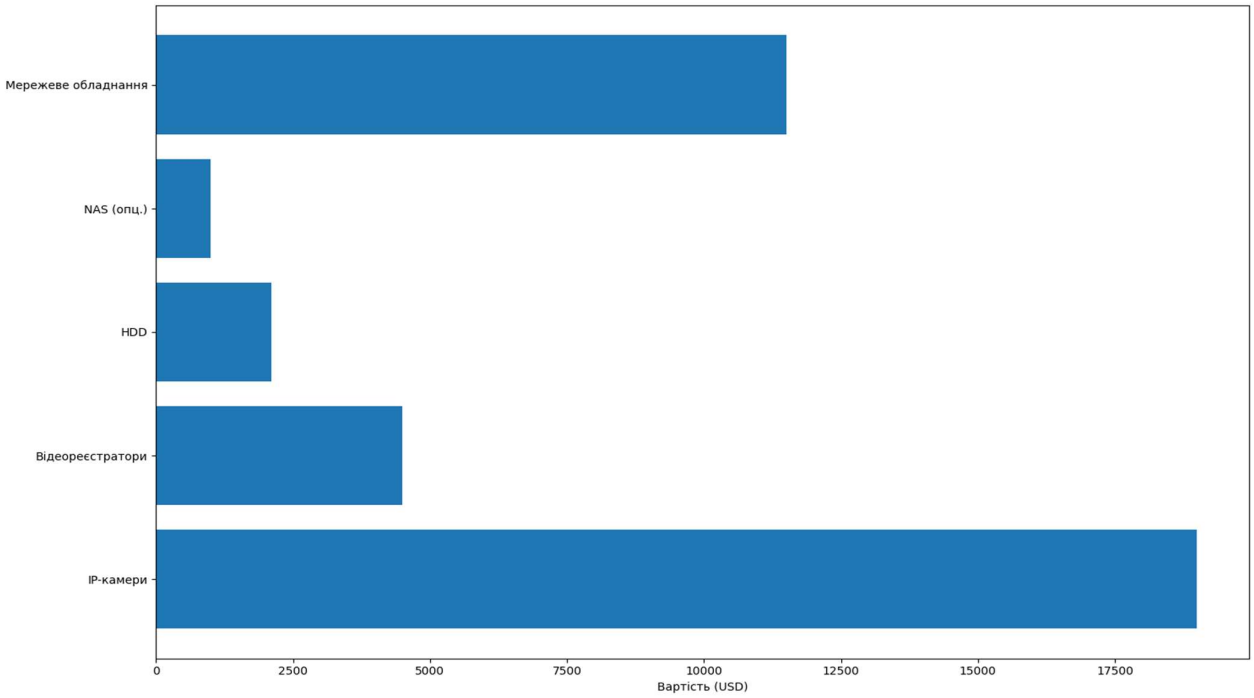


Рисунок 3.5 – Розподіл вартості компонентів системи

Узагальнення всіх складових дозволяє сформувати орієнтовну оцінку вартості реалізації системи відеоспостереження, яка перебуває в межах приблизно 27 000–48 000 доларів, при цьому наведений діапазон враховує варіативність конфігурацій обладнання, різницю в цінах та можливі додаткові витрати, пов’язані з розгортанням і налаштуванням інфраструктури, унаслідок чого така вартість є обґрунтованою з огляду на масштаб системи, кількість камер, рівень надійності та використання обладнання корпоративного класу, що забезпечує стабільну роботу в умовах тривалої експлуатації (див. рис. 3.6).

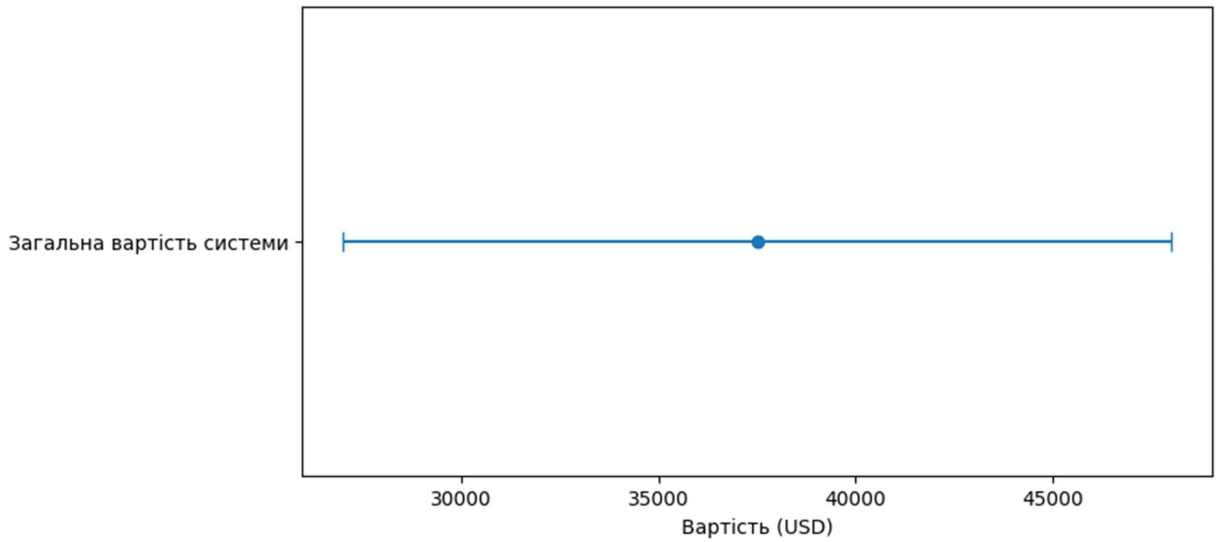


Рисунок 3.6 – Орієнтовні загальні витрат на побудову системи відеоспостереження для великого підприємства

Доцільність модернізації системи та масштабування. З урахуванням розвитку підприємства, компанії чи установи та постійного зростання вимог до рівня безпеки модернізація системи відеоспостереження набуває характеру безперервного процесу, що є доцільним і економічно обґрунтованим, оскільки поточна архітектура побудована за принципом централізованого керування із використанням топології зірка, яка забезпечує достатній рівень масштабованості та дозволяє без суттєвих змін у структурі системи додавати нові камери або розширювати зони спостереження за рахунок підключення додаткових комутаторів або використання наявних резервних портів мережевих пристроїв, що на момент впровадження можуть залишатися незадіяними і використовуються лише за необхідності розширення.

Одночасно важливим аспектом залишається модернізація підсистеми зберігання даних, оскільки зі збільшенням роздільної здатності камер, підвищенням якості відео та зростанням тривалості зберігання архіву виникає потреба у постійному розширенні дискового простору, адже сучасні камери формують значні обсяги відеоданих і той ресурс, який є достатнім на початковому етапі, з часом може виявитися обмеженим, у зв’язку з чим доцільним рішенням стає встановлення додаткових жорстких дисків або інтеграція з більш потужними

мережевими сховищами, оскільки наявне сховище обсягом 16 ТБ може виконувати лише допоміжну функцію і не здатне повноцінно забезпечити одночасне використання як для відеоархіву, так і для внутрішніх потреб підприємства, пов’язаних з обміном даними.

У цьому контексті впровадження технологій резервування даних, зокрема RAID-масивів, дозволяє підвищити надійність зберігання інформації та мінімізувати ризики втрати критично важливих відеозаписів, особливо у випадках, коли дані мають високу цінність для безпеки або службових розслідувань, а подальший розвиток системи може передбачати перехід до більш сучасних моделей відеореєстраторів з підвищеною продуктивністю або використання програмних рішень класу software-based NVR, що забезпечують гнучкіші можливості масштабування та управління (див. рис. 3.7).

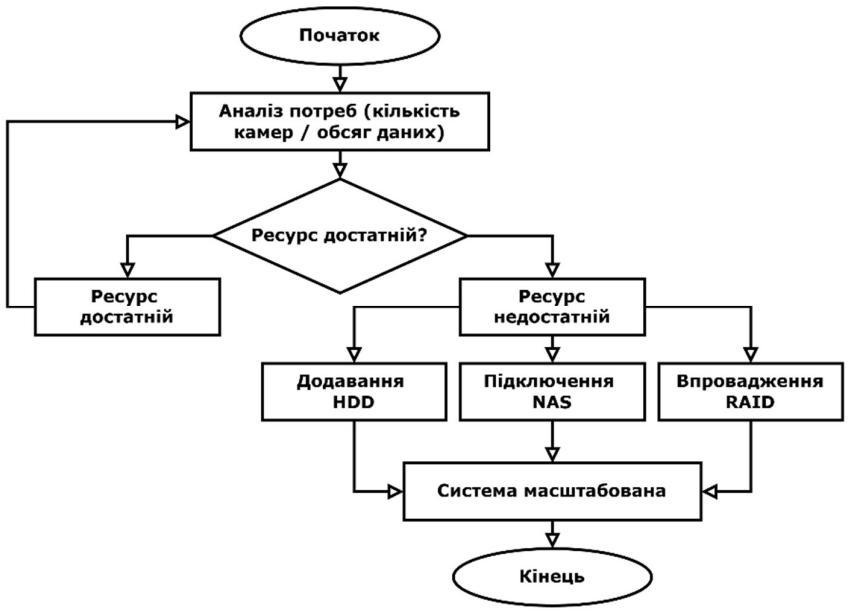


Рисунок 3.7 – Вдосконалення системи зберігання даних

Додатково можливим напрямком розвитку є застосування гібридних відеореєстраторів, які підтримують одночасну роботу з аналоговими та IP-камерами, що дозволяє поступово модернізувати систему без повної заміни існуючого обладнання, зберігаючи сумісність із попередньою інфраструктурою та

забезпечуючи плавний перехід до повністю цифрового середовища, що у сукупності формує гнучкий підхід до розвитку системи та дозволяє адаптувати її до змінних умов експлуатації і технічних вимог без значних одноразових витрат.

Використання інтелектуального відеоаналізу та автоматизації. Перспективний розвиток систем відеоспостереження безпосередньо пов’язаний із впровадженням інтелектуального відеоаналізу, що дозволяє автоматизувати значну частину процесів моніторингу та підвищити загальну ефективність функціонування всієї інфраструктури, при цьому сучасні камери та відеореєстратори вже підтримують широкий спектр аналітичних функцій, включаючи розпізнавання руху, детекцію облич, аналіз поведінки об’єктів та виявлення аномальних ситуацій, що дає змогу не лише фіксувати події, але й інтерпретувати їх у режимі реального часу з урахуванням заданих алгоритмів [30].

Унаслідок впровадження таких технологій значно зменшується навантаження на операторів, оскільки система здатна самостійно відфільтровувати незначущі події та формувати сповіщення лише у випадках, що потребують уваги, що дозволяє зосередитися на критичних ситуаціях і підвищує швидкість реагування, одночасно можливе налаштування сценаріїв, у межах яких здійснюється автоматичне виявлення проникнення у заборонені зони, контроль за залишеними предметами або фіксація нетипової поведінки, що є особливо актуальним для об’єктів із підвищеними вимогами до безпеки (див. рис. 3.8) [30].

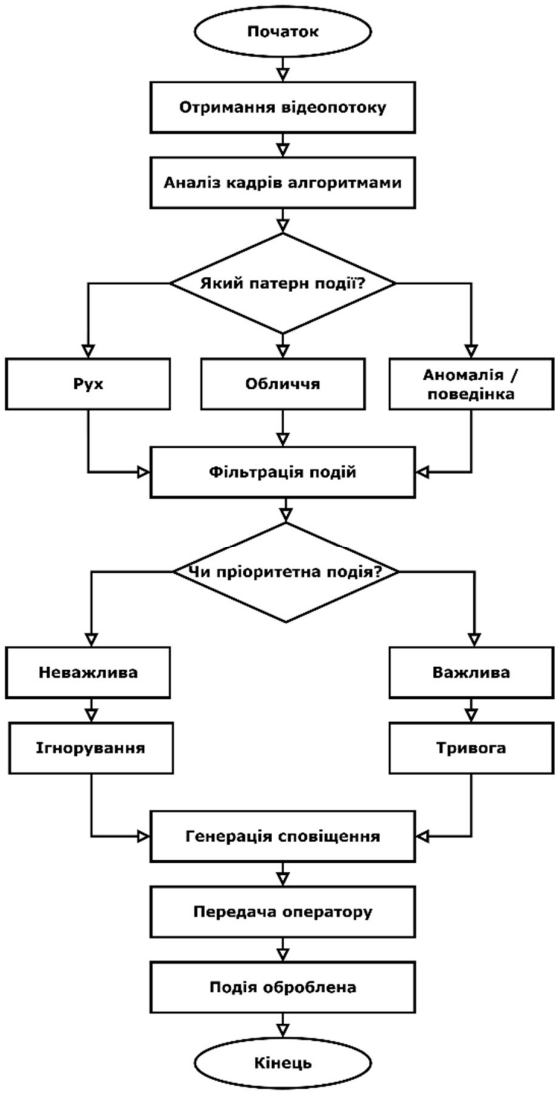


Рисунок 3.8 – Алгоритм інтелектуального відеоаналізу

Додатковий рівень ефективності досягається за рахунок інтеграції системи відеоспостереження з іншими елементами інфраструктури підприємства, зокрема із системами контролю доступу, охоронною сигналізацією або системами управління будівлею, унаслідок чого формується єдине інформаційне середовище, у межах якого всі підсистеми взаємодіють між собою та обмінюються даними, що дозволяє реалізовувати складні сценарії автоматизації, наприклад блокування доступу у випадку виявлення підозрілої активності або автоматичне сповіщення відповідальних осіб.

Перспективи інтеграції з хмарними сервісами та новими мережевими технологіями. Одним із перспективних напрямків подальшого розвитку системи відеоспостереження є інтеграція з хмарними сервісами, які дедалі активніше впроваджуються у сучасних інфраструктурах і поступово знаходять застосування навіть у корпоративному середовищі, оскільки такий підхід дозволяє розширити функціональні можливості системи за рахунок організації резервного копіювання, забезпечення віддаленого доступу та підвищення загальної гнучкості управління відеоданими, при цьому зберігання критично важливої інформації поза межами локальної інфраструктури підвищує рівень її захищеності у випадку фізичного пошкодження обладнання або втрати доступу до локальних ресурсів (див. рис. 3.9).

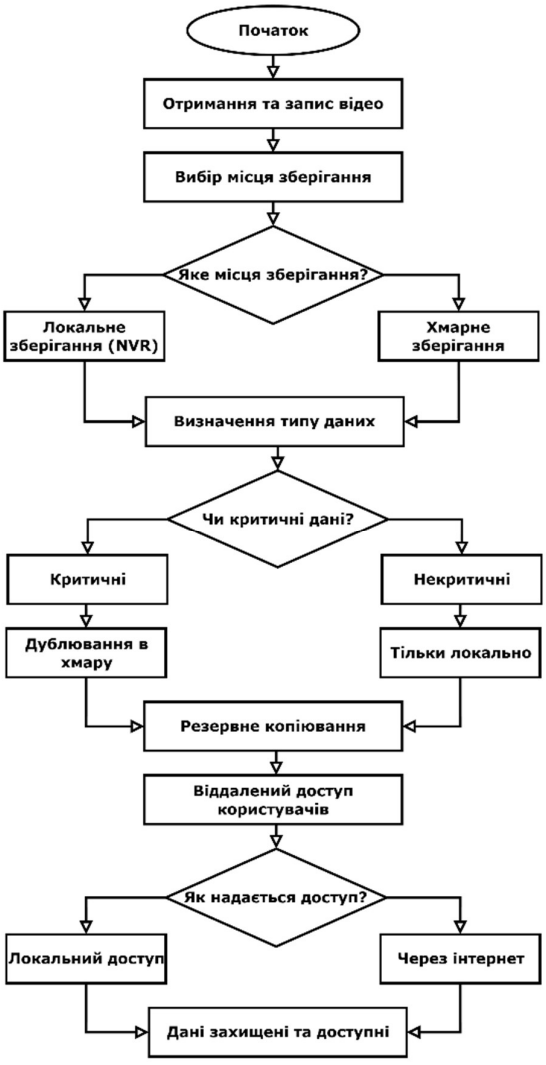


Рисунок 3.9 – Гібридна модель зберігання даних (локально та хмара)

Разом із цим використання хмарних технологій супроводжується певними обмеженнями, пов’язаними із залежністю від стабільності інтернет-з’єднання, можливими затримками під час передачі великих обсягів відеоданих та необхідністю врахування питань конфіденційності, унаслідок чого більш доцільним підходом виступає гібридна модель, у межах якої основне зберігання інформації здійснюється локально на відеореєстраторах або мережевих сховищах, а резервне копіювання та доступ до критичних даних реалізуються через хмарні сервіси, що дозволяє поєднати переваги обох підходів і мінімізувати їхні недоліки.

Паралельно із розвитком хмарних рішень відбувається активне вдосконалення мережевих технологій, включаючи впровадження високошвидкісних каналів передачі даних, таких як 10-гігабітні мережі, удосконалення протоколів обміну інформацією та поява нових стандартів стиснення відео, зокрема H.265+ та H.266, що дозволяють значно зменшити обсяг передаваних даних без суттєвої втрати якості зображення, унаслідок чого знижується навантаження на мережеву інфраструктуру та підвищується ефективність використання наявних ресурсів [30].

Подальший розвиток системи відеоспостереження логічно пов’язується з поєднанням інтелектуальних технологій обробки відео, розширенням можливостей масштабування та інтеграцією з сучасними мережевими і хмарними рішеннями, що забезпечує підвищення рівня надійності, гнучкості та функціональності всієї інфраструктури, а також створює передумови для адаптації системи до майбутніх вимог і технологічних змін у сфері безпеки та інформаційних систем.

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз архітектури системи відеоспостереження дозволив сформувати цілісне уявлення про побудову програмно-апаратного комплексу підприємства, у межах якого взаємодіють IP-камери, мережеві відеореєстратори та мережеве обладнання, при цьому використання декількох відеореєстраторів різних моделей забезпечує розподіл навантаження та підвищує відмовостійкість, а застосування топології типу зірка дозволяє локалізувати можливі відмови без впливу на роботу всієї системи.

У процесі побудови системи обґрунтовано використання мережевої інфраструктури з підключенням камер через PoE із застосуванням витої пари та комутаторів, а також організацію магістральних з’єднань на базі оптичних каналів, що забезпечує необхідну пропускну здатність і стабільність передачі відеоданих, при цьому інтеграція у серверну інфраструктуру дозволяє централізувати обробку та керування, а використання клієнтського програмного забезпечення забезпечує доступ до відеопотоків та архівів із можливістю розмежування прав доступу.

Реалізація алгоритмів функціонування системи охоплює процеси отримання відеопотоків, їх передачі, обробки та запису на відеореєстратори, а також організацію централізованого моніторингу та налаштування параметрів відео і режимів запису, унаслідок чого досягнуто стабільної роботи системи, що підтверджено тестуванням доступності камер, коректності запису, відсутності втрат кадрів та здатності функціонувати в умовах навантаження.

Розглянуті методи оптимізації та результати порівняльного аналізу підтверджують доцільність використання мережевої NVR-архітектури з локальним зберіганням даних, оскільки налаштування параметрів відео, стиснення та сегментація мережі дозволяють зменшити навантаження і підвищити ефективність, а можливості масштабування створюють умови для подальшого розвитку системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Modern CCTV systems: An overview of technologies and applications. Security Magazine. URL: https://www.securitymagazine.com/articles/97085-modern-cctv-systems (дата звернення: 02.03.2026).
2. The evolution of IP cameras. Network World. URL: https://www.networkworld.com/article/3236202/the-evolution-of-ip-cameras.html (дата звернення: 07.03.2026).
3. Hybrid surveillance systems: Combining analog and digital. IPVM. URL: https://ipvm.com/reports/hybrid-surveillance (дата звернення: 12.03.2026).
4. Video surveillance architecture principles. TechTarget. URL: https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/video-surveillance-architecture (дата звернення: 15.03.2026).
5. DVR vs NVR: Choosing the right system. SecurityInfoWatch. URL: https://www.securityinfowatch.com/video-surveillance/article/12345678/dvr-vs-nvr-choosing (дата звернення: 19.03.2026).
6. CCTV camera networking basics. Axis Communications. URL: https://www.axis.com/solutions/cctv-networking-basics (дата звернення: 23.03.2026).
7. LAN integration for IP video systems. Cisco White Paper. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/enterprise-networks/ip-video-lan-integration.pdf (дата звернення: 28.03.2026).
8. Video streaming protocols for IP cameras. Milestone Systems. URL: https://www.milestonesys.com/protocols (дата звернення: 31.03.2026).
9. Web-based video management systems. Genetec. URL: https://www.genetec.com/resources/videos/web-vms (дата звернення: 04.04.2026).
10. Hikvision NVR integration guide. Hikvision Tech Docs. URL: https://www.hikvision.com/en/support/technical-documentation/nvr-integration-guide/ (дата звернення: 08.04.2026).
11. PoE for IP cameras: Standards and applications. IEEE. URL: https://standards.ieee.org/standard/802_3af-2003.html (дата звернення: 09.04.2026).
12. Structured cabling for video surveillance. BICSI. URL: https://www.bicsi.org/resources/cabling (дата звернення: 11.04.2026).
13. Enterprise video surveillance architectures. Network Computing. URL: https://www.networkcomputing.com/networking/enterprise-video-surveillance-architectures (дата звернення: 12.04.2026).
14. Analysis of Hikvision NVR models. IPVM. URL: https://ipvm.com/reports/hikvision-nvr-analysis (дата звернення: 14.04.2026).
15. Storage solutions for video surveillance. WD Purple White Paper. URL: https://www.wdc.com/products/purple-storage.html (дата звернення: 17.04.2026).
16. Star topology in CCTV networks. Cisco Networking Academy. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/training-events/training-certifications/exam-topologies.html (дата звернення: 18.04.2026).

17. IP camera selection and placement guide. Axis Communications. URL: https://www.axis.com/corporate/learning-resources/ip-camera-placement (дата звернення: 20.04.2026).
18. PoE network switches for video surveillance. Cisco Catalyst Tech Docs. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-9000-series-switches/index.html (дата звернення: 21.04.2026).
19. Fiber backbone networks for CCTV. Fiber Optic Association. URL: https://www.foa.org/tech/ref/Backbone.html (дата звернення: 23.04.2026).
20. Centralized video monitoring via Nexus switches. Cisco Tech Library. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/datacenter/nexus9000/sw/ (дата звернення: 26.04.2026).
21. Video data acquisition and recording algorithms. Milestone Tech Paper. URL: https://www.milestonesys.com/resources/algorithms-video-recording (дата звернення: 27.04.2026).
22. IVMS-4200 user manual. Hikvision. URL: https://www.hikvision.com/en/products/software/ivms-4200/ (дата звернення: 28.04.2026).
23. Access control in video surveillance systems. TechTarget. URL: https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/access-control (дата звернення: 30.04.2026).
24. Configuring NVRs for enterprise networks. SecurityInfoWatch. URL: https://www.securityinfowatch.com/video-surveillance/article/12345678/configuring-nvrs (дата звернення: 01.05.2026).
25. Centralized monitoring and IVMS-4200 setup. Hikvision Blog. URL: https://www.hikvision.com/en/blog/ivms-4200-setup/ (дата звернення: 02.05.2026).
26. Testing reliability and redundancy in CCTV systems. IPVM Reports. URL: https://ipvm.com/reports/cctv-redundancy (дата звернення: 03.05.2026).
27. Network bandwidth optimization for video streams. Cisco White Paper. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/enterprise-networks/video-stream-optimization.pdf (дата звернення: 04.05.2026).
28. Disk space management for surveillance NVRs. WD White Paper. URL: https://www.wdc.com/products/purple-storage-management.html (дата звернення: 04.05.2026).
29. Cloud vs local video storage: Advantages and risks. TechTarget. URL: https://www.techtarget.com/searchsecurity/feature/Cloud-vs-local-video-storage (дата звернення: 05.05.2026).
30. Intelligent video analytics and hybrid architectures. IPVM. URL: https://ipvm.com/reports/analytics-hybrid (дата звернення: 05.05.2026).
31. Зінченко І.Д., Торошанко Я.І. Аналіз та оптимізація програмно-апаратного комплексу системи відеоспостереження у мережевій інфраструктурі підприємства. «Сучасний стан та перспективи розвитку IoT» : VII Науково-техн. конф., м. Київ, 20 квітня 2026 р. С.81-83.
32. Зінченко І.Д., Торошанко Я.І. Оптимізація передачі та зберігання відеоданих у розподілених системах відеоспостереження. «Застосування

програмного забезпечення в ІКТ» : VII Всеукр. науково-техн. конф., м. Київ, 23 квітня 2026 р. (подано до публікації).

Додаток А

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

(Презентація)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра комп'ютерної інженерії



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

НА ТЕМУ: «ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ У МЕРЕЖЕВІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ ПІДПРИЄМСТВА»

Виконав студент групи КІД-41
Зінченко Ілля Денисович
Керівник кваліфікаційної роботи:
Торошанко Ярослав Іванович,
канд. техн. наук, доц., с.н.с.

Київ – 2026

Мета, об’єкт, предмет дослідження

Мета роботи – функціонування програмно-апаратного комплексу системи відеоспостереження у мережевій інфраструктурі підприємства за рахунок використання методів ефективної передачі відеопотоків, налаштування параметрів запису та сегментації мережі

Об’єкт дослідження – процеси функціонування систем відеоспостереження у локальній мережі підприємства

Предмет дослідження – засоби та технології побудови, налаштування й оптимізації систем відеоспостереження на базі відеореєстраторів і мережевої інфраструктури

Актуальність роботи

Розглянуто основи побудови систем відеоспостереження, їх класифікацію (аналогові, IP, гібридні) та принципи інтеграції у локальну мережу, а також методи передачі даних та живлення відеокамер по PoE.

Особливу увагу приділено системі відеоспостереження на базі топології типу «зірка» із використанням 5 мережевих відеореєстраторів Hikvision, між якими розподілено навантаження, із підключенням через комутатори Cisco Catalyst та інтеграцією у серверну інфраструктуру через Cisco Nexus, при цьому моніторинг і керування здійснюється за допомогою IVMS-4200 із налаштуванням параметрів відео та доступу. Проведено тестування стабільності та розглянуто методи оптимізації, зокрема сегментацію мережі, стиснення відеопотоків, балансування трафіку й ефективне використання ресурсів.

Вибір архітектури системи



Рис. 1.3 – Класифікація систем відеоспостереження

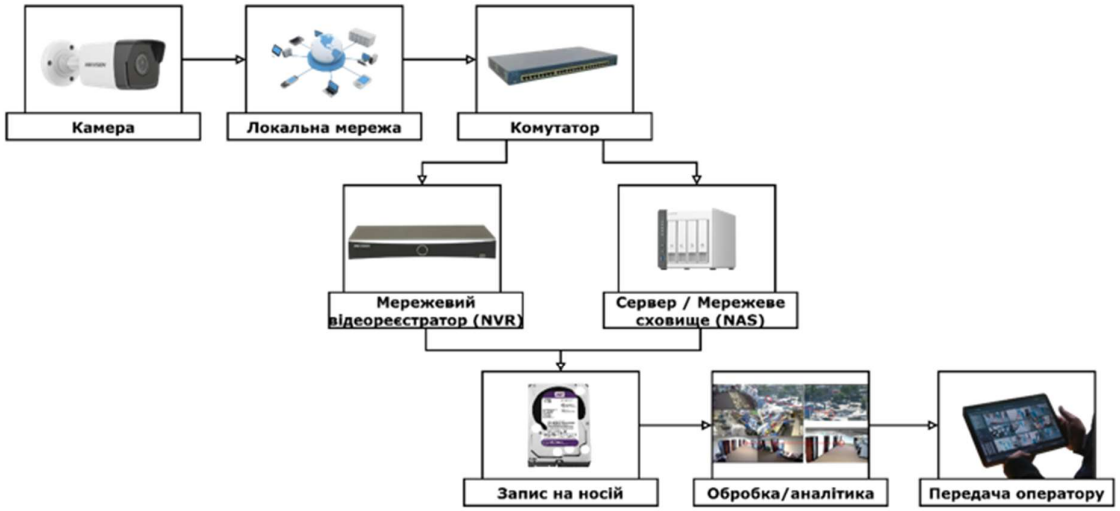
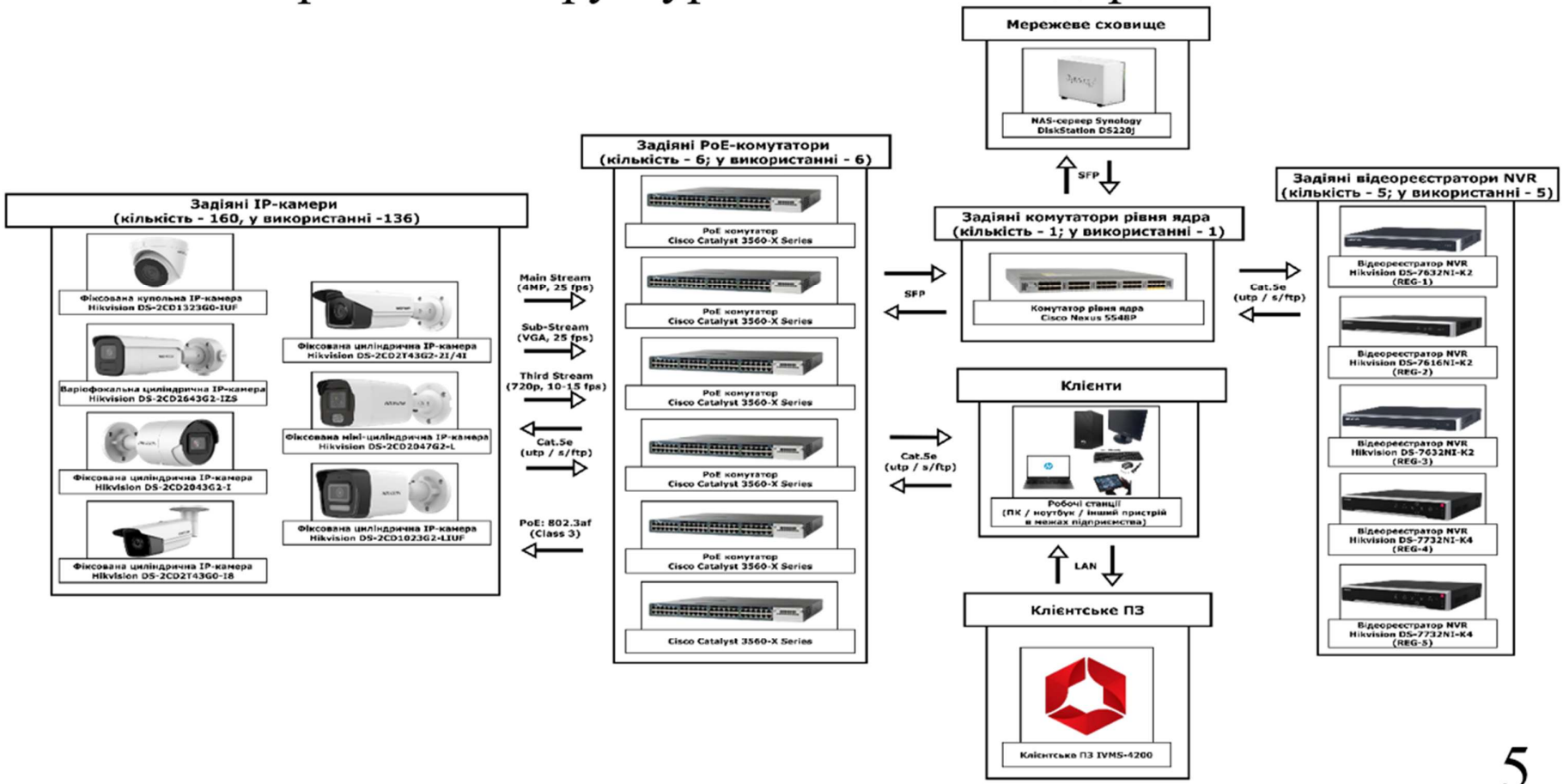


Рис. 1.7 – Взаємодія камер і мережевого обладнання

Практична структура системи на підприємстві



5

Рис. 2.1 – Структурна схема системи відеоспостереження у мережі підприємства

Мережева частина інфраструктури підприємства

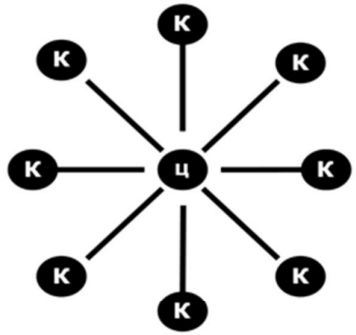


Рис. 2.4 – Топологія мережі типу «зірка»
(Ц – центральний вузол; К – кінцевий пристрій)



Рис. 2.7 – Підключення камер до PoE комутатора Cisco Catalyst 3560-X Series



Рис. 2.9 – Інтеграція системи через комутатор рівня ядра Cisco Nexus 5548P

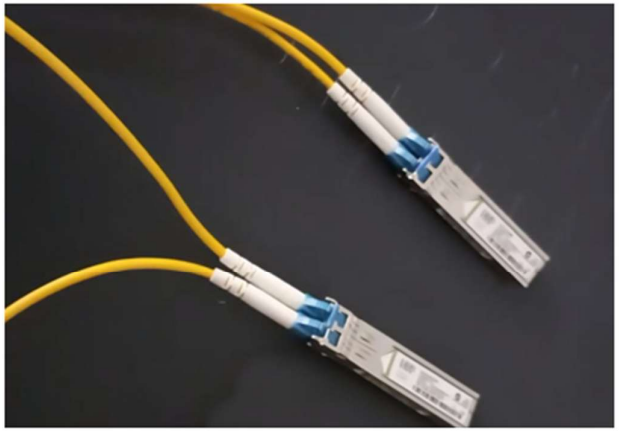


Рис. 2.8 – Використання SFP-модулів у мережі



7

Рис. 2.6 – Типи камер та їх розміщення на об’єкті

Компоненти системи відеоспостереження - відеореєстратори



Рис. 2.2 – Зовнішній вигляд відеореєстраторів NVR Hikvision (у стійці): DS-7632NI-K2, DS-7616NI-K2, DS-7732NI-K4

Табл. 2.2 – Конфігурація системи зберігання даних

Пристрій	Тип HDD	Кількість дисків	Обсяг одного диска	Загальний обсяг
REG 1–3	WD Purple/Gold	2	6 ТБ	12 ТБ (кожен)
REG 4–5	WD Purple/Gold	4	6 ТБ	24 ТБ (кожен)
NAS (опціонально)	WD	2–4	4–8 ТБ	~16 ТБ

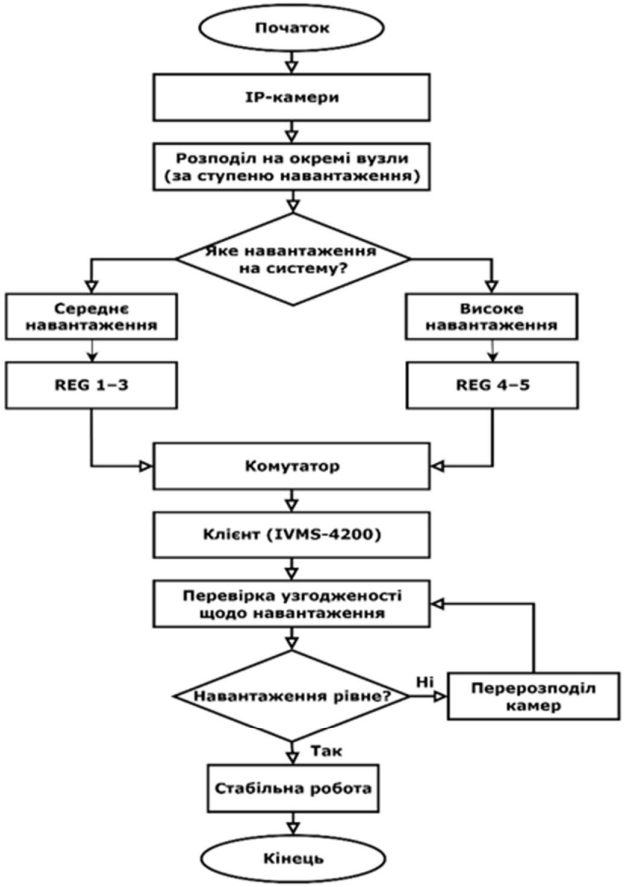


Рис. 2.5 – Розподіл навантаження між NVR

Компоненти системи відеоспостереження – клієнтське ПЗ

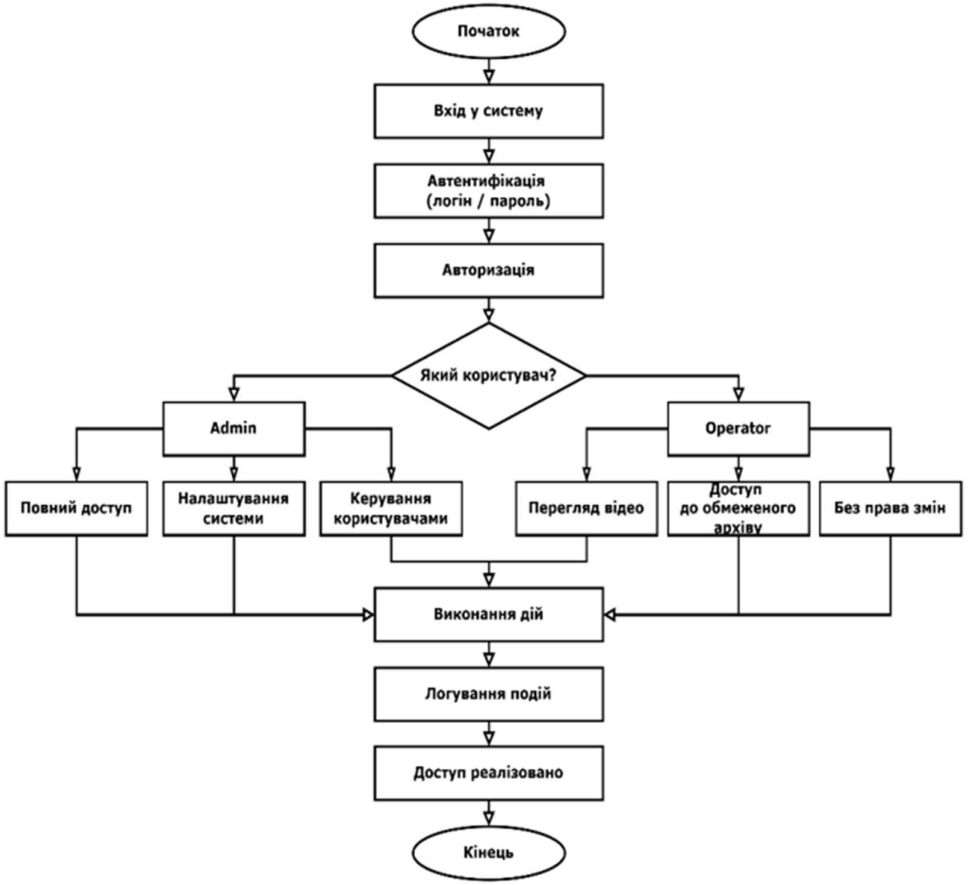


Рис. 2.13 – Схема розмежування доступу користувачів



Рис. 2.16 – Клієнтське програмне забезпечення IVMS-4200 (для ПК та мобільних пристроїв)

Процес працездатності системи

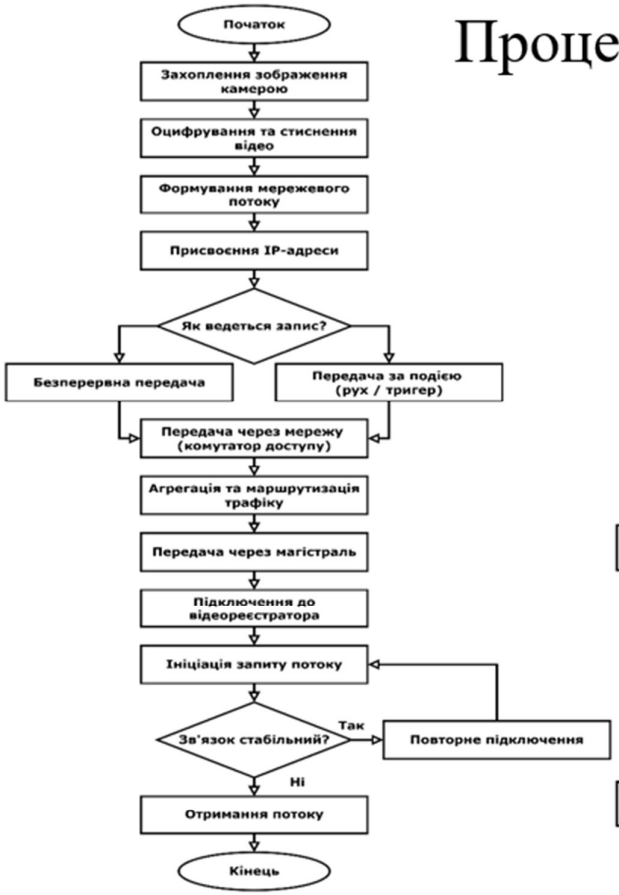


Рис. 2.10 – Алгоритм отримання відеопотоку

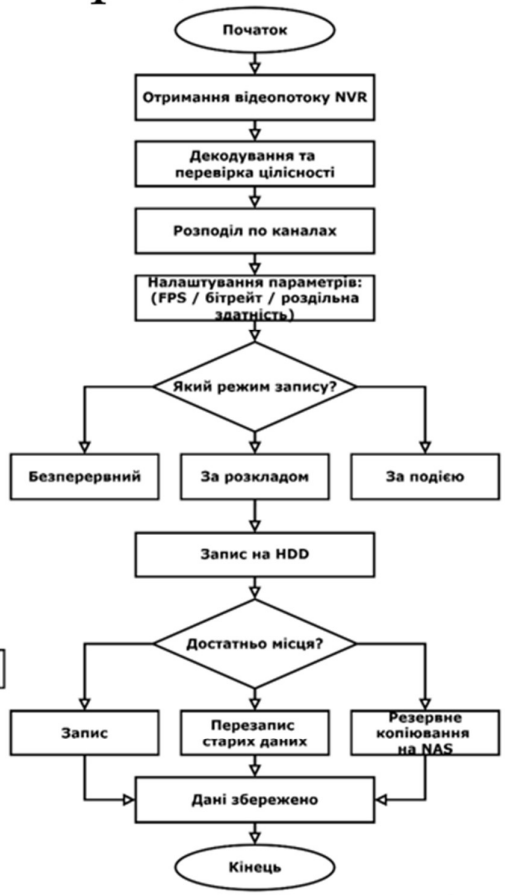


Рис. 2.11 – Алгоритм обробки та запису відеоданих



Рис. 2.12 –Алгоритм взаємодії IVMS-4200 з системою

Оптимізація мережевого навантаження

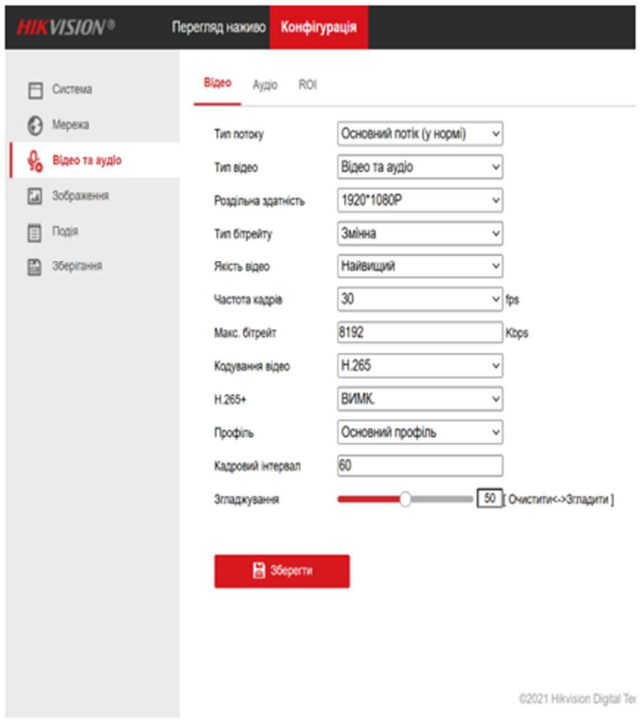


Рис. 2.15 – Налаштування параметрів відеопотоку

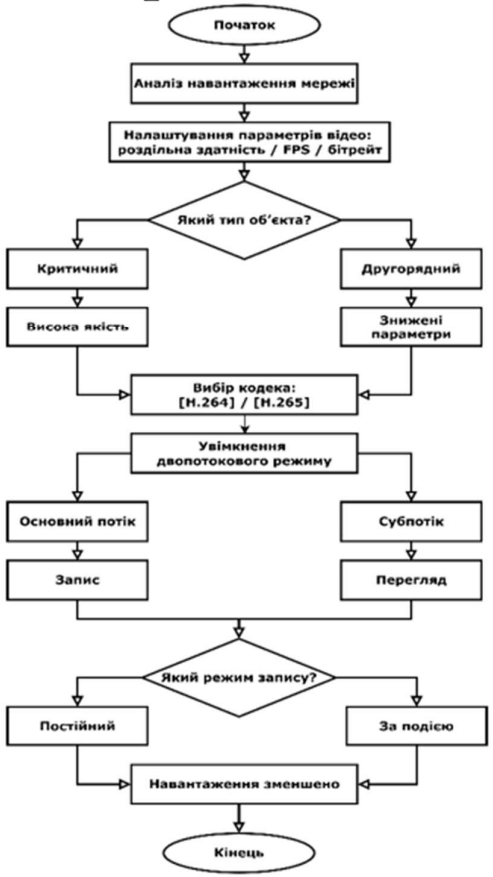


Рис. 3.2 – Зменшення навантаження на систему шляхом налаштування бітрейту та стиснення

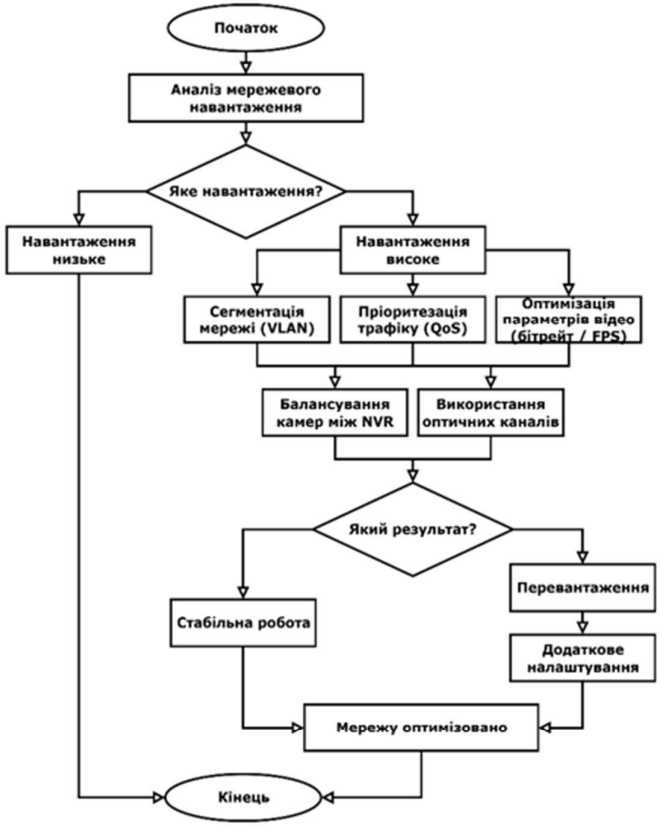


Рис. 3.1 – Метод оптимізації передачі відеопотоків

Порівняння зі існуючими рішеннями

Табл. 3.2 – Порівняльна оцінка рішень у системі відеоспостереження

Критерій	Преміум-виробники (Dahua / Axis / Bosch)	Хмарні рішення	Локальна NVR-архітектура (на базі Hikvision)
Вартість впровадження	Висока	Висока (підписка)	**Середня (разова інвестиція)**
Функціональність	Розширена (аналітика, AI)	Висока (залежить від сервісу)	**Оптимальна для підприємства**
Масштабованість	Висока	Дуже висока	**Висока (додавання NVR / камер)**
Надійність	Дуже висока	Залежить від Інтернету	**Висока (розподілена структура)**
Затримки / доступ	Низькі	Вищі (через Інтернет)	**Мінімальні (локальний доступ)**
Безпека даних	Висока	Залежить від провайдера	**Висока (локальний контроль)**
Залежність від інфраструктури	Помірна	Висока (Інтернет)	**Висока (але контрольована)**
Складність впровадження	Висока	Низька	**Середня**
Гнучкість інтеграції	Висока (відкриті платформи)	Висока	**Середня**
Обслуговування	Високе	Мінімальне (на стороні провайдера)	**Потребує технічної підтримки**

Орієнтовне техніко-економічне обгрунтування рішення

Табл. 3.3 – Оцінка вартості компонентів системи

Компонент	Кількість	Ціна за одиницю (USD)	Загальна вартість (USD)
IP-камери	~160	80–200	13 000–25 000
Відеореєстратори	5	600–1200	4 000–5 000
HDD	14	120–180	1 700–2 500
NAS (опц.)	1	800–1200	800–1200
Мережеве обладнання	—	—	8 000–15 000
Разом	—	—	**27 000–48 000**

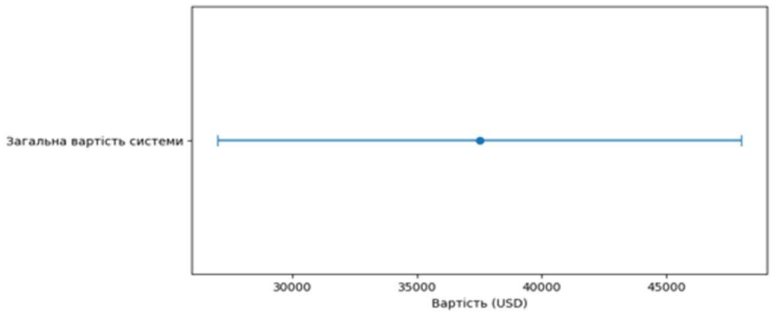


Рис. 3.6 – Орієнтовні загальні витрат на побудову системи відеоспостереження для великого підприємства

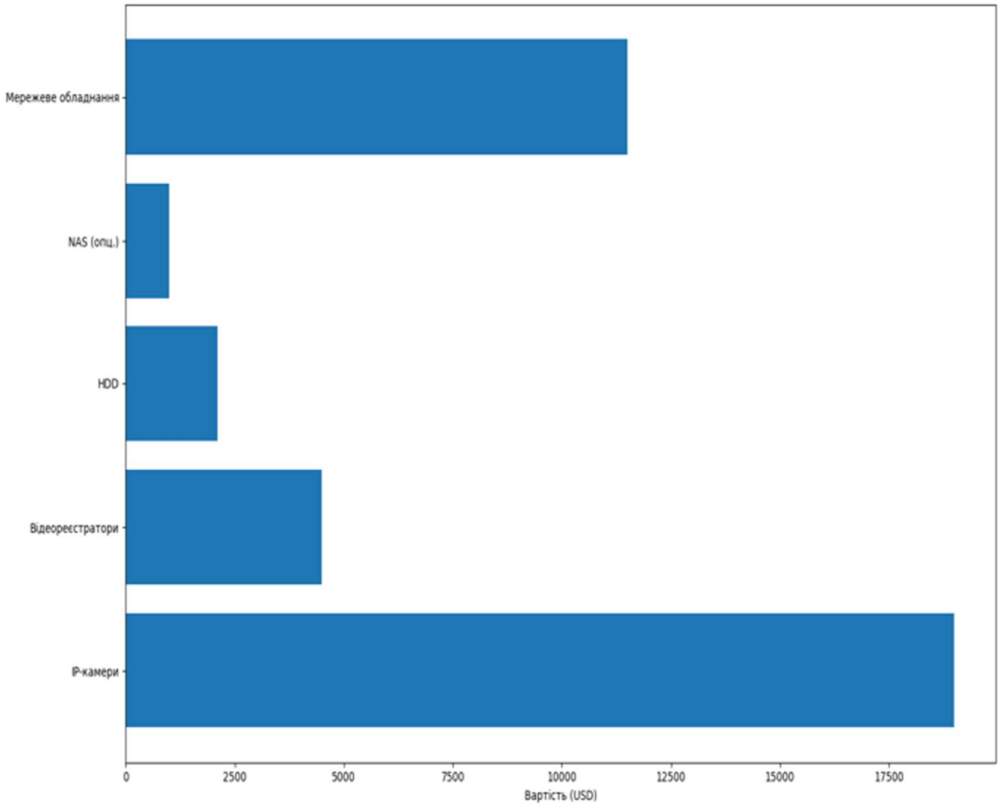


Рис. 3.5 – Розподіл вартості компонентів системи

Висновки

Проведений аналіз показав, що система відеоспостереження підприємства побудована на основі IP-архітектури з використанням декількох відеореєстраторів, що забезпечує ефективний розподіл навантаження та підвищену відмовостійкість. Застосування топології «зірка», PoE-підключення камер і оптичних каналів зв'язку дозволяє досягти стабільної передачі відеоданих і централізованого керування системою.

У результаті реалізації та оптимізації системи досягнуто стабільної роботи без втрат даних навіть при значному навантаженні. Використання налаштування параметрів відео, стиснення та сегментації мережі підтвердило ефективність NVR-архітектури, забезпечивши баланс між якістю відео, продуктивністю та використанням ресурсів, а також можливість подальшого масштабування системи.

Результати впровадження

1. Зінченко І.Д., Торошанко Я.І. Аналіз та оптимізація програмно-апаратного комплексу системи відеоспостереження у мережевій інфраструктурі підприємства. «Сучасний стан та перспективи розвитку IoT» : VII Науково-техн. конф., м. Київ, 20 квітня 2026 р. С.81-83.
2. Зінченко І.Д., Торошанко Я.І. Оптимізація передачі та зберігання відеоданих у розподілених системах відеоспостереження. «Застосування програмного забезпечення в ІКТ» : VII Всеукр. науково-техн. конф., м. Київ, 23 квітня 2026 р. (подано до публікації).