

Західноукраїнський національний університет  
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій  
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

Освітній ступінь "бакалавр"

Спеціальність: 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
Освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри СКС

\_\_\_\_\_ А.І.Сегін  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**  
**МАЛОМУ Валерію Леонідовичу**

(прізвище, ім'я по-батькові)

**1. Тема випускної кваліфікаційної роботи:** Комп'ютерно-інтегрована система відеоспостереження розподілених об'єктів / Computer-integrated system of video surveillance of distributed objects

керівник роботи к.т.н., доцент Пітух І.Р.

затверджені наказом по університету від "12" грудня 2023 р. №753

**2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи:** 10.05.2024р.

**3. Вихідні дані до випускної кваліфікаційної роботи:**

1. Комп'ютерно-інтегрована система відеоспостереження

2. Відеокамери та комутатори

3. Система опрацювання даних

**4. Основні питання, які потрібно розробити:**

1. Аналіз існуючих систем.

2. Розроблення структури системи відеоспостереження.

3. Розроблення системи розпізнавання рухомих об'єктів на основі контролера.

**5. Перелік графічного матеріалу у роботі:**

1. Структурна схема системи відеоспостереження, топологія дерева

2. Схема студмістечка

3. План гуртожитку №4

4. Схема підключення програматора FTDI

5. Схема захоплення території в гуртожитку

6. Трирівнева магістральна архітектура

## 6. Консультанти розділів випускної кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Пітух І.Р.		
2	Пітух І.Р.		
3	Пітух І.Р.		

7. Дата видачі завдання 12 грудня 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назви етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз комп'ютерно-інтегрованої системи відеоспостереження	11.2023р. – 12.2023р.	
2	Дослідження систем відеоспостереження з врахуванням топологічних особливостей об'єктів	01.2024р. – 02.2024р.	
3	Розроблення контролера розпізнавання рухомих об'єктів	03.2024р. – 04.2024р.	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Малий В.Л.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

к.т.н., доцент Пітух І.Р.

## АНОТАЦІЯ

Малий В.Л. Комп'ютерно-інтегрована система відео спостереження розподілених об'єктів. – Рукопис.

Дослідження на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна (наукова) програма. – Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, 2024.

У роботі проведено аналіз систем відеоспостереження в режимі реального часу. Досліджено базові засоби таких комп'ютерно-інтегрованих систем. Визначено функціональні особливості систем відеоспостереження і виділено основні типи камер і методи їх застосування, а також функції, які вони повинні виконувати. Проведено аналіз структури систем відеоспостереження в ЗУНУ. Досліджено архітектуру і підсистему розпізнавання рухомих об'єктів. Проведений аналіз технічної реалізації та ПЗ. Розроблений модуль розпізнавання облич на основі контролера ESP32CAM.

## ANNOTATION

Malyi V.L. Computer-integrated system of video surveillance of distributed objects. – Manuscript.

Doctoral studies for the education level «Bachelor» with the title 151 Automation and Computer-integrated Technologies. – West Ukrainian National University, Ternopil, 2024.

The paper analyzes video surveillance systems in real time. The basic tools of such computer-integrated systems have been studied. The functional features of video surveillance systems are defined and the main types of cameras and methods of their use are highlighted, as well as the functions they should perform. An analysis of the structure of video surveillance systems at WUNU was carried out. The architecture and subsystem of recognition of moving objects have been studied. An analysis of the technical implementation and software was carried out. A facial recognition module based on the ESP32CAM controller was developed.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ.....	9
1.1. Базові засоби систем відеоспостереження.....	9
1.2. Функціональні особливості систем відеоспостереження.....	13
1.3. Організація відеоспостереження на об'єкті.....	21
1.3.1 Створення системи відеоспостереження з врахуванням топологічних особливостей об'єкта.....	21
1.3.2 Способи застосування систем відеоспостереження зовнішнього, периметрального та внутрішнього огляду.....	23
2. СТРУКТУРА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ В ЗУНУ.....	27
2.1. Особливості функціонування систем відеоспостереження.....	27
2.2. Система опрацювання даних відеоспостереження.....	31
2.3. Підсистема розпізнавання рухомих об'єктів систем відеоспостереження.....	33
2.4. Архітектура розподіленої системи відеоспостереження.....	35
3. ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ.....	38
3.1. Обґрунтування апаратних засобів для системи відеоспостереження....	38
3.2. Програмні засоби реалізації відеоспостереження.....	52
3.3. Особливості налаштування базових модулів комп'ютерно-інтегрованої систем відеоспостереження.....	57
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Малий В.Л.			Комп'ютерно-інтегрована система відео спостереження розподілених об'єктів / computer-integrated system of video surveillance of distributed objects	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив.		Пітух І.Р.				6	63	
Консульт.		Пітух І.Р.				ЗУНУ.ФКІТ.АКІТ-41		
Н. Контр.		Заставний О.М.						
Затверд.		Сегін А.І.						

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

IP – Інтернет - протокол.

ПЗ – програмне забезпечення.

IT – інформаційні технології.

LAN – локальна мережа.

LED – світлодіод.

PoE – технологія передачі електроенергії та даних за допомогою «витої пари».

NVR – система IP-відеоспостереження через мережуEthernet.

DVR – цифрова (аналогова) система відеоспостереження без можливості виходу в глобальну мережу.

VMD – розпізнавання рухомих об'єктів.

FCoE – тунельний протокол в комп'ютерних мережах, що дозволяє перетворити у фрейм EthernetфреймиFibreChannel.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Станом на сьогодні, відеоспостереження увійшло в життя сучасної людини і стало невід’ємною частиною безпеки і контролю. Відеокамери, як власне і системи відеоспостереження в цілому, пройшли довгий шлях еволюції від аналогових до цифрових і бездротових. Сучасні камери – це не просто пристрої, що вловлюють зображення, це розумні інструменти для ідентифікації та виявлення небезпечних чи незаконних подій.

**Мета кваліфікаційної роботи** полягає у технічній реалізації системи збору відеоматеріалів в розподіленій системі відеоспостереження з функцією розпізнавання рухомих об’єктів, що дозволить ефективно проводити збір та аналіз даних з великої території, де розпізнавання здійснюється за допомогою модулів розроблюваної системи.

Для досягнення мети потрібно виконати такі завдання:

- Дослідити існуючу систему відеоспостереження типу NVR.
- Розробити структуру системи відеоспостереження.
- Реалізувати систему розпізнавання рухомих об’єктів на основі контролера.

**Предметом дослідження** є система відеоспостереження в ЗУНУ.

**Об’єктом дослідження** – система збору даних та система розпізнавання рухомих об’єктів.

**Методи дослідження** – аналіз існуючих систем, огляд відкритих джерел, а також безпосередня участь у проектуванні, розробці та впровадженні системи відеоспостереження в ЗУНУ.

**Практичне значення отриманих результатів.** Запропонована КІС ВС покращить безпеку та контроль доступу без участі оператора.

### Апробація.

1. Малий В.Л. Комп’ютерно-інтегрована система відео спостереження розподілених об’єктів // Збірник матеріалів проблемно-наукової конференції «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» (АКІТ - 2024), Тернопіль, 2024. – С. 50-54.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

# 1. АНАЛІЗ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

## 1.1. Базові засоби систем відеоспостереження

До базових засобів системи відеоспостереження належить такі компоненти, які забезпечують її ефективне функціонування. Для створення функціональної системи відеоспостереження недостатньо самих лише камер. Потрібен комплекс компонентів, які працюватимуть як одне ціле. До них входять: відеокамери, відеореєстратори, жорсткі диски, роутери, комутатори, монітори, кабелі, патч-корди, роз'єми, конектори, джерела живлення, відповідне програмне забезпечення, стабільний Інтернет (для IP камер). Але про все по порядку.

Камери спостереження – це електронні пристрої, які служать для захоплення зображення або відео. Можуть бути аналоговими або цифровими (IP-камери).

Відеореєстратори (рис. 1.1) – основа в системах відеоспостереження, це мультифункціональні пристрої для запису, опрацювання, стиснення і видалення медіа даних, які зберігаються на найчастіше вже вбудованому жорсткому диску. Реєстратори теж можуть працювати з аналоговими – DVR і мережевими камерами – NVR (Network Video Recorder).[21]



Рисунок 1.1 – Приклад відеореєстратора системи NVR

Роутери (Wi-Fi) – призначені для виходу інформації в глобальну мережу і відповідно, віддаленого доступу та адміністрування. Адже, саме в цьому головна відмінність і перевага системи NVR. Головне призначення роутера у системі NVR – зв'язувати всі відеореєстратори в глобальній мережі. Втім, це справедливо лише для невеликих локальних мереж. В Західноукраїнському національному університеті є прихід Ethernet від якого йде розгалуження за допомогою свічів та відеореєстраторів, тож потреба в роутерах нівелюється. А для інших потреб, де необхідне Wi-Fi з'єднання використовуються точки доступу, такі як GRANDSTREAMGWN7660, що підтримують гігабітну швидкість передачі даних або старіші, від компанії TP-LINK.

Сервер – це автономна машина, що здатна протягом довгого інтервалу часу здійснювати автономне обслуговування клієнтів, керуючись попередньо встановленим ПЗ.

Комутатори, концентратори (хаби), свічі. Назви різні, але принцип схожий (детальніше в пунктах 1.3.2 і 2.2) і полягає він у зборі інформації з багатьох відеокамер і передачі даних одним кабелем до відеореєстратора. Це значно спрощує монтаж, інакше операторський центр заплутався би у безлічі проводів.[15]

Жорсткі диски або інший тип сховища, наприклад, SSD або хмарні сервіси використовуються для накопичення інформації і довготривалого зберігання в пам'яті. Зазвичай жорсткими дисками обладнуються саме відеореєстратори. Тому малі локальні мережі можуть працювати без серверів.

Інше операторське обладнання, може включати в себе допоміжні засоби, наприклад, гучномовець для можливості оперативного втручання в небезпечну ситуацію.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		





Рисунок 1.2 – Приклад 5-ти портового свіча компанії D-Link

Монітори призначені для виведення візуальної інформації (перегляду відео в режимі реального часу або збережених матеріалів, інтерфейсу налаштування системи).

Від типу кабелів залежать і роз'єми і конектори. Тобто DVR використовує коаксіальний кабель і конектори типу «RF/BNC». NVR використовує «виту пару» і конектори RJ-45 (8p8c).



Рисунок 1.3 – RJ-45 і BNC конектори відповідно

Патч-корди – це кабелі з обох боків з конекторами, зазвичай не дуже довгі, призначені в основному для фізичного з'єднання (комутації) патч-панелів зі свічами (комутаторами, хабами).

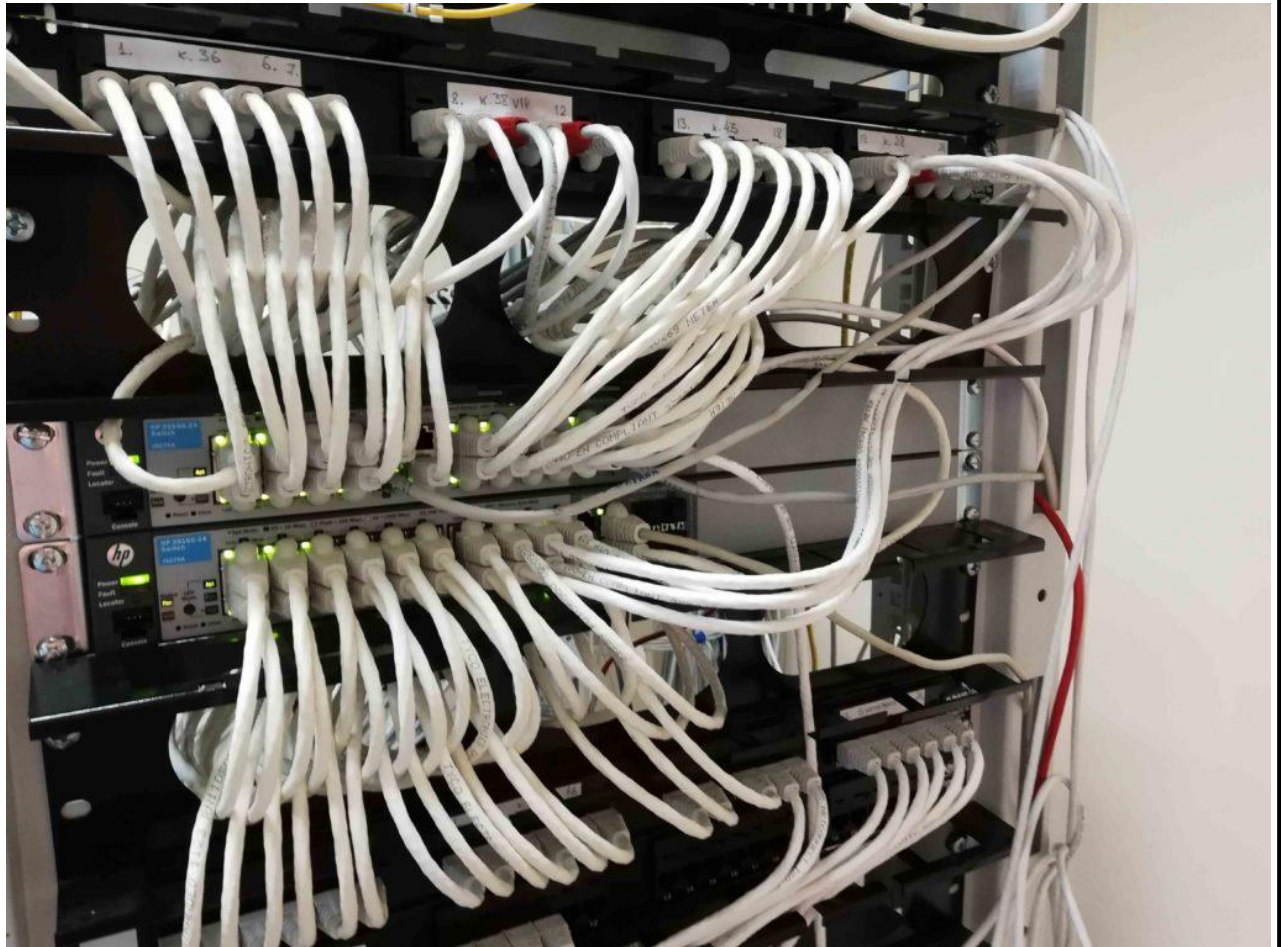


Рисунок 1.4 – Приклад комутації за допомогою патч-кордів

Будь-які електричні пристрої потребують живлення. Найпростіший спосіб – підключення зовнішнього блока живлення на 5,9,12,48 Вольт. Однак, у важкодоступних місцях буває неможливим використання зовнішнього живлення. Тут приходиться на допомогу система PoE (PowerOverEthernet). При цьому живлення передається через Ethernet, і блок живлення може бути схований в комутаційну (серверну) шафу, що відкидає необхідність «тягнути» до периферійного об'єкта зайві кабелі.



Рисунок 1.5 – Блок живлення системи PoE

Програмне забезпечення потрібне для належного функціонування всієї системи. Крім того, воно виконує рутинні задачі, наприклад виконує reboot/reset «завислих» камер, стискає медіа дані, переводить камери в різні режими: активний режим/режим очікування, нічний/денний. Запис і видалення відео теж робота ПЗ. Воно є і в камерах, і в відеореєстраторах і в розумних комутаторах. [17]

Для системи NVR також потрібен Інтернет, оскільки вони працюють в локальній мережі LAN та мають вихід на глобальну мережу WAN. Це потрібно для забезпечення можливості адмініструвати систему відеоспостереження і здійснювати нагляд в будь-якій точці світу. Для цього треба знати лише IP-адреси, логін і пароль системи.

## 1.2 Функціональні особливості систем відеоспостереження

У сучасному світі системи відеоспостереження мають широкий спектр застосувань. Це пов'язано з їхніми функціональними особливостями, які дозволяють використовувати такі системи в різних галузях. Щодо функцій, які виконують такі системи, я б виділив три, а саме: безпека, моніторинг (активний контроль доступу), аналітика.

Безпека систем відеоспостереження – це виявлення, відстеження та розпізнавання людей, об'єктів або надзвичайних ситуацій. Наприклад,

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

система відеоспостереження з вбудованою функцією ідентифікації осіб і номерних знаків автомобілів широко використовується Міністерством Внутрішніх Справ; відеокамери, що призначені для виявлення небезпечних природних явищ підключені до системи оповіщення населення; у промислових зонах відеоспостереження здатне автоматично виявляти пожежу, збої у виконанні технологічного процесу, фіксувати незаконне проникнення або втручання в систему і автоматично відправляти сповіщення на пульт або у відповідні служби. Саме тому з метою безпеки, системи відеоспостереження встановлюють на/у: вулицях, будинках, горах і прибережних зонах, комерційних установах, режимних об'єктах, логістичних центрах, дорогах і перехрестях, освітніх і медичних закладах.

Моніторинг що здійснюється за допомогою систем відеоспостереження призначений для контролю доступу осіб або інших об'єктів в зазначену зону. Це може бути ідентифікація автомобілів для доступу до місця стоянки; інтеркоми, з вбудованою функцією розпізнавання облич, відслідковування та контроль доступу персоналу до обмежених зон. Так, для моніторингу системи відеоспостереження застосовуються у приватних і багатоквартирних будинках, сучасних парковках, магазинах і режимних об'єктах. [3]

Системи відеоспостереження виконують також важливу аналітичну функцію. Так, «пасивні» камери спостереження можуть бути навіть не підключенні до будь-яких інших систем автоматики, але відігравати важливу роль у сфері дослідження і аналітики. Покупці у супермаркеті, продукція на складі, автомобілі на дорогах, пацієнти в медичних установах, учні та студенти освітніх закладів. Все це потребує контролю і на основі отриманих даних можна складати певні закономірності. Наприклад: поведінка пацієнтів, клієнтів і учнів в різний час доби; завантаженість дороги в певних умовах, спостереження та контроль запасів сировини на складі, а також контроль за рухом товарів. Крім того, важливу роль в таких системах відеоспостереження може відігравати психологічний фактор. Так, водії

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

машинально знижують швидкість руху перед відеокамерами, що позитивно впливає на безпеку руху; відеокамери на виробництві «тиснуть» на працівників, і вони підсвідомо працюють сумлінніше; порядок і дисципліна в школі теж певною мірою залежить від розуміння того, що «камери все побачать». Ба більше, камери є навіть у наших телефонах. Тому кожен раз знімаючи фото/відео просто посеред вулиці, можна прослідкувати за тим, як інші люди намагаються уникати випадкового потрапляння в кадр. [27]

Очевидно, було названо не всі галузі застосування таких систем відеоспостереження, оскільки їх використання значно ширше. Проте, слід розуміти, що в різних галузях доцільно використовувати різні типи систем відеоспостереження. І для вирішення різних задач буває потрібні різні ресурси і різні камери. Тому розглянемо найпоширеніші типи відеокамер, оскільки кожен тип має свої переваги і використовується в залежності від конкретних потреб і умов встановлення. [11]

За типом огляду: фіксовані і поворотні.

Фіксовані – камери, які призначені для огляду ділянки з незмінним кутом огляду. Фіксовані зазвичай встановлюють у місцях, де немає необхідності оглядати широку територію, до 110 градусів. Такі відео камери найпоширеніші. Встановлюються у приміщеннях і на вулиці на стінах будинку. Також це можуть бути камери вхідної групи, тобто такі, які призначені для зйомки території в'їзних воріт, вхідних дверей, воріт гаража. Головний їхній недолік – фіксований фокус. Через це треба йти на компроміс і обирати між широким кутом огляду близького об'єкта і вузьким кутом відносно далекого.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		15



Рисунок1.6 – Приклад фіксованих камер спостереження

Поворотні камери позбавленні цього недоліку, адже мають можливість обертатися довкола точки кріплення і відповідно захоплювати в кадр різні локації. Такий вид особливо актуальний для широкого периметрального огляду, адже за допомогою всього двох таких відеокамер можна контролювати всю прилеглу територію конкретного об'єкта. Також вони встановлюються там, де територія зйомки змінює свій напрямок, наприклад, на дорогах із реверсивним рухом. До головного недоліку слід віднести неможливість записувати все й одразу, а на жорсткому диску буде збережена лише та картинка, яка потрапила в зону дії камери в конкретний момент часу.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		16



Рисунок 1.7 – WiFi поворотна відеокамера INQMEGA

За типом конструкції, форм-фактору: купольні, циліндричні, вбудовані.

Купольні відеокамери у більшості випадків мають налаштований фокус на близькі широкі об'єкти. Встановлюються найчастіше у кутах кімнат, під козирком даху будівлі, на стелі, на сходовій клітці. До їхніх головних переваг можна віднести легкий монтаж і можливість повністю приховати кабель. Крім того, здалеку не видно, куди конкретно «дивиться» така камера, все через її форму, адже виглядає вона зі всіх боків однаково. Ще одна перевага – це відносна антивандальність. Адже будь-яку камеру можна повернути, так, щоб вона не захоплювала певної території. І тільки з купольною це неможливо – для регулювання потрібен спеціальний ключ для зняття ковпака.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		17



Рисунок 1.8 – Купольна камера спостереження DahuaDH-IPC

Циліндричні камери зазвичай налаштовані на зйомку вузького кута, тому вони ідеальні для контролю коридорів, тунелів, доріг і прольотів супермаркетів. Вони теж прості у монтажі, проте у деяких зразків сховати кабель повністю – задача не з простих. Здалеку всім видно куди вона спрямована, тому для вирівнювання розподілу уваги зазвичай на одну ділянку встановлюють дві камери з різних боків.[7]



Рисунок 1.9 – Циліндрична камера спостереження HIKVISION

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		18



Головна мета вбудованих відеокамер – гармонійно вливатися в інтер'єр і не привертати зайвої уваги. Зазвичай такі камери не використовують за прямим призначенням, тобто вони не записують інформацію і працюють не постійно. Частіше вони застосовуються для відеоконференцій, розпізнавання користувачів, в інтеркомах. Ноутбуки і смартфони теж мають вбудовані камери з функцією Face ID.



Рисунок 1.10 – Вбудована камера спостереження A4TECH

Окремо можна виділити відеокамери на кронштейні-стійці. Це проміжний варіант між всіма попередніми. Вони не виділяються в інтер'єрі за рахунок естетичного вигляду, їх можна ставити в тісні кімнати і просторі зали, вони мають функцію аудіо запису і вбудовану карту пам'яті, що дозволяє їм працювати автономно, а за рахунок спеціального квадратного фіксатора, монтаж не викликає труднощів. Єдиний недолік – невеликий запас міцності. Таку камеру легко випадково збити чи пошкодити. Тому вони, при можливості, встановлюються максимально високо над підлогою.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



Рисунок 1.11 – Камера на кронштейні стійці HIKVISION

Інші параметри часто не залежать від типу камер. Наприклад, камери з інфрачервоною підсвіткою це не окремий вид, а додаткові корисні функції вже перерахованих типів камер. Таких функцій багато і ось деякі з них:

Easy Day/Night – функція автоматичного переходу в темну пору доби на чорно-білий формат. Такі камери володіють високим рівнем вловлювання світла, що дозволяє їм працювати навіть в сутінках.

Антивандальні камери призначені для встановлення в місцях, де передбачена можливість випадкового або навмисного виводу її з ладу. Такі встановлюють на автобусних зупинках, у метро, у в'язницях, у шахтах, будь-де, де камерам може щось нашкодити.

Вуличні відеокамери можна (однак не рекомендується) встановлювати просто на вулиці без будь-якого прикриття зверху.[4]

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



Рисунок 1.12 – Приклад вуличної камери

Вони відповідають стандартам захисту від пилу та вологи, тому теоретично їм не загрожують складні погодні умови: дощ, сніг, туман. Цікаво, що перші в світі камери спостереження були саме вуличними.[11]

### 1.3 Організація відеоспостереження на об'єкті

#### 1.3.1 Створення системи відеоспостереження з врахуванням топологічних особливостей об'єкта

Організація відеоспостереження на об'єкті залежить від багатьох факторів: умов встановлення, кліматичних і метеорологічних особливостей, призначення системи (безпека, моніторинг, аналітика), розрахованого бюджету, планування території і передбаченої поведінки людей. Найпростіша організація системи відеонагляду з двох відеокамер системи NVR виглядає так: камери встановлені на своїх місцях, до них підключені кабелі живлення і кабелі Ethernet, інший кінець яких підключений напряму до відеореєстратора, в якому попередньо встановлений жорсткий диск для запису інформації. Також до нього під'єднано монітор для виведення інформації і миша для управління системою. Проте на практиці все зовсім не так просто. Для виводу в Інтернет потрібен ще роутер. Камер часто буває більше ніж вільних портів у відеореєстраторі або сам відеореєстратор має тільки один LAN порт, тому доводиться застосовувати свіч. Поблизу відеокамер зазвичай немає розеток 220В, тому доводиться використовувати РоЕ. Така система може не підтримуватися свічком або реєстратором, тому

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		21

виникає потреба у додатковому встановленні блоків живлення. 12 Вольт не «добиває» по мідному 8-ми жильному кабелю «вита пара» більш ніж на 50-100 метрів. Доводиться робити підсилення сигналу. Словом, нюансів багато, але при грамотному підході до планування системи відеоспостереження можна уникнути таких неприємних моментів.

Отож, для вдалого розміщення і функціонування системи відеоспостереження потрібно мати кілька речей, а саме:

Планування. В ідеальному випадку це роздрукований план території, але коли це недоступно, достатньо просто чіткого розуміння і орієнтування на заданій місцевості. В першу чергу слід звертати увагу на вхідну групу і відштовхуватися від неї по колу. [1]

Місце встановлення. Внутрішні, зовнішні, периметральні. Ці камери виконують одні і ті ж функції, проте їх вибір залежить від конкретних умов встановлення. Наприклад, не можна встановлювати внутрішні камери по периметру, адже вони для цього не розраховані і їх може вивести з ладу перший же дощ. Крім того, відеокамери, що розміщені на зовнішніх кутах території потрібно чітко відкалібрувати по висоті і довжині захоплення, оскільки невдала висота установки і зйомки може мати «сліпі зони», а неправильно відрегульована довжина може «вийти» на чужу територію, що загрожує адміністративною чи навіть кримінальною відповідальністю.

Мета встановлення. Загалом, оптимальна висота встановлення відеокамер – 2,5-3 метри. Однак, для вирішення різних задач висота розміщення повинна змінюватися. В приміщеннях висота точки встановлення обмежена стелею. Для розпізнавання облич в інтеркомі, оптимальна висота 1,5-1,7 м, адже камера повинна дивитися строго в напрямку обличчя людини. Забезпечення безпеки здійснюється при установці на висоті до 3-ох метрів. Аналітичні функції в повному обсязі можуть виконувати камери, що розміщені максимально високо (електричні

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		22

стовби, верхні поверхи багатоповерхівок, найвищі точки великих приміщень).

Кути огляду чи фокус на конкретний об'єкт. Компроміс між цими параметрами дозволяє підібрати точні характеристики відеокамер. Наприклад, камера, яка зніматиме вхідні ворота, може розташовуватися на стіні будинку. При цьому постає необхідність чітко бачити особу, яка заходить чи виходить. Кут огляду камери в такому випадку складе приблизно 40 градусів (варто завжди давати трохи запасу). Тобто тут слід підбирати такі системи, які чітко фокусуються на конкретних об'єктах, але мають відносно невеликий кут огляду, а камера, що встановлюється між двома стінами, має бачити мінімум 90 градусів. [20]

Провіднічи безпроводні. Переваги безпроводних камер, які працюють по WI-FI, на перший погляд, очевидні. Це гнучкість і відносна автономність системи, а також можливість встановити відеокамери у важкодоступних місцях. Проте на практиці у такі місця камери встановлюють вкрай рідко. Крім того, навіть бездротова камера повинна мати зовнішнє живлення (звісно, якщо не це AJAX), а значить, і до неї потрібно тягнути хоч один кабель. А якщо це можливо, то не складе великих труднощів прокласти кабель вита пара, що використовується у провідних системах відеоспостереження. Більше того, суттєвим недоліком є залежність від стабільного інтернету і велике навантаження на точку доступу, що погіршує пропускну здатність і може дійти до повного зависання мережі.

### 1.3.2 Способи застосування систем відеоспостереження зовнішнього, периметрального та внутрішнього огляду

З назви заголовка зрозуміло, що внутрішній огляд – це огляд всередині приміщення, зовнішній – це огляд від центрального об'єкта назовні, а периметральний – це огляд, що здійснюється з країв, найчастіше зовнішніх кутів прилеглої території і спрямований на центральний об'єкт. Для кожного типу спостереження підходять різні системи, а тому ще на стадії

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

проектування варто враховувати параметри об'єкта і підлаштовувати під них параметри системи відеоспостереження.

Отож, правильний підбір параметрів камери:

Матриця - це чутлива до світла поверхня, яка фіксує світлові сигнали та перетворює їх на електричні сигнали, які потім обробляються для створення відео. Розмір матриці вимірюється в дюймах, наприклад: 1/2'', 1/3'', 1/4''. Тут просто: що більша матриця, то краще і виразніше зображення. Крім цього з'являється здатність до зуму без втрати роздільної здатності.

Роздільна здатність – параметр, який вимірюється у пікселях і вказує на кількість пікселів у кадрі. Чим вища роздільна здатність, тим більше деталей можна вловити на зображенні. Популярні роздільні здатності включають HD (720p), Full HD (1080p), 4K (2160p) тощо. Високий показник цього параметру потрібен для чіткішої деталізації, однак якщо відеокамера «дивиться в упор», то можна застосовувати низьку роздільну здатність. Різниця і так не буде помітною для людського ока, але можна суттєво зекономити бюджет, оптимізувати пропускну здатність і заощадити місце на сховищі.

Фокусна відстань об'єктива (позначається літерою  $f$ , вказується у мм). Трохи вище вже було згадано про компроміс між фокусом і кутом. Так от, фокусна відстань на пряму впливає на ці показники. Чим менше  $f$ , тим ширший кут огляду і тим менша деталізація зображення. Наприклад, при  $f = 2,9$  мм, кут огляду сягає аж 104-ох градусів (широкі парковки, площі, аеропорти). А вже при  $f = 12$  мм, кут дорівнює приблизно 25 градусів, що забезпечує можливість чітко бачити предмети середнього розміру (автомобілі, пішоходи, двері і вікна будівлі) на відстані 200 метрів.

Світлочутливість – параметр, який вказує на те, як добре камера може фіксувати зображення при слабкому освітленні. Чим вища чутливість до світла, тим краще камера може працювати в умовах низької освітленості або вночі. Цей параметр вимірюється в люксах (lx). І чим менше дане значення у люксах, тим менше світла потрібно для нормального функціонування камери

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

або сенсора. Однак, це не може розтягуватися до нескінченності, оскільки вночі навіть найчутливіші до світла камери не будуть функціонувати належним чином. Тому важливим параметром «нічних» камер є наявність інфрачервоного підсвічування. Чим ширший цей діапазон, тим на більшу відстань камера може «прорізати» темряву.[19]

Розділеність об'єкта. Великі об'єкти зазвичай мають кілька корпусів і навіть філій. Для здійснення відеоспостереження на такому об'єкті слід враховувати його габарити. Як було зазначено вище, відеокамери не працюватимуть на відстані більше 50 метрів від точки живлення. Тому потрібно поділити територію на умовні райони, причому, в одному районі не обов'язково будуть камери однієї групи. В центрі цих районів обов'язково стоятиме свіч та/або PoE блоки. Для прикладу візьмемо 9-ти поверхову будівлю (і її прилеглу територію) з одним коридором з довжиною 120 метрів. Якщо необхідно оглядати кожен коридор, то доцільно розмістити дві комутаційні шафи на 5-ому поверсі, причому в різних кінцях коридору. Таким чином, забезпечується повне перекриття і відстань від свіча до камери не буде перевищувати 50 метрів. Зовнішні камери будуть заводитися до тієї шафи, яка розташована якнайближче. При периметральному огляді, коли камери розташовані на зовнішніх кутах території подвір'я і спрямовані на будівлю, можливо, доведеться встановлювати окремий свіч на першому або другому поверсі. Коли ж існують ще й віддалені філії, до яких фізично неможливо прокласти кабель, використовуються переваги системи NVR. Тобто розділені об'єкти мають свої центри, які зв'язані у глобальній мережі. Саме тому операторами відеоспостереження можуть бути одночасно багато осіб (охоронці, директори структури, вузлові центр, працівники, що обслуговують корпоративні мережі).

Правильний підбір іншого мережевого обладнання є важливим для створення надійної, ефективною та безпечною мережі і він теж залежить від особливостей об'єкта і типу огляду (внутрішній, зовнішній, периметральний). [6]

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

Свіч. Існують розумні комутатори і примітивні концентратори. Виглядають вони майже однаково, проте головна їх відмінність полягає у особливості їхньої роботи. Так, концентратор (хаб) бере сигнал з одного джерела і розсилає дані на всі доступні порти. Це просто і дешево, але не всі пакети даних призначені для всіх пристроїв. Це створює чергу, оскільки відбувається значне «просідання» пропускної здатності. Цього недоліку позбавлені смарт свічі. Вони розподіляють дані і розсилають їх згідно масхи IP адрес. Тому кожен пакет даних надсилається конкретно туди, куди треба.

Також важливо враховувати масштаб, тобто кількість відеокамер. Портів у свічі повинно бути достатньо, а краще із запасом для можливості подальшої модернізації системи відеоспостереження. Для периметрального огляду підійде дешевий 5-ти портовий свіч. 1-ий порт – прихід інтернету (до відеореєстратора чи роутера), 2,3-ий – відеокамери, 4,5-ий – вільні для можливого іншого обладнання або на випадок виходу з ладу одного із задіяних портів. [5]

Важливо відзначити і методи живлення комутатора. Якщо це PoE свіч, то живлення всього нижнього рівня (детальніше в пункті 2.4) залежить лише від однієї розетки. Тому слід розраховувати мережу з планом Б, тобто таким чином, щоб вимкнення живлення не призводило до негайної зупинки системи відеоспостереження в цілому.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		26





Рисунок1.13 – Приклад свіча для периметрального огляду

Для внутрішнього спостереження потрібен смарт свіч з багатьма портами, адже на кожному поверсі може бути кілька відеокамер.



Рисунок1.14– Смарт свіч 24 портовий Сіскодля внутрішнього або комбінованого огляду

Крім того, смарт свіч наділений деякими корисними можливостями. Наприклад, функція керування мережею і наявність SFP-портів для оптоволоконного каналу зв'язку. Все це дасть високу швидкість і передачу сигналу без затримок. [10]

## 2. СТРУКТУРА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДЕОПОСТЕРЕЖЕННЯ В ЗУНУ

### 2.1 Особливості функціонування систем відеоспостереження

Вся використана інформація про ЗУНУ не являється професійною таємницею і попередньо узгоджена з керівництвом ННЦІТу.

У Західноукраїнському національному університеті функціонують 7 інститутів, 5 факультетів, 7 міжнародних програм та факультет-програм, 3 філії, 3 коледжі. У самому місті Тернопіль розташовано 10 навчальних корпусів, 7 з яких знаходяться на території студмістечка і ще 3 розосередженні на території міста. Крім того, у студмістечку знаходяться 6 гуртожитків, спортмайданчики, стоянки, господарська частина та інші споруди і локації, які потребують постійного відеонагляду. [28,29]



Рисунок 2.1 - Карта розміщення корпусів та інших важливих об'єктів ЗУНУ

В кожному навчальному корпусі і кожному гуртожитку є охоронний пункт, де на монітори виводиться зображення з камер конкретного об'єкта, його прилеглої території і вхідної групи. Також окремо є охоронний пункт біля центральних в'їзних воріт, які закриваються шлагбаумом. За встановлення, налаштування і підтримку подальшої експлуатації відповідає навчально-науковий центр інформаційних технологій, лабораторія корпоративних мереж. Кількість і розташування камер залежать від різних умов їх встановлення. Для прикладу візьмемо гуртожиток № 4, позначений на карті цифрою 9.

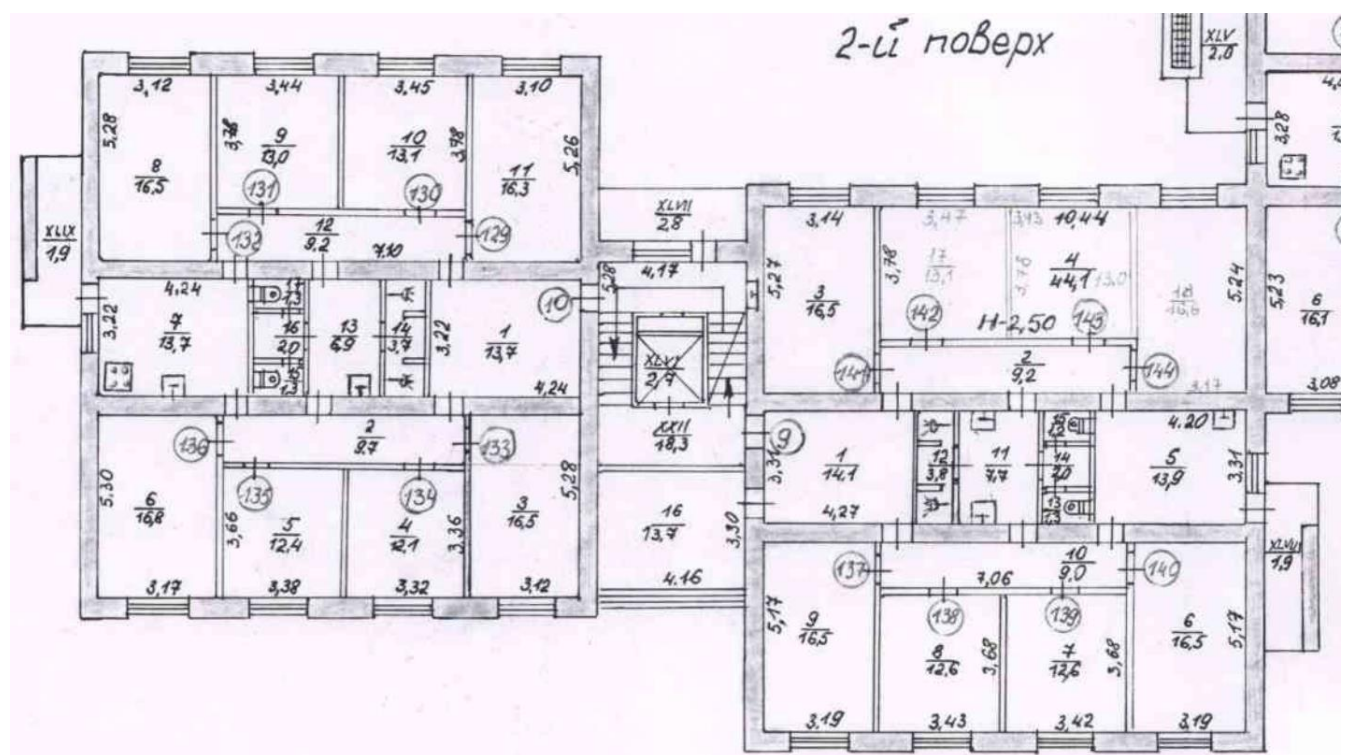


Рисунок 2.2 – План 4-го гуртожитку

Дана будівля має різнорівневу концепцію, тобто на один повний виток сходової клітки припадає одразу 2 поверхи, які позначені цілими цифрами і їх відповідними половинками (1; 1,5; 2; 2,5...). Як бачимо зі схеми, будівля має два крила, але для спрощеного розуміння будемо розбирати лише ліве (північне) крило. Отож, 9 поверхів, 8 з яких житлові (пам'ятаємо про різнорівневу концепцію) це 16 блоків. В кожному блоці є два коридори, які ідуть в обхід санвузла. Це 16 кухонь, і 32 коридори. Сумарно 48 відеокамер

які повинні хоча б частково перекриватися. Їхня головна задача – забезпечувати безпеку і підтримувати порядок на поверхах. Для цього на першому поверсі встановлено пункт вахтового, який може переглядати відеоз моніторів у режимі реального часу.

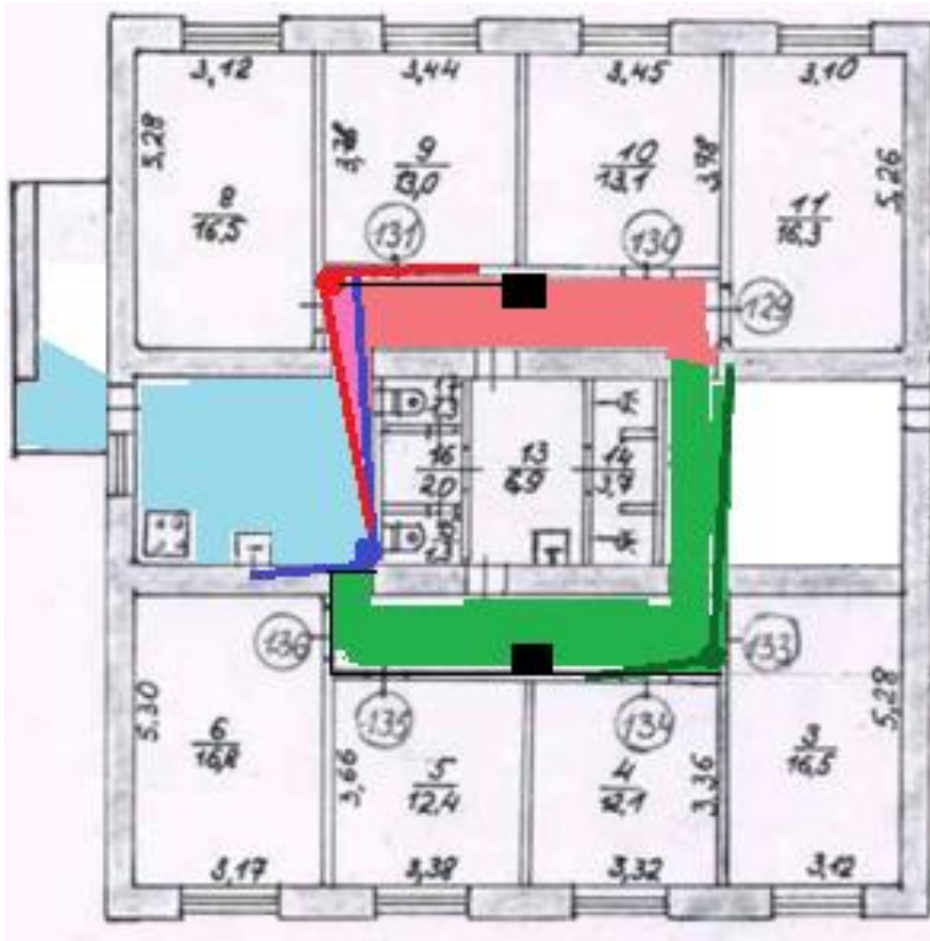


Рисунок 2.3 – Приклад часткового перекриття камер відеоспостереження з повним захопленням необхідної території

Вже відомо про те, що для запису інформації потрібен відеореєстратор. Для зручності прокладення кабелів і забезпечення приблизної рівновіддаленості відеокамер від відеореєстратора (свіча), їх встановлено по два штуки на поверхах 4,5 і 5. Оскільки вони встановлюються на житлових поверхах, потрібно повністю виключити можливість випадкового або й навмисного виведення з ладу цих важливих компонентів. Для цього всі свічі (комутатори) заховані в металеві вентилязовані комутаційні шафи (на схемі – позначений чорними прямокутниками), які замикаються на ключ,

розташовані високо над підлогою, так, щоб забезпечити вільний прохід коридором і щоб зачепити шафу головою не являлося можливим.



Рисунок2.4 – Приклад настінної комутаційної шафи

Вся проводка по цій же причині ховається під настінні короби. Від свіча далі кабелем підключений маршрутизатор, який забезпечує вихід зображення онлайн. Пам’ятаємо, що таких свічів два на одне крило, крім того, існує ще й інше крило, укриття і прилегла територія. Тому для зручності маршрутизатор розташовано біля пункту вахтового, де встановлено центральну комутаційну шафу, в якій знаходиться відеореєстратор, що призначений для збору інформації зі свічів на поверхах.[2]

## 2.2 Система опрацювання даних відеоспостереження.

Звичайний оператор відеоспостереження має змогу бачити лише віддалено об’єкт. Зазвичай, він не бере участі у формуванні системи загалом. Однак, це не означає, що система відеоспостереження закінчується на вахтовому пункті, адже для належного функціонування потрібна ціла складна система опрацювання даних. Отож, система опрацювання даних – це комплекс

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

програмних та апаратних засобів, який використовується для збору, зберігання, аналізу та відображення медіаданих, отриманих з відеокамер або інших джерел сигналів (датчики руху, диму; сенсори освітленості). Основна мета систем відеоспостереження – надати можливість реального чи віддаленого спостереження за об’єктом або областю, а також можливість записувати відеодані для подальшого їхнього використання чи аналізу. Основні функції системи опрацювання даних включають такі процеси:

**Збір інформації.** Відеосигнали з камер або інших джерел спостереження збираються та передаються до системи опрацювання даних (детальніше в пункті 2,1).

**Зберігання.** Відеодані зберігаються на носіях даних (наприклад, жорсткому диску або сервері) протягом визначеного періоду часу для подальшого використання або архівації.

**Аналіз.** Системи можуть використовувати аналітичні алгоритми для виявлення руху, розпізнавання облич, зон або областей інтересу, а також для виявлення вторгнень чи аномальних подій. Як було описано вище, відеокамери часто працюють в зв’язці з іншими компонентами, в тому числі з компонентами безпеки. Наприклад, пара камера – датчик руху дозволяють суттєво заощадити місце на жорсткому диску, припиняючи запис з камери вночі і моментально відновлюючи його при спрацюванні сенсора руху (підозра на протизаконне вторгнення).

**Відображення.** Відеодані можуть бути переглянуті в реальному часі або у вигляді записаних відеофрагментів через веб-інтерфейс, мобільні додатки або спеціальні програми для відображення відеоданих. Зазвичай для перегляду існують вахтові пункти з моніторами, які підключенні до відеореєстратора через кабель HDMI-VGA/HDMI-HDMI, однак при надзвичайній події, записаний відеоматеріал можна відтворити через деякий час з будь-якого іншого місця.

**Віддалений доступ.** Багато сучасних систем відеоспостереження дозволяють віддалено переглядати відео чи отримувати сповіщення через

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

мобільні пристрої або веб-браузери, що забезпечує віддалений доступ до відеоданих. Розглянута система NVR передбачає цю можливість. Особливо актуально це для корпусів, що розташовані за межами студмістечка і віддалених філій (Кам'янець-Подільський, Свалява).

Архівація та відновлення. Системи можуть забезпечувати можливість архівації відеоданих для подальшого використання чи розслідувань. А також можуть забезпечувати можливість відновлення втрачених чи видалених відеозаписів.

Компресія. Тут варто описати детальніше, адже зберігання і архівація стають майже неможливими без попередньої компресії. Вся справа в тім, що сучасні камери мають високу роздільну здатність FHD чи навіть 4K. Дані з таким дозволом дуже швидко загромождають все місце на носії і вкрай негативно впливають на пропускну здатність мережі в цілому. Тому відеодані можуть бути стиснуті за допомогою різних алгоритмів (наприклад, H.264 або H.265) для економії місця на носії та збереження пропускну здатності мережі. [12]

Проводячи аналіз систем опрацювання даних було виявлено наступні переваги і недоліки. Серед переваг варто відзначити живучість системи, оперативний збір інформації та можливість компресії і віддаленого доступу. Недоліком можна вважати існування територій, де варто запровадити систему розпізнавання рухомих об'єктів, зокрема, людей. Втім, досі таку систему реалізувати неможливо з використанням базових засобів. Важливо відзначити, що системи опрацювання даних відеоспостереження можуть включати в себе різні функції та можливості в залежності від конкретних потреб користувача і характеристик системи. [8]

### 2.3 Підсистема розпізнавання рухомих об'єктів систем відеоспостереження

VMD або підсистема розпізнавання рухомих об'єктів в системі відеоспостереження призначена для аналізу відеоматеріалів з метою виявлення, відстеження та класифікації об'єктів, що знаходяться в полі зору

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

камер відеоспостереження в даний момент. Ця підсистема може використовувати різноманітні методи обробки зображень та машинного навчання для виконання своїх завдань.

Розпізнавання рухомих об'єктів дозволяє виявляти зміни в кадрі, відстежувати об'єкти у русі, виконувати класифікацію та прогнозування їхньої поведінки. Це може бути використано в різних сферах, включаючи безпеку, нагляд за транспортом, відслідковування об'єктів тощо. Часто в таких системах разом з відеокамерами встановлюються допоміжні або виконавчі механізми, які хоч і не здатні прогнозувати подальшу поведінку об'єкта, проте цілком можуть бути встановлені в місцях, де рух обмежено параметрами приміщення. Наприклад, в коридорі. Датчик руху може вловлювати рух, а камера одночасно робити серію знімків.

Щоб уникнути хибних спрацювань такі системи обладнуються механізмами фільтрації шумів. Це програмне забезпечення, яке не враховує такі зміни як зміну освітлення, погодніх умов, рух листя чи малорозмірних об'єктів, на які система не повинна реагувати. В приклад можна використати автоматичні двері в супермаркетах, які не відкриваються на тінь від автомобіля, що проїжджає повз. Правда в системах відеоспостереження рідко використовується інфрачервоний датчик руху. Частіше це працює за принципом порівняння двох зображень, які робляться із заданим інтервалом часу. [25]

VMD може проводити такий аналіз двома способами. Перший спосіб – це аналіз відео на відеореєстраторі або сервері. Дана система дозволяє реалізувати себе навіть на простих камерах, що не призначені для таких задач. Втім, її недолік у тому, що вона навантажує мережу, знижуючи пропускну здатність потоку даних, що може призвести до зависання або виходу з ладу такої системи. Інший спосіб – це аналіз відеоматеріалу самою камерою. Це суттєво знижує навантаження на сервер, проте встановлення такої системи має вищу вартість.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		34



Основні завдання підсистеми розпізнавання рухомих об'єктів включають виявлення об'єктів, відслідковування їхнього руху, класифікацію об'єктів за типами, а також сповіщення про події на основі виявлення ризикових ситуацій, порушень чи просто контролю доступу до певного об'єкта. В ЗУНУ організовано кілька осередків комп'ютерно-інтегрованої системи, де можна було б вбудувати функцію розпізнавання. Це значно спростить роботу персоналу університету. Домофон в центрі інформаційних технологій вмикає камеру біля вхідних дверей і виводить зображення на монітор, коли хтось ззовні натискає на кнопку виклику. В іншому випадку камери перемикаються по черзі. Працівники користуються магнітним ключем, проте є й інші люди, які дотичні до ННЦІТу і часто там бувають. Це створює незручності в тому плані, що комусь доводиться відмикати двері «вручну». Зовсім інша справа із в'їзним шлагбаумом на центральну стоянку (подвір'я студмістечка). Там організовано систему розпізнавання номерних знаків автомобілів, що намагаються потрапити на територію. Дана комп'ютерно-інтегрована система відеоспостереження автоматично відкриває шлагбаум і записує процес в'їзду/виїзду автомобіля. Проте, технічна реалізація підсистеми розпізнавання рухомих об'єктів може включати і інші компоненти, наприклад, контролери на основі Arduino (детальніше в розділі 3).

#### 2.4 Архітектура розподіленої системи відеоспостереження

Поширеною моделлю побудови розподілених систем є трирівнева архітектура. Система відеоспостереження в ЗУНУ теж може бути представлена у трирівневій магістральній архітектурі. Це забезпечує достатню масштабованість, ефективність та гнучкість. До переваг саме цієї архітектури можна віднести надійність та масштабованість. І пов'язано це в першу чергу з тим, що елементи мережі не є зав'язані на конкретні лінії, тобто вихід з ладу відеореєстратора на рівні підрозділів або камери на технологічному рівні не призведе до повної зупинки системи

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

відеоспостереження в цілому[13,14]. Також це покращує безпеку, адже дані, зібрані з відеокамер не зберігаються на одному носії, а розподілені по всьому об'єкту, що фізично унеможливорює злом такої системи.

Найнижчий рівень – технологічний. Тут підсистема комутації сигналів (комутатори), камери, виконавчі механізми – електромагнітні замки, оператор. На цьому етапі відбувається захоплення відео сигналів, обробка даних і відправка на верхній рівень у відеореєстратор. Вище – рівень підрозділів. Тут свої функції виконують проміжні сервери, оператори та відеореєстратор, на який приходить сигнал від комутаторів. Також інформація виводиться на монітори оператора. Останній має змогу впливати на виконавчі механізми (електромагнітні замки), які розташовані на технологічному рівні.

На цьому етапі відбувається обробка, архівування і аналіз, включаючи розпізнавання рухомих об'єктів та зберігання інформації. Також тут забезпечується централізований користувацький інтерфейс і здійснюються базові налаштування моніторингу подій та управління записами.

На найвищому етапі – адміністративний рівень. В ньому розміщені системний сервер, оператор, контролери локальної мережі (перемикачі) і модем. Тут отримуємо можливість керувати сховищем, мережею і камерами, а також здійснювати адміністрування портів комутаторів. [9]Представимо дану архітектуру нижче на схемі 2.1:

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		36

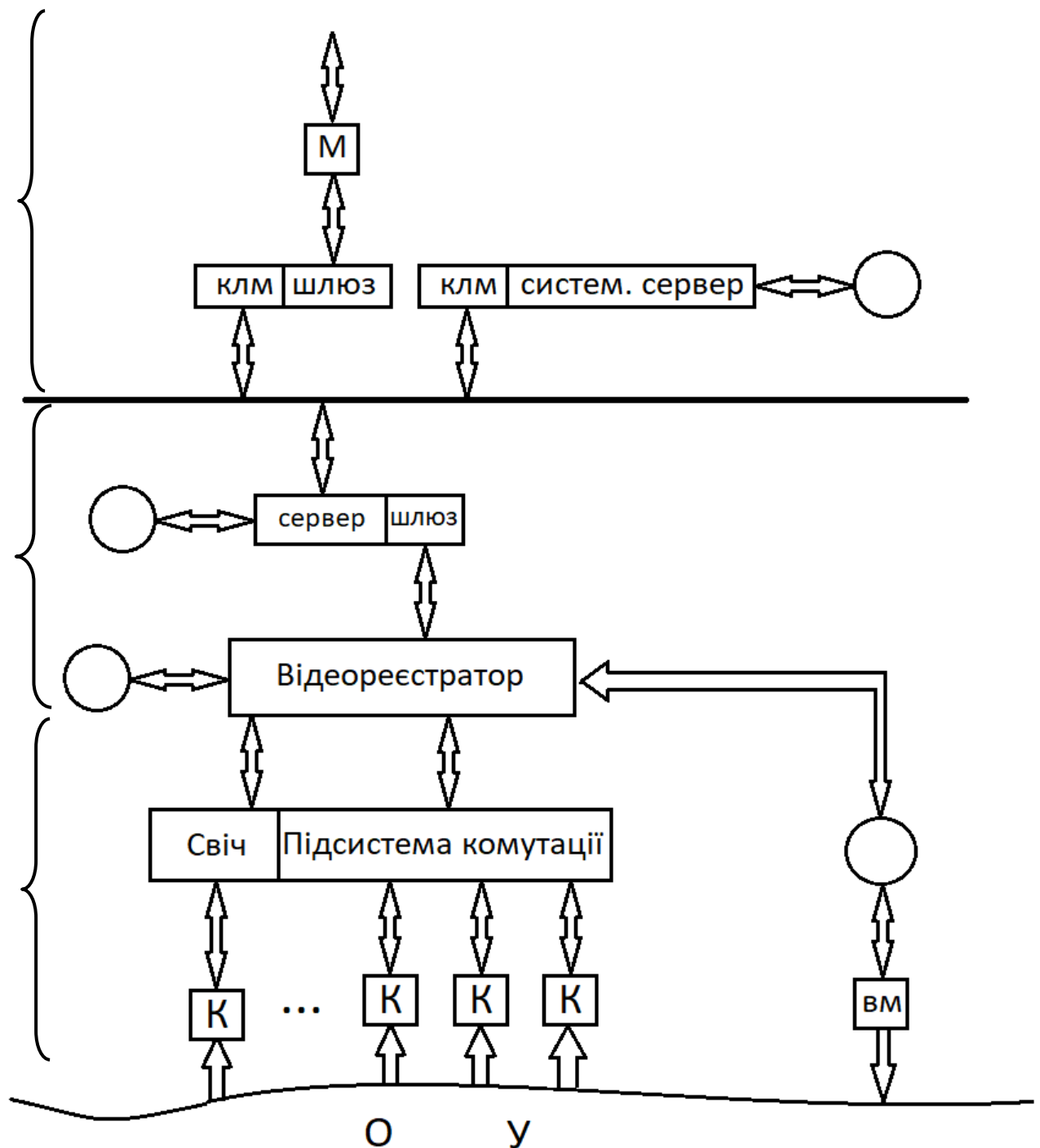


Схема 2.1 – Трирівнева архітектура системи відеоспостереження

З поданої схеми видно, що вся система чітко структурована, де кожен компонент має своє місце і виконує покладені на нього функції. А на кожному рівні є оператор, що слідкує за належним функціонуванням системи.

### 3. ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

#### 3.1 Обґрунтування апаратних засобів для системи відеоспостереження в ЗУНУ

Як вже неодноразово було згадано, для кожної потреби існують конкретні види апаратних і програмних засобів. Тому технічна реалізація комп'ютерно-інтегрованої системи відеоспостереження напряму залежить від умов і поставлених цілей. Апаратні засоби можна розділити на 3 частини: обробка – відеореєстратори, сервери, роутери, свічі; комунікації – кабелі, розводка і обладнання операторського центру; і власне самі відеокамери.

Для реалізації функцій відеоспостереження в ЗУНУ запропоновано наступні технічні рішення. Базовими компонентами такої системи є, зокрема, відеореєстратор. При його виборі повинні враховуватися такі параметри: тип (DVR/NVR), кількість підтримуваних каналів, об'єм пам'яті на вбудованому жорсткому диску, швидкість запису, роздільна здатність, можливість компресії, можливість підключення зовнішніх накопичувачів та іншого обладнання, наявність і підтримка аудіо та системи PoE, підтримка різних протоколів.

В Західноукраїнському національному університеті реалізовано систему відеоспостереження типу NVR для можливості працювати по Ethernet мережі. Кількість каналів – це кількість відеокамер, які здатні функціонувати в системі з одним відеореєстратором. Причому, в аналогових відеореєстраторах кількість підтримуваних каналів збігається з кількістю вихідних портів. В системах NVR, може бути інакше. Адже тут часто використовують свіч, що дозволяє збирати дані з різних каналів і вести їх одним кабелем до єдиного порту LAN на відеореєстраторі. В цьому випадку слід враховувати швидкість запису. Адже, саме вона відповідатиме за кількість одночасно підтримуваних каналів. До прикладу, популярний в ЗУНУ відеореєстратор для внутрішнього спостереження Hikvision моделі DS 7608 NIQ1(C) має швидкість вхідного і вихідного потоків 80 Мбіт/сек.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Пам'ятаємо, що стандартна швидкість Ethernet по стандарту 10Base-T – 10 Мбіт/сек. Виходить  $80/10 = 8$  каналів. Проте існують протоколи, за якими дані можуть записуватися і при нижчій швидкості. Об'єм пам'яті важливий, якщо існує потреба зберігати великі обсяги відеоматеріалів у довгостроковій перспективі. Зазвичай, у системах на 10 відеокамер потрібно не менше ніж 300 ГБ. При цьому важливо залишати запас вільного місця на носії, щоб уникнути зависання системи відеоспостереження в цілому. На щастя, при гострій необхідності, жорсткий диск можна легко замінити на більший, просто розібравши корпус відеореєстратора. Раніше згаданий Hikvision DS 7608 NIQ1(C) дає змогу встановлювати в нього HDD до 8 ТБ, а це вже серверні об'єми.

Наскільки швидко закінчиться пам'ять на жорсткому диску залежить від конфігурації запису відео, в тому числі від роздільної здатності. До прикладу візьмемо відеореєстратор Dahua DHI-NVR1108HS-S3/H. Він здатен працювати на таких параметрах роздільної здатності: 1080P / 720P / D1 / CIF. Не менш важливою характеристикою є можливість компресії. В цьому ж відеореєстраторі компанії Dahua існує можливість стиснути відеофрагменти за алгоритмами H 264 / H 265 / Smart 264+ / 265+. Як бачимо, такий відеореєстратор – непоганий варіант для спостереження з кількох метрів. Проте відсутність підтримки 4K робить недоцільним і економічно неефективним його використання з відеокамерами високої роздільної здатності. [16]

У більшості сучасних NVR відеореєстраторах є один чи навіть два порти USB. Як правило, один призначений для підключення мишки, для керування системою, а інший дає можливість підключити зовнішній накопичувач (флешку чи смартфон) для копіювання відеоматеріалів. Щодо моніторів, обирати слід такі відеореєстратори, у яких є можливість підключити монітори за допомогою двох інтерфейсів: HDMI, VGA. По-перше, це висока якість зображення, по-друге, це живучість і гнучкість, по-третє, можливість у майбутньому розширювати систему: наприклад,

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

встановити додаткові монітори або виводити зображення на резервний спостережний пункт.

Підключення аудіо, на перший погляд, надзвичайно важливе. Проте, на практиці лише деякі відеокамери (здебільшого дорогі) здатні вловлювати звук, та й великі системи просто не в змозі контролювати вахтовий пункт. Згадаймо 4-ий гуртожиток: 48 відеокамер тільки в одному крилі. Слухати це все разом – неможливо, а перемикання по окремих каналах дає високу ймовірність пропустити щось важливіше зовсім в іншому місці, наприклад пожежу.

Але є відеореєстратори, що працюють напряму, тобто без використання свіча. Тоді в них, як і у відеореєстраторах системи DVR, кількість каналів збігається з кількістю підтримуваних каналів. В такому випадку камери, які ми зазвичай підключаємо за допомогою PoE (тобто через PoE комутатор або блоком PoE) потребують додаткового живлення. Це можливо знову ж таки блоком PoE. Але, припустимо, камер 16 штук. Це означає, що в комутаційну шафу, крім самого відеореєстратора, повинно поміститися 16 блоків PoE, і що ще гірше, туди треба завести 16 розеток 220В, точніше 17 – ще одна має жити сам відеореєстратор. Виникає проблема, але її вирішення досить просте – підтримка PoE самим відеореєстратором. Це означає, що з'явилася можливість підключити камеру напряму лише одним кабелем, що значно зекономить простір. А тому для вирішення цього питання не підійде Hikvision DS 7608 NIQ1(C), а лише такі відеореєстратори, що підтримують PoE. Наприклад, Hiseeu PoE NVR, де порти спеціально позначенні як POE Link. [24]

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



Рисунок 3.1– Відеореєстратор HiseeuPoENVR з підтримкою PoE

Щоб краще зрозуміти технічні дані, варто оглянути схематичні характеристики деяких відеореєстраторів у вигляді таблиці, а саме: згадані раніше HikvisionDS 7608 NIQ1, DahuaDHI-NVR1108HS-S3/H і HiseeuPoENVR. Також візьмемо до уваги широко застосовуваний відеореєстратор в ЗУНУ – HikvisionDS-7632NXI-K2.

Щодо самого ЗУНУ, то тут використовуються відеореєстратори, які відповідають вимогам конкретних об'єктів, тому не варто сконцентрувати увагу на чомусь одному. Зазвичай, це відеореєстратори компанії HIKVISION. Так зроблено навмисно, аби не блудити в інших інтерфейсах, плюс це створює свого роду екосистему з відеокамерами тієї ж фірми. Заприклад візьмемо вже згаданий HikvisionDS-7632NXI-K2 (остання колонка таблиці 3.1).

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		41

Таблиця 3.1 – Порівняльні характеристики відеореєстраторів

Назви ВР/ Характеристики	Hikvision DS 7608 NI Q1(C)	Dahua DHI- NVR1108HS- S3/H	Hiseeu PoE NVR	Hikvision DS-7632NXI- K2
К-сть каналів	8	8	10	32
Роздільна здатність	QCIF – 4K До 8 МП	До 1080р До 8 МП	До 1440р HDMI До 1080pVGA	720р – 4K До 12 МП
Швидкість запису	80 Мбіт/сек	80 Мбіт/сек	100 Мбіт/сек	256 Мбіт/сек
Ethernet	1 (10/100)	1 (10/100)	1 (100)	1 (10/100/1000)
Аудіо виходи	1	1 RCA	-	1 RCA
Компресія	H 264/264+, H 265/265+	Smart H 264/264+, H 265/265+	H 264/264+, H 265/265+	H 264/264+, H 265/265+
Підтримка PoE	-	8 портів	8 портів	-
К-сть портів RJ- 45 (8p/8c)	1 прихід	1 прихід і 8 каналів виходу	1 прихід і 8 каналів виходу	1 прихід
Об'єм/інтерфейс підтримуваної пам'яті	SATA до 8 Тб	HDD SATA до 8 Тб	HDD SATA до 6 Тб	2 SATA до 10 Тб

Саме з таблиці найкраще видно, що останній зразок відповідає багатьом нашим вимогам і суттєво випереджує інших в плані швидкості,

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



кількості каналів і об'єму підтримуваної пам'яті. Очевидно, такі параметри не могли не вплинути на вартість виробу, тому він орієнтовно на 30% дорожчий за інші представлені зразки. Тому, саме такі відеореєстратори встановлено переважно в операторських центрах (пам'ятаємо про плутанину в проводах). В комутаційних шафах навпаки встановлені відеореєстратори з підтримкою PoE, або свічі, які збирають дані і відсилають на операторський (вахтовий) пункт одним кабелем.

Свічі. Комутатори потрібні для розсилання інформації з одного джерела на декілька хостів, проте це працює і в зворотну сторону. Так, до одного свіча можна приєднати інші хаби і отримати повноцінну мережу топології – дерево.

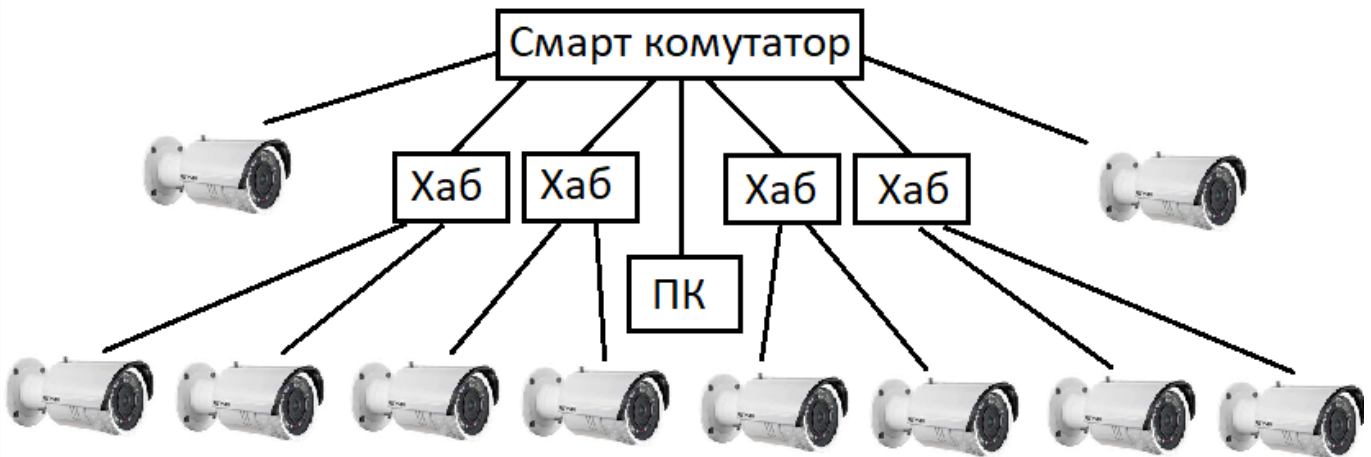


Схема 3.1 – Топологія дерево

На вищих рівнях слід використовувати керовані комутатори 3-го рівня для керування потоками даних і оптимізації мережі в цілому. Саме такі свічі і використовуються в ЗУНУ. Серед них CiscoNexus 2248TP-1GE. Наведемо в таблиці приклади серед іншого подібного активного мережевого обладнання:

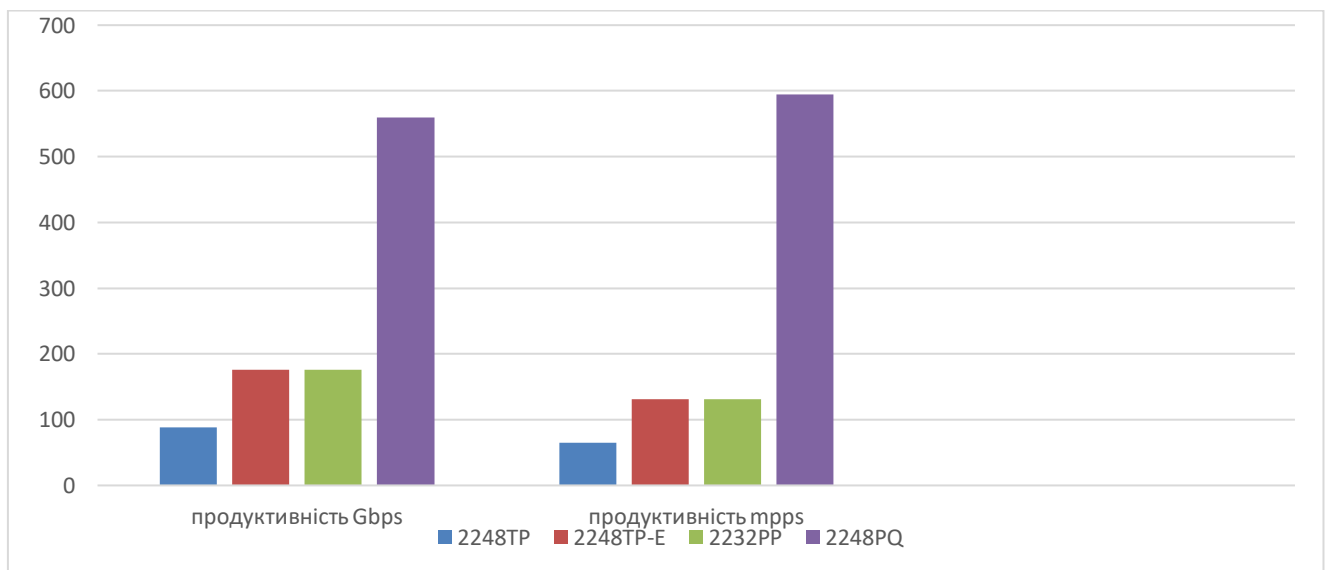
Таблиця 3.2 – Порівняльні характеристики комутаторів

Тип серверів /	Nexus 2248TP	Nexus 2248TP-E	Nexus 2232PP	Nexus 2248PQ
----------------	--------------	----------------	--------------	--------------

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ				Арк.
									43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата					

Характеристики				
Кількість портів	24	48	48	32
Тип портів	100/1000BASE-T	100/1000BASE-T	100/1000BASE-T	1/10 GE SFP/SFP+
Інтерфейс до керуючого комутатора	2	4	4	8
Швидкість до керуючого комутатора	20 Gbps (40 Gbps full duplex)	40 Gbps (80)	40 Gbps (80)	80 Gbps (160)
Перепідписка	1.2:1	1.2:1	1.2:1	4:1
Продуктивність	88 Gbps 65 mpps	176 Gbps 131 mpps	176 Gbps 131 mpps	560 Gbps 595 mpps
Підтримка FCoE	Ні	Ні	Ні	Так

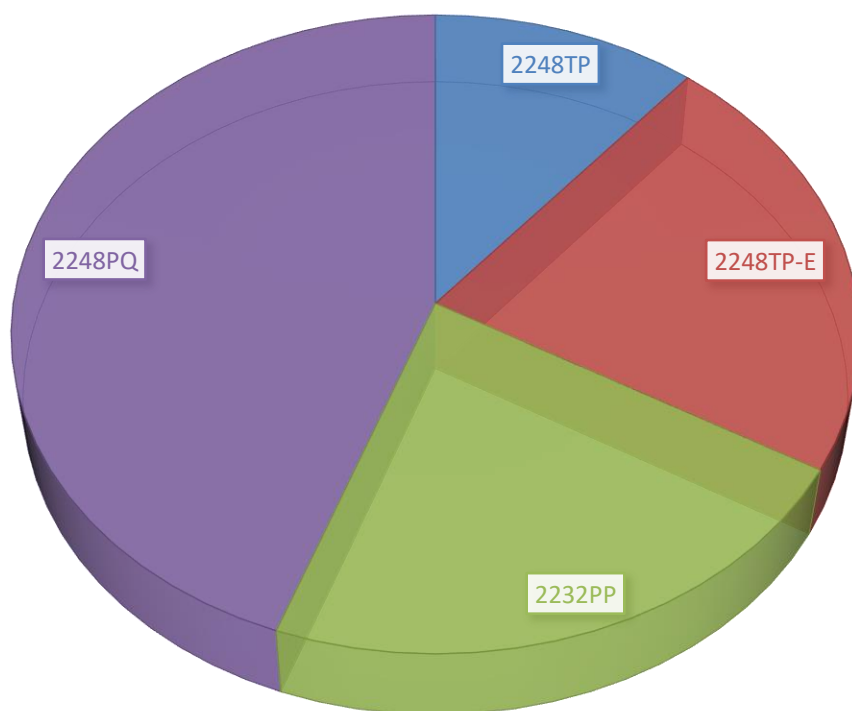
Приведемо дані про продуктивність серверів в ГБ/с і mpps на діаграмі.



Діаграма 3.1 – Порівняння продуктивності

На наступній діаграмі приведені швидкісні характеристики класичних засобів в порівнянні із засобами, що використовуються в ЗУНУ.

### Швидкість в ГБ/сек



Діаграма 3.2 – Швидкісні порівняльні характеристики комутаторів

Як бачимо з таблиці і діаграми, тільки версія PQ має порти на 10 Gb, що власне і логічно виходячи з підтримки протоколу FCoE. Проте, на практиці рідко виникає потреба у таких швидкостях, а тим більше в тунельному протоколі FCoE, хоч 2248TP-1GE теж має підтримку 10 Gb і кеш 32 Мб. Крім того, важливим параметром є перепідписка – здатність пропускати крізь себе непотрібні пакети даних без втрати працездатності і продуктивності мережі.

На нижчих рівнях використовуються некеровані комутатори 2-го рівня dlinkgoGO-SW-24G або його аналоги. Тут характеристики здебільшого однакові у всіх: 24 порти, підтримка 1 Gb, а в повнодуплексному режимі і 2 Gb,

plug&play,

QoS

–

пріоритетність

трафіку.



Рисунок 3.2 – Некерований комутатор GO-SW-24G

Вибирати сервер варто за такими критеріями: Продуктивність: кількість ядер процесора, об'єм оперативної пам'яті, тип та кількість накопичувачів.

Масштабованість: можливість розширення конфігурації в майбутньому.

Надійність: рівень доступності, функції відмовостійкості.

Енергоефективність: споживання енергії, рівень шуму.

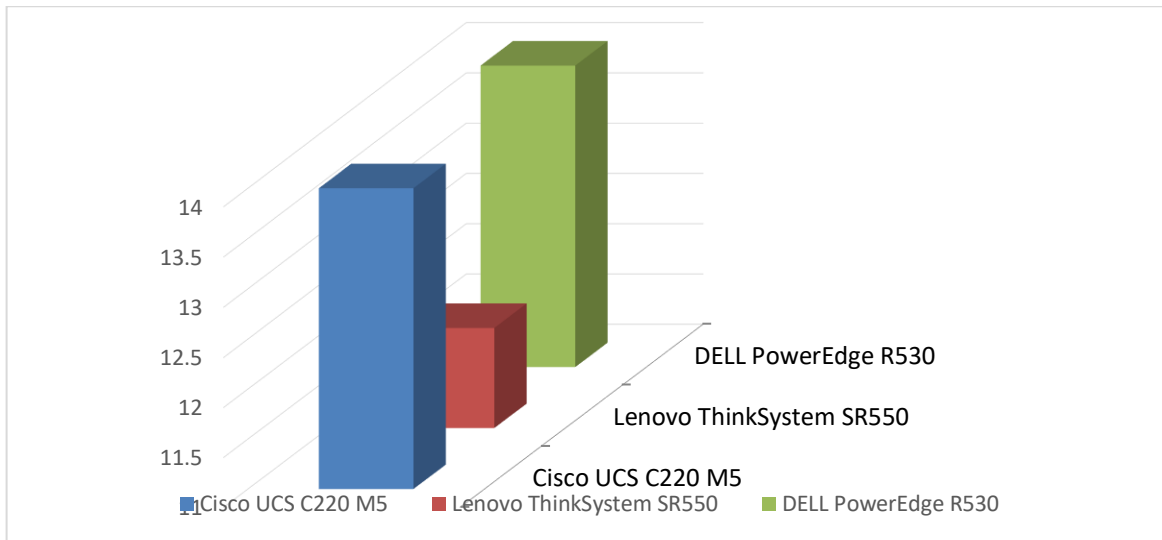
Ціна: вартість сервера та його обслуговування. Підтримка та сервіс: якість та доступність технічної підтримки.

Для прикладу розглянемо такі сервери:

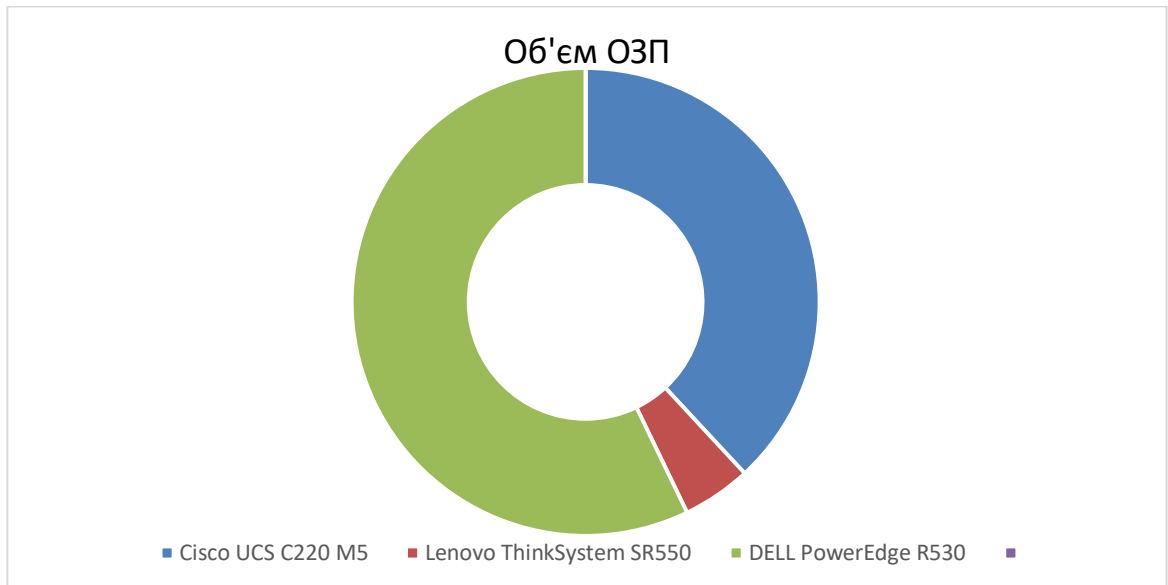
Cisco UCS C220 M5, Lenovo ThinkSystem SR550, DELL PowerEdge R530.

Таблиця 3.3 – Порівняльні характеристики серверів

Тип серверів / Характеристики	Cisco UCS C220M5	Lenovo ThinkSystem SR550	DELL PowerEdge R530
К-сть ядер	14 ядер/ 28 потоків	12 ядер/24 потоки	6 – 14 ядер
Об'єм ОП	DDR4 8, 16, 32, 64, 128 ГБ	16 ГБ	DDR4 64/ 192 ГБ при розширенні
Тип/к-сть накопичувачів	10 SATA	12 SATA	8 SATA до 6 ГБ кожен
Споживання енергії	До 1600 Вт	750 Вт	495, 750 і 1100Вт



Діаграма 3.3 – Порівняння кількості ядер в серверах



Діаграма 3.4 – Порівняння ОЗП в серверах

Окрім даних, наведених в таблиці, також беруться до уваги додаткові можливості і функції серверів.[22]

Як відомо, всі дані, а також живлення, що необхідне самим відеокамерам подається за допомогою кабелю вита пара RJ-45. Проте і вони бувають різні. Розглянемо 2 найпоширеніших типи: UTPiFTP. UTP – це проста конструкція мідних проводів скручених попарно за кольорами. В ЗУНУ найпоширеніший варіант підключення системи відеоспостереження.

Втім іноді, кабель проходить через вулицю, близько до лінії електромережі або транзитом через електротехнічні щити. Таке розміщення створює перешкоди для сигналу, більш відомі як електромагнітні наведення. В такому випадку використовується FTP. Це така ж вита пара, але із зовнішнім екраном з тонкого шару металу, що захищає її від зовнішніх електромагнітних хвиль. Існує також SFTP – різновид FTP з додатковим екраном у вигляді плетенки. Сама фольга екрану заземлюється до мережевої розетки, або напряду патчкордом FTP підключається до приладу, в якому передбачена конструкція для погашення зовнішніх впливів. Так, більшість комутаторів мають заземлення на комутаційну шафу. Таким чином, екран відводить зовнішні хвилі і зменшує їх вплив на 15 дБ.



Рисунок 3.3 – Точка заземлення комутатора

Тепер щодо самих відеокамер. В ЗУНУ використовуються різні камери, що призначені для різних задач. Камери на кронштейні стійці, внутрішні і зовнішні. Для перших беззаперечний лідер – Hikvision exir fixed cube ds2cd2443g2.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		48



Рисунок 3.4 – Камера на стійці Hikvision DS-2CD2443G2

Її переваги: можливість запису на SD карту, вбудований мікрофон, динамік і датчик руху, 4 МП для ширококутної зйомки, дальність ІЧ підсвітки - 10 метрів, підтримка PoE і вага всього 120 грам, що дозволяє кріпити її навіть до пінопласту. Порівнювати її з конкурентами навіть немає змісту, оскільки її аналоги схожі за характеристиками мають набагато вищу вартість.

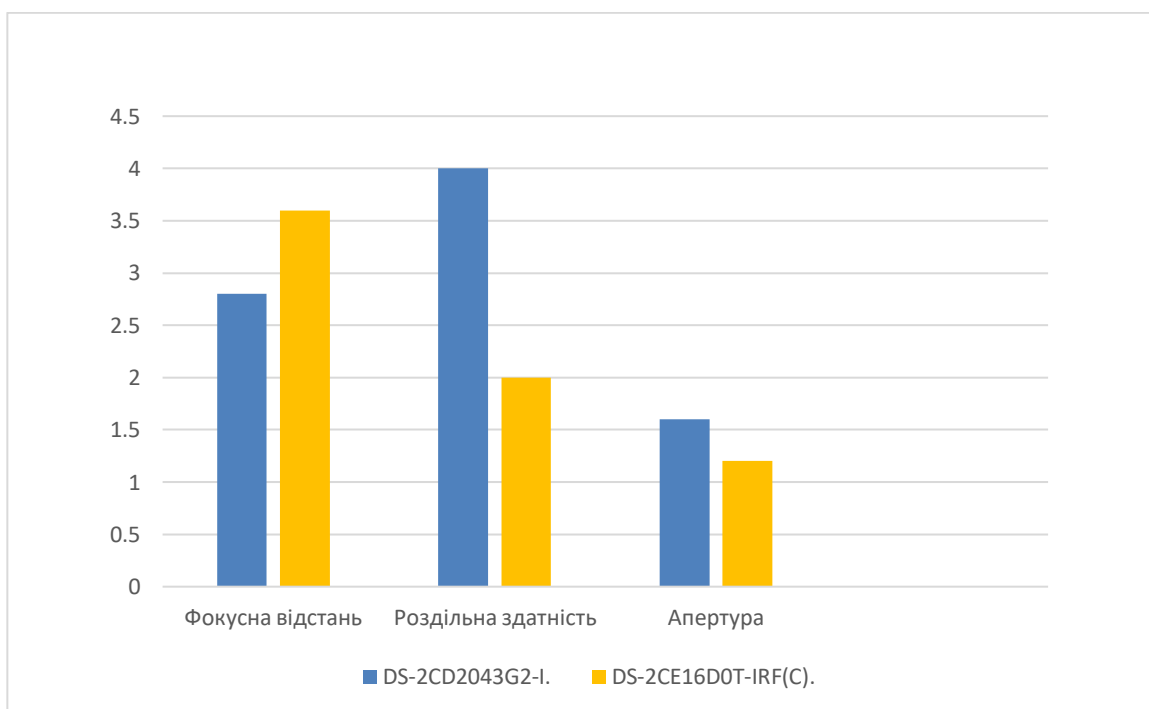
Зовнішні камери. В Західноукраїнському національному університеті встановлено багато камер зовнішнього огляду. Деякі з них, виходять з ладу, тому їх замінюють на нові. Втім, разом з ними ще працюють і ті, які вже можна було б замінити, але на них не будемо зупинятися детально. Як відомо, зовнішня камера повинна відповідати стандартам пило вологозахисту і мати ІЧ-підсвітку хоч би на 20м. Саме тому в ЗУНУ встановлюються камери DS-2CD2043G2-I.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		49



Рисунок 3.5 – Зовнішня камера Hikvision DS-2CD2043G2-I

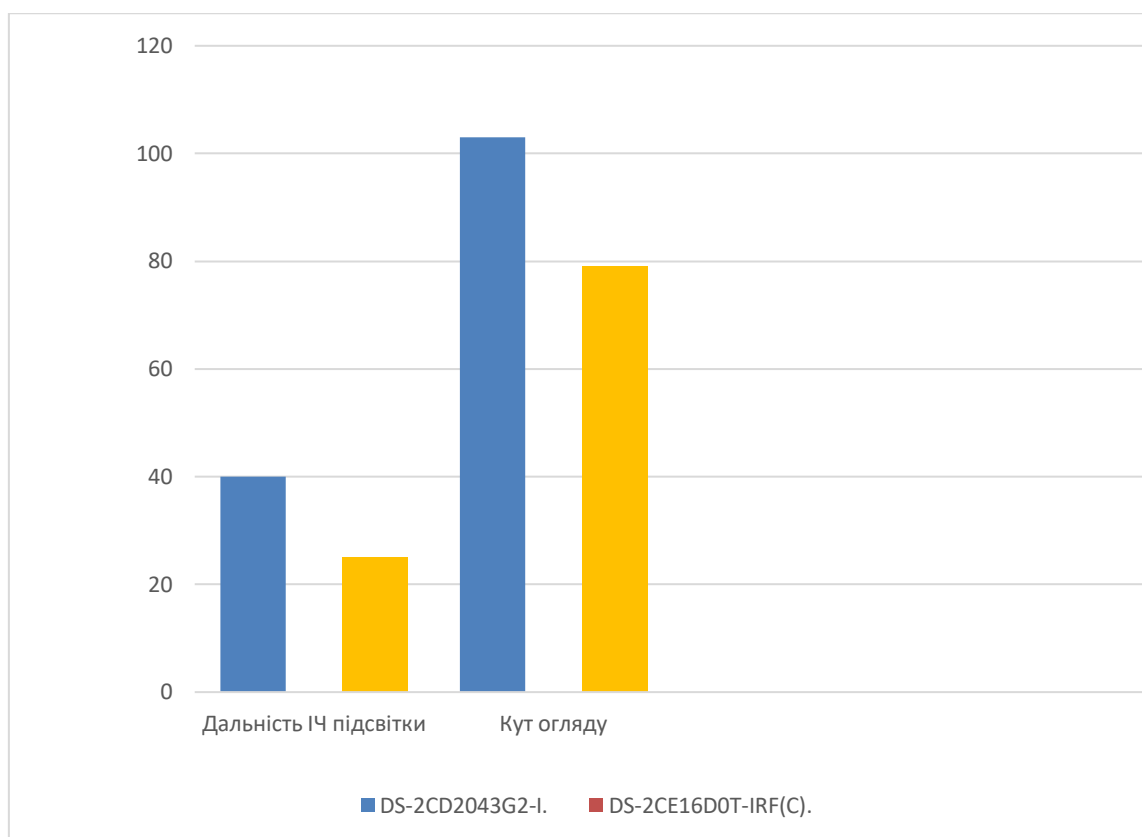
Її характеристики для кращого розуміння подані в діаграмі з порівнянням зі старою відеокамерою Hikvision DS-2CE16D0T-IRF(C).



Діаграма 3.5 – Порівняльні характеристики зовнішніх камер

Як бачимо, стара камера програє в плані фокусної відстані, роздільної здатності та апертури. Порівняємо кут огляду і Дальність інфрачервоної підсвітки.





Діаграма 3.6 – Порівняльні характеристики зовнішніх камер

Крім того у камери DS-2CD2043G2-I є безліч інших переваг, таких як: розпізнавання руху, вища компресія, металевий корпус, захист від блискавок і імпульсних стрибків напруги, вища швидкість затвору і краща світлосила.

Внутрішні камери. У вже згаданому гуртожитку №4 використовуються внутрішні купольні камери з кутом огляду більше 90 градусів. Це потрібно для того, щоб встановлена камера в кутку могла захоплювати дві перпендикулярних стіни. Тому там використовується камера DS-2CD1121-1. Це купольна камера з такими характеристиками: Дальність ІЧ підсвітки – 30 метрів, Дозвіл 2 МП при 1920x1080, апертура – F2.0, компресія – H.264, фокусна відстань 2,8 мм.



Рисунок 3.6 – Купольна камера Hikvision DS-2CD1121-1

Дана камера обладнана функцією автоматичної зміни режиму день/ніч. Також дистанційно керовані вбудовані LEDи дозволяють виявляти проблеми або непрацездатність камери.[23]

### 3.2 Програмні засоби реалізації відеоспостереження

Програмна реалізація систем відеоспостереження залежить від багатьох складових, до яких входять і самі відеокамери, і принципи функціонування системи, тобто особливості налаштування відеореєстраторів і віддаленого доступу.

Самі відеокамери теж працюють під програмним забезпеченням, і часто це можна реалізувати навіть на платформі Python. Для розуміння наведу приклад програмного інтерфейсу API системи NVR для підключення до системи відеоспостереження.

# Приклад коду на Python для взаємодії з системою NVR через API

```
import requests
```

```
# URL адреса API системи NVR
```

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		52

```

api_url = 'http://адреса_системи_NVR/api'

# Запит на отримання списку камер спостереження

response = requests.get(api_url + '/cameras')

# Перевірка статусу запиту

if response.status_code == 200:

    cameras = response.json()

    for camera in cameras:

        print(camera['name'], camera['id']) # Виведення назви та
ідентифікаторів камер

    else:

        print('Помилка запиту до API:', response.status_code)

```

Однак, такий код є лише заготовкою, шаблоном для кращого розуміння загального принципу дії такої системи. Наступним розглянемо відеореєстратор, він повинен вмщати в собі всі IP-адреси підключених пристроїв. Саме тому перед початком роботи потрібно дізнатися версію прошивки і модель відеореєстратора, дізнатися всі адреси. Зробити це можна знову через Python:

```

import requests

# URL адреса API відеореєстратора системи NVR

api_url = 'http://адреса_відеореєстратора_NVR/api'

# Запит на отримання інформації про відеореєстратор

response = requests.get(api_url + '/info')

# Перевірити статус запиту

```

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

```

if response.status_code == 200:

    info = response.json()

    print('Інформація про відеореєстратор:')

    print('Модель:', info['model'])

    print('Версія програмного забезпечення:', info['software_version'])

    # Інші необхідні дані можна вивести аналогічним чином

else:

    print('Помилка запиту до API:', response.status_code)

```

Після отримання версії прошивки і всіх потрібних IP адрес можна розпочинати запис з відеокамер. Ось такий код потрібний для запису інформації з камер на реєстраторі:

```

from hikvisionapi import HikvisionClient

# Параметри підключення до відеореєстратора

host = '192.168.1.10'

username = 'admin'

password = 'password'

# Створення клієнта Hikvision API

client = HikvisionClient(host, username, password)

# Отримання списку камер

cameras = client.get_cameras()

# Запуск запису для кожної камери

for camera in cameras:

```

```
client.start_recording(camera['id'])
```

```
# Зупинка запису
```

```
# ...
```

Проте, неможливо досягнути всіх цілей самим тільки Пайтоном, та і на практиці це не зручно. Тому, для виконання деяких задач розроблений спеціальний інтерфейс, що дозволяє легко вводити нові IP-адреси, підключати пристрої, обирати пріоритетність, керувати пам'яттю і налаштовувати віддалений доступ.[26]

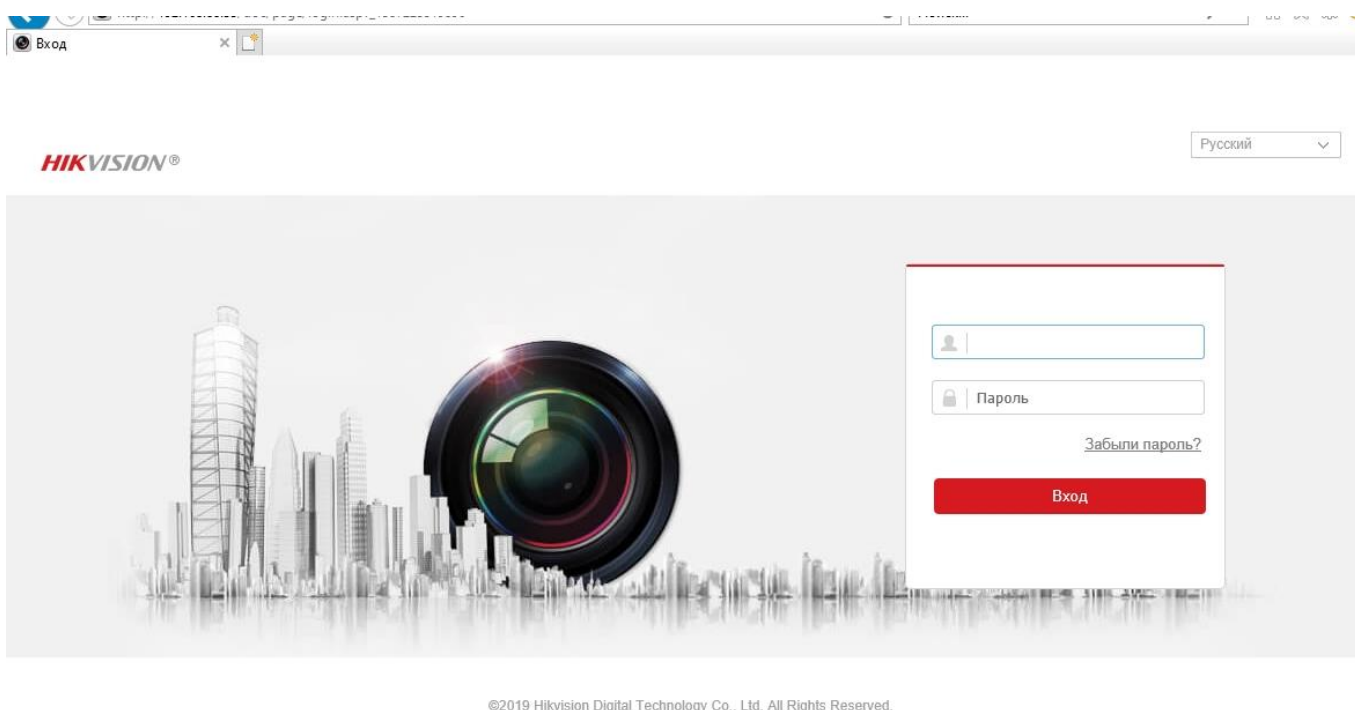


Рисунок 3.7 – WEB-інтерфейс підключення до відеореєстраторів Hikvision

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		55

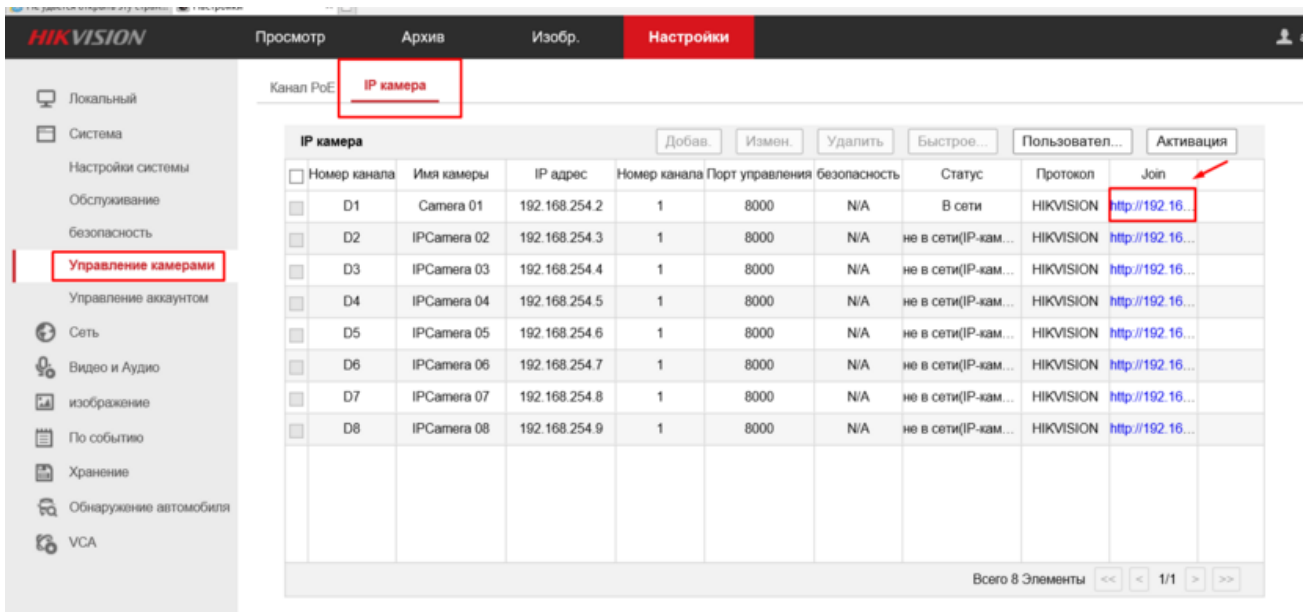


Рисунок 3.8 – Сторінка налаштування відеореєстратора Hikvision

Також і в самому відеореєстраторі є налаштування, де можна вносити різні параметри, переглядати потокове відео або ж дивитися записане.

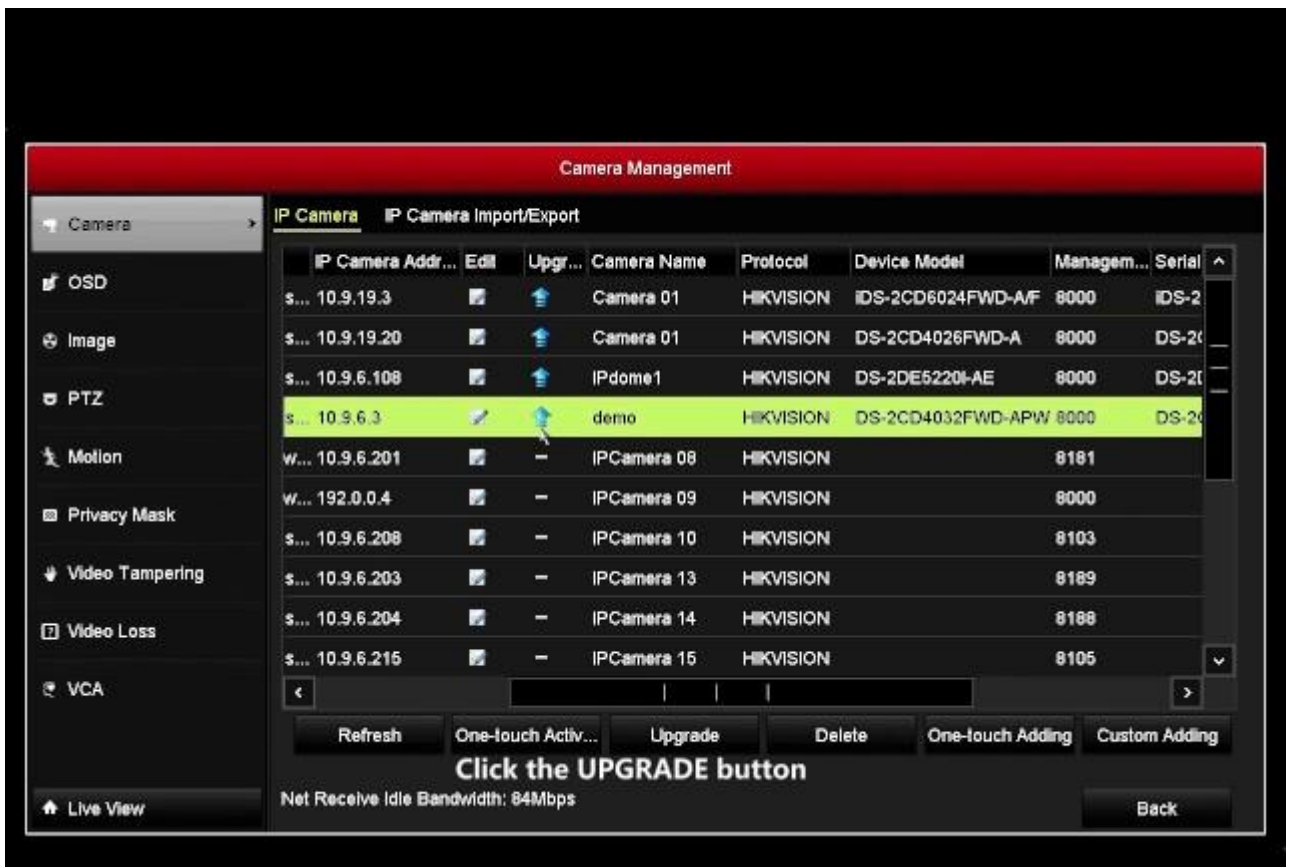


Рисунок 3.9 - Інтерфейс відеореєстратора

Проте, в різних виробників інтерфейси можуть відрізнятися. Та і метод автентифікації може бути іншим, тобто існує прив'язка до електронної пошти чи номера телефону. Відсутність єдиного стандарту ускладнює пошук оптимальних шляхів вирішення задач програмного забезпечення, проте в більшості випадків – протокол однаковий: автентифікація, отримання IP адрес камер і відеореєстратора, налаштування параметрів запису і запуск процесу. Після базового налаштування змінюємо, якість та відображення.

### 3.3 Особливості налаштування базових модулів комп'ютерно-інтегрованої систем відеоспостереження

Даний пункт буде тісно переплітатися з попереднім, адже ми розглядаємо реалізацію розпізнавання облич комп'ютерно-інтегрованої системи відеоспостереження і для цього теж потрібне ПЗ. Дана схема реалізована на базі маленького модуля камери з чіпом ESP32-S. Для програмування плати ESP32CAM використовуємо ArduinoIDE. Тож на початку інсталюємо потрібну надбудову. Оскільки це Wi-Fi модуль, то перед заливкою прошивки слід прописати параметри мережі, а саме ssid і password таким чином:

```
constchar* ssid ="REPLACE_WITH_YOUR_SSID";  
constchar* password ="REPLACE_WITH_YOUR_PASSWORD";
```

Важливо, що для даної схеми ми обираємо модуль камери саме AI-THINKER. Тому саме цю модель потрібно вказати в коді програми.

```
#defineCAMERA_MODEL_AI_THINKER
```

Сам код поділяється на кілька частин, тому для кращого розуміння структури використаю шаблон з поясненнями:

```
#include <OpenCV.h>  
  
// ... ініціалізація камери, модуля розпізнавання ...  
  
void loop() {
```

```

// Зчитування зображення з камери

Mat frame;

capture >> frame;

// Розпізнавання облич

std::vector<Rect> faces;

face_cascade.detectMultiScale(frame, faces);

// ... обробка результатів розпізнавання ...

}

```

Такий базовий модуль системи відеоспостереження включає в себе камеру OV 2640, її характеристики такі: кут огляду – 160 градусів, дозвіл матриці 1600x1200, роздільна здатність 2 МП, розміри 12x12x10мм. Це одна з двох варіантів, адже до ESP32CAM немає можливості підключити інші камери, крім цієї і OV 7670. Це в першу чергу пов'язано з особливістю розпіновки плати. [18] Пропоную розглянути її детальніше.



Рисунок 3.10 – Розпіновка ESP32CAM

GPIO 1 і GPIO 3 використовуються для заливки коду на платформу. А від GPIO 4 і нижче, вся ліва сторона зайнята картою пам'яті. Тому



підключаємо програматор таким чином, як на рисунку нижче і заносимо програму, про яку було написано раніше.

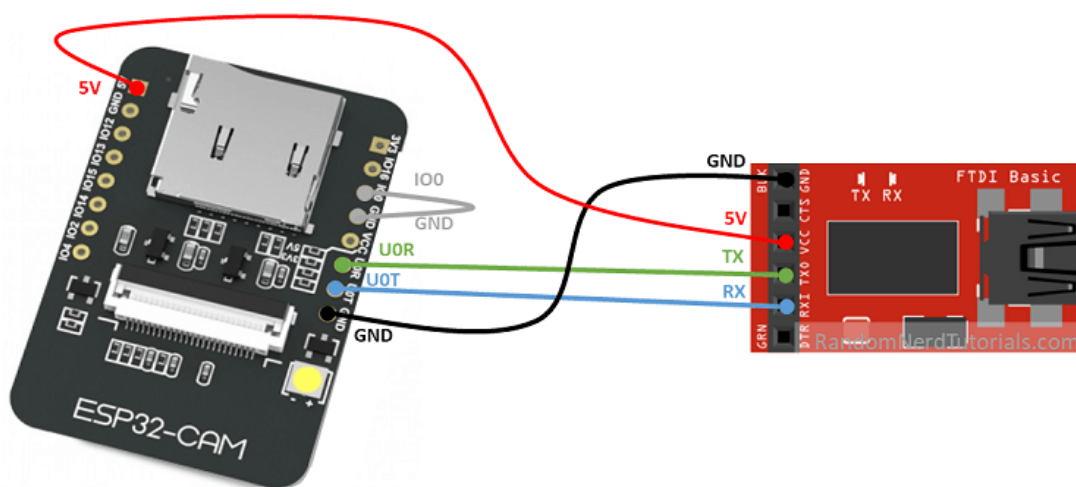


Рисунок3.11– Схема підключення програматора FTDI

Після заливки коду прошивки підключаємось до Wi-Fi, отримуємо IP-адресу і налаштовуємо інтерфейс. Тепер до вільних пінів можна підключити і виконавчі механізми, ті же електромагнітні замки домофонів, про які було згадано в розділі 2.

## ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної роботи було проведено аналіз систем відеоспостереження в режимі реального часу. Досліджено базові засоби таких комп'ютерно-інтегрованих систем, серед яких, зокрема, невід'ємні компоненти, без яких належне функціонування систем – неможливе, такі як відеореєстратори, відеокамери, комутатори і сервери. Визначено функціональні особливості систем відеоспостереження і виділено основні типи камер і методи їх застосування, а також функції, які вони повинні виконувати. Досліджено організацію відеоспостереження на об'єкті, а саме - створення системи відеоспостереження з врахуванням топологічних особливостей об'єкта, де складено найпростішу організацію відеонагляду системи NVR. При цьому враховано способи застосування систем відеоспостереження зовнішнього, периметрального та внутрішнього огляду.

Також проведено детальний аналіз структури та організації системи відеоспостереження в ЗУНУ, на прикладі гуртожитку №4. Зокрема досліджено особливості функціонування систем відеоспостереження розподіленого об'єкта. Проаналізовано систему опрацювання даних відеоспостереження, виявлено її переваги та недоліки. Серед переваг виділено наступні: живучість системи, оперативний збір інформації та можливість компресії і віддаленого доступу. Недоліком можна вважати існування територій, де варто запровадити систему розпізнавання рухомих об'єктів, зокрема, людей. Втім, досі таку систему реалізувати було неможливо з використанням базових засобів. Тому, було проведено дослідження підсистеми розпізнавання рухомих об'єктів у комп'ютерно-інтегрованих системах відеоспостереження і виявлено, що така можливість існує завдяки використанню платформи контролера ESP32CAM і відповідного програмного забезпечення. Також досліджено архітектуру розподіленої системи відеоспостереження.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		60

Проведений аналіз технічної реалізації комп'ютерно-інтегрованої системи відеоспостереження, в тому числі із запропонованим модулем контролера. Обґрунтовано апаратні засоби, що вже використовуються в ЗУНУ для функціонування таких системи відеоспостереження. В діаграмах і таблицях наведені основні порівняльні характеристики наявних засобів із їхніми аналогами. Доведено ефективність і переваги таких компонентів. Досліджено програмні засоби реалізації відеоспостереження, зокрема, ПЗ відеореєстраторів, WEB інтерфейсів та реалізацію деяких функцій на платформі Python. Розроблено комп'ютерно-інтегровану систему відеоспостереження на основі контролера ESP32CAM. Виділено особливості налаштування базових модулів комп'ютерно-інтегрованої системи відеоспостереження, а саме модуля розпізнавання облич і занесення прошивки на контролер з програматора FTDI. Реалізовано повний цикл такої системи, що дозволяє розпізнавати обличчя і оперативно реагувати на них відповідно до написаної програми. Це покращує безпеку об'єкта та забезпечує якісний контроль доступу при відсутності потреби в операторі.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		61

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алішов Н.І. локальні мережі. - науковий журнал: проблеми програмування.- 2008.- №1. –С. 37-38.
2. Буров Є. Комп'ютерні мережі. – Львів: БаК, 1999. – 468с.
3. Владо Дам'яновскі ССТV. Біблія відеоспостереження. Цифрові та мережеві технології. –2006. – Книжкова майстерня. – С. 187-409
4. Владо Дам'яновскі ССТV Від світла до пікселів. -2013.- 3-те видання. – С. 512-519.
5. Горбатий І.В, Бондарєв А.П. Телекомунікаційні системи та мережі Львівська політехніка – 2016.- С. 94-317.
6. Джо Чешинскі ClosedCircuitTelevision, Встановлення, обслуговування та експлуатація відеоспостереження. – 2-ге видання. – 2006.- 108-213.
7. Джо Чешинскі ClosedCircuitTelevision, відеоспостереження закритого каналу. – 3-ге видання. – 2007.- 120-194.
8. Емілі М. Харвуд Digital CCTV Elsevier.- 2007.- С 226-304.
9. Ігнатенко О.П. методи і моделі керування комп'ютерними мережами.- науковий журнал: проблеми програмування.- 2011.- №3. –С. 38-43.
10. Мельник А.О. Спеціалізовані комп'ютерні систем реального часу,- ДУ «ЛП», Львів, 2002. – 60с.
11. Мілад Гантус, Аль Наджар Відеоспостереження для сенсорних платформ. – 2014. С. 75-91.
12. Николайчук Я.М Спеціалізовані комп'ютерні технологій в інформатиці.- Тернопіль: видавництво Бексиди, 2017.- 919с
13. Пітух І.Р., Николайчук Я.М, Возна Н.Я. Принципи побудови комп'ютерних мереж з глибоким розпаралелюванням інформаційних потоків на основі матричних моделей руху даних // Вісник НУ «Львівська політехніка». Радіoeлектроніка та телекомунікації. – 2004. - №508. – С. 263-268.
14. Таненбаум Е. Сучасні комп'ютерні мережі Bloomsbury 2003.- 992с.
15. Чернявський С.С., Вознюк А.А., Грібов М.Л. Гвоздюк В.В. Основи візуального спостереження: Норма права – 2024.- С. 3-12.
16. Яцків Н.Г. Методи стиснення даних. – Івано-Франківськ. – 2001. - №37. – С.183-186.
17. Матеріал "Основні компоненти системи відеоспостереження" - [Електронний ресурс] – 2022 – Режим доступу: <https://ipvm.com/reports/basic-components-cctv>.
18. Контролери ESP32 – [Електронний ресурс] – 2021 – <https://randomnerdtutorials.com>.

					ДП.АКІТ.8872516.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		62

19. Цифрові системи відеоспостереження – [Електронний ресурс] – 2018 – Режим доступу: [https://www.vostok.dp.ua/ukr/infa1/sistemy\\_vidyeonablyudeniya/digital-video](https://www.vostok.dp.ua/ukr/infa1/sistemy_vidyeonablyudeniya/digital-video).
20. Система відеоспостереження – [Електронний ресурс] – 2024 – Режим доступу: <http://www.elvis.com.ua/ua/cctv-ua.html>.
21. Аналогові або цифрові камери відеоспостереження: на чому зупинитися? – [Електронний ресурс] – 2018 – Режим доступу: <http://dovidkam.com/tehnika/analogovi-abo-cifrovi-kamerivideosposterezhennya-na-chomu-zupinitisya.html>.
22. Сервери – [Електронний ресурс] – 2024 – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/servers/c125754>.
23. Камери відеоспостереження – [Електронний ресурс] – 2024 – Режим доступу: <https://hikvision.co.ua/ua/kamery-videonablyudeniya>.
24. Відеореєстратори і системи NVR спостереження – [Електронний ресурс] – 2024 – Режим доступу: <https://romsat.ua/nvr-videoreestratori>.
25. Як працюють системи відеоспостереження – [Електронний ресурс] – 2018 – Режим доступу: <http://www.atlant-holding.com.ua/ua/news/64-yakpracyuyut-sistemi-videosposterezhennya>.
26. Основи систем відеоспостереження – [Електронний ресурс] – 2024 – Режим доступу: <https://techgenix.com/video-surveillance-basics>.
27. Стаття "Відеоспостереження: базові принципи та компоненти системи – [Електронний ресурс] – 2024 – Режим доступу: <https://www.securitymagazine.com/articles/87996-video-surveillance-basic-principles-and-components-of-a-video-surveillance-system>.
28. Карта студмістечка – [Електронний ресурс] – 2024 – Режим доступу: <https://campus.wunu.edu.ua/qr/maps>.
29. Навчальні підрозділи – [Електронний ресурс] – 2024 – Режим доступу: <https://www.wunu.edu.ua/educational-subdivisions>.



*ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАДВІРНЯНСЬКИЙ КОЛЕДЖ НАЦІОНАЛЬНОГО  
ТРАНСПОРТНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ГАЛИЦЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ІМ. В'ЯЧЕСЛАВА ЧОРНОВОЛА  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ*

Проблемно-наукова міжгалузева конференція  
***АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-  
ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ***  
***(АКІТ – 2024)***

22-24 лютого 2024 року  
м. Тернопіль

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

Збірник матеріалів проблемно-наукової міжгалузевої конференції «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (АКІТ - 2024), Тернопіль, 2024. -65 с.

### **Редакційна колегія:**

Сегін А.І. - кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Західноукраїнського національного університету.

Возна Н.Я. - доктор технічних наук, професор, професор кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Західноукраїнського національного університету.

Николайчук Я.М. – доктор технічних наук, професор, академік Міжнародної академії інформатики, Надвірнянський коледж Національного транспортного університету.

Яцків В.В. - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри кібербезпеки Західноукраїнського національного університету.

Якименко І.З. - кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультету комп'ютерних інформаційних технологій Західноукраїнського національного університету.

Стефурак Н.А. - кандидат фізико-метематичних наук, Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола.

Сидор А.І. - кандидат технічних наук, кафедра обчислювальної техніки Національного університету водного господарства та природокористування.

Пітух І.Р. - кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Західноукраїнського національного університету.

Яцків Н.Г. - кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Західноукраїнського національного університету.

Масляк Б.О. - кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Західноукраїнського національного університету.

Гуменний П.В. - кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Західноукраїнського національного університету

Албанський І.Б. - кандидат технічних наук, доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Західноукраїнського національного університету.

Івасєв С.В. - кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кібербезпеки Західноукраїнського національного університету.

Заставний О.М. - кандидат технічних наук, старший викладач кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Західноукраїнського національного університету.

Волинський О.І. - кандидат технічних наук, Надвірнянський коледж Національного транспортного університету.

Давлетова А.Я. – викладач кафедри кібербезпеки Західноукраїнського національного університету.

### **Адреса організаторів:**

вул. Олени Теліги 8, м. Тернопіль 46003,  
кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем,  
Західноукраїнський національний університет.

**Контакти:** тел.: (0352) 50-17-87, e-mail: scs.kafedra@gmail.com.

**ЗМІСТ**

<b>Юрій ПОПИК, Катерина МАРЧУК, Михайло ГОМЕЛЮК</b>	<b>5</b>
МОДЕЛІ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ УСТАНОВКОЮ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	
<b>Андрій СЕГІН, Вікторія ЯЩУК, Петро ГОЛОВАЦЬКИЙ</b>	<b>11</b>
СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ ПОДАЧІ КРИЖАНОЇ ВОДИ ДЛЯ МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ	
<b>Михайло-Сергій ГОРОХІВСЬКИЙ, Володимир ДЗЯДИ, Ігор ПОТЮК</b>	<b>18</b>
МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДЕННИМИ ХОДОВИМИ ВОГНЯМИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	
<b>Катерина ВОЛОШИН, Любомир НЕЧИПОРУК, Олексій ДОЛИНЮК</b>	<b>24</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ У ПРОЦЕСІ СИНТЕЗУ АМІАКУ	
<b>Остан ГУРИК, Ренат ДАВЛЕТОВ, Богдан ГАНКЕВИЧ</b>	<b>29</b>
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСТУПУ ДО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	
<b>Назар КРАВЕЦЬ, Володимир ГРИНЬКІВ, Юрій ГОНЧАРОВ,</b> <b>Володимир МАКОГІН</b>	<b>36</b>
АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ НА ОСНОВІ МОДУЛЯ GSM-ЗВ'ЯЗКУ	
<b>Владислав МАНЖУЛА, Володимир КИЧАК, Наталя СТЕФУРАК</b>	<b>40</b>
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
<b>Володимир МАРТИНЮК, Павло ШУБАЛИЙ, Ігор ПІТУХ,</b> <b>Аліна ДАВЛЕТОВА</b>	<b>45</b>
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ	
<b>Валерій МАЛИЙ</b>	<b>50</b>
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ВІДЕО СПОСТЕРЕЖЕННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБ'ЄКТІВ	
<b>Максим КАХНІЙ, Олег ЗАСТАВНИЙ</b>	<b>55</b>
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПАКУВАННЯ СИПУЧИХ ПРОДУКТІВ	
<b>Ілля ДОВГАЛЮК</b>	<b>58</b>
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РЕКТИФІКАЦІЇ СПИРТУ	



*Валерій МАЛИЙ**Західноукраїнський національний університет***КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ВІДЕО СПОСТЕРЕЖЕННЯ  
РОЗПОДІЛЕНИХ ОБ'ЄКТІВ**

**Вступ.** Система відеоспостереження – це комплекс обладнання і програмного забезпечення, що призначений для цілодобового моніторингу та запису подій, які відбуваються на території, що охороняється. Станом на сьогодні, відеоспостереження увійшло в життя сучасної людини і стало невід'ємною частиною безпеки і контролю. Камери можна побачити скрізь: на вулицях, на/у приватних і багатоквартирних будинках, офісах, дорогах, аеропортах, складах, стратегічних об'єктах тощо. На великих підприємствах, об'єктах промисловості, освітніх і медичних закладах обов'язково повинен бути оператор (пост) такої системи, а якщо об'єкт розподілений, то крім операторів має бути ще й центр збору і обробки такої інформації.

Відеокамери, як власне і системи відеоспостереження в цілому, пройшли довгий шлях еволюції від аналогових до цифрових і бездротових. Сучасні камери – це не просто пристрої, що вловлюють зображення, це розумні інструменти для ідентифікації та виявлення небезпечних чи незаконних подій. Для цього вони працюють разом з електромагнітними замками, пожежною сигналізацією та іншими системами оповіщення та попередження виникнення загрози. Такі системи також тісно пов'язані з комп'ютерами і тому вже не можуть працювати окремо від них. Отож, така комп'ютерно-інтегрована система відео спостереження розподілених об'єктів є дуже актуальна, зручна, безпечна та практична, і майже повністю витіснила аналогових «конкурентів». Але самі по собі камери не працюють, для їх коректної роботи потрібні хоча би базові засоби систем відеоспостереження. Тож розглянемо їх у наступному пункті.

**Мета:** Метою роботи є технічна реалізація системи збору медіаданих в розподіленій системі відеоспостереження з функцією розпізнавання рухомих об'єктів. Це дозволить ефективно проводити збір та аналіз даних з великої території, де розпізнавання здійснюється за допомогою модулів розробленої системи.

**1. Аналіз систем відеоспостереження в режимі реального часу**

До базових засобів системи відеоспостереження належить такі компоненти, які забезпечують її ефективне функціонування. Для створення функціональної системи відеоспостереження недостатньо самих лише камер. Потрібен комплекс компонентів, які працюватимуть як одне ціле. До них входять: відеокамери, відеореєстратори, жорсткі диски, роутери, комутатори, монітори, кабелі, патч-корди, роз'єми, конектори, джерела живлення, відповідне програмне забезпечення, стабільний Інтернет (для IP камер).

Камери спостереження – це електронні пристрої, які служать для захоплення зображення або відео. Можуть бути аналоговими або цифровими (IP-камери).

Сервер – це автономна машина, що здатна протягом довгого інтервалу часу

здійснювати автономне обслуговування клієнтів, керуючись попередньо встановленим ПЗ.

Відеореєстратори (рисунок 1) – основа в системах відеоспостереження, це мультифункціональні пристрої для запису, опрацювання, стиснення і видалення медіа даних, які зберігаються на найчастіше вже вбудованому жорсткому диску. Реєстратори теж можуть працювати з аналоговими – DVR і мережевими камерами –NVR (Network Video Recorder).[1]



Рисунок 1 – Приклад відеореєстратора системи NVR

Комутатори, концентратори (хаби), свічі. Назви різні, але принцип схожий і полягає він у зборі інформації з багатьох відеокамер і передачі даних одним кабелем до відеореєстратора. Це значно спрощує монтаж, інакше операторський центр заплутався би у безлічі проводів [2].

Жорсткі диски або інший тип сховища, наприклад, SSD або хмарні сервіси використовуються для накопичення інформації і довготривалого зберігання в пам'яті. Тому малі локальні мережі можуть працювати без серверів.

## 2. Структура та організація системи відеоспостереження

Комутатори в ЗУНУ потрібні для розсилання інформації з одного джерела на декілька хостів, проте це працює і в зворотну сторону. До одного свіча можна приєднати інші хаби і отримати мережу топології – дерево (рисунок 2).

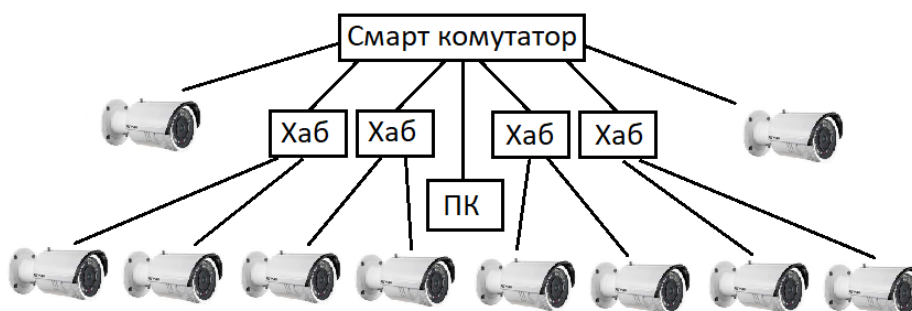


Рисунок 2 – Топологія дерево

Основні завдання підсистеми розпізнавання рухомих об'єктів включають виявлення об'єктів, відслідковування їхнього руху, класифікацію об'єктів за типами, а також сповіщення про події на основі виявлення ризикових ситуацій, порушень чи просто контролю доступу до певного об'єкта. В ЗУНУ організовано кілька осередків комп'ютерно-інтегрованої системи, де можна було б вбудувати функцію розпізнавання. Це значно спростить роботу персоналу університету

Розпізнавання рухомих об'єктів дозволяє виявляти зміни в кадрі, відстежувати об'єкти у русі, виконувати класифікацію та прогнозування їхньої поведінки. Часто в таких системах разом з відеокамерами встановлюються допоміжні або виконавчі механізми, які хоч і не здатні прогнозувати подальшу

поведінку об'єкта, проте цілком можуть бути встановлені в місцях, де рух обмежено параметрами приміщення. Наприклад, в коридорі. Датчик руху може вловлювати рух, а камера одночасно робити серію знімків. Щоб уникнути хибних спрацювань такі системи обладнуються механізмами фільтрації шумів. Це програмне забезпечення, яке не враховує такі зміни як зміну освітлення, погодніх умов, рух листя чи малорозмірних об'єктів, на які система не повинна реагувати. Найчастіше це працює за принципом порівняння двох зображень, у заданому інтервалом часу [3].

Поширеною моделлю побудови розподілених систем є трирівнева архітектура. Система відеоспостереження в ЗУНУ теж може бути представлена у трирівневій магістральній архітектурі (рисунок 3). Це забезпечує достатню масштабованість, ефективність та гнучкість. До переваг саме цієї архітектури можна віднести надійність та масштабованість. І пов'язано це в першу чергу з тим, що елементи мережі не є зав'язані на конкретні лінії, тобто вихід з ладу відеореєстратора на рівні підрозділів або камери на технологічному рівні не призведе до повної зупинки системи відеоспостереження в цілому[4,5]. Також це покращує безпеку, адже дані, зібрані з відеокамер не зберігаються на одному носії, а розподілені по всьому об'єкту, що фізично унеможливує злом такої системи.

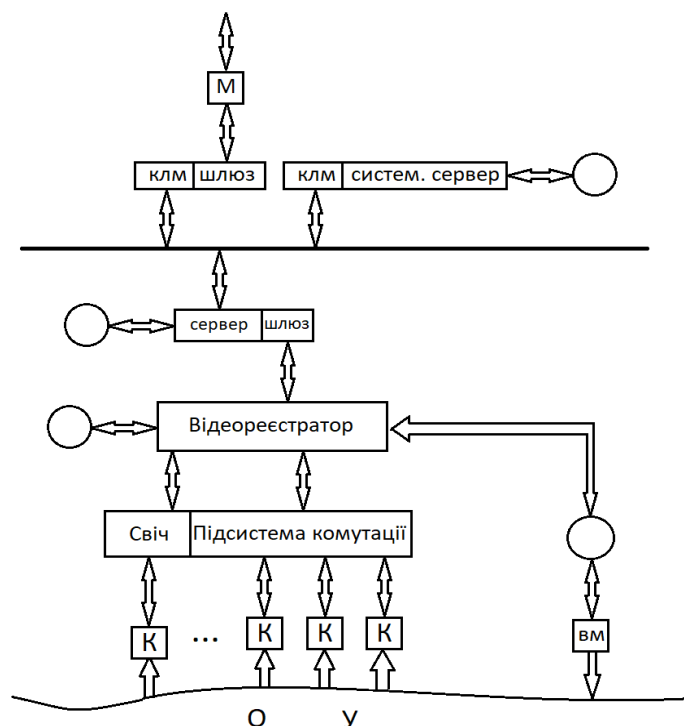


Рисунок 3 – Трирівнева архітектура системи відеоспостереження

З поданої схеми видно, що вся система чітко структурована, де кожен компонент має своє місце і виконує покладені на нього функції. А на кожному рівні є оператор, що слідкує за належним функціонуванням системи.

### **3. Технічна реалізація комп'ютерно-інтегрованої системи відеоспостереження**

Дана схема реалізована на базі маленького модуля камери з чіпом ESP32-S. Для програмування плати ESP32CAM використовуємо Arduino IDE. Тож на

початку інстальємо потрібну надбудову. Оскільки це Wi-Fi модуль, то перед заливтням прошивки слід прописати параметри мережі, а саме ssid і password таким чином:

```
constchar* ssid ="REPLACE_WITH_YOUR_SSID";
constchar* password ="REPLACE_WITH_YOUR_PASSWORD";
```

Важливо, що для даної схеми ми обираємо модуль камери саме AI-THINKER. Тому саме цю модель потрібно вказати в коді програми.

```
#defineCAMERA_MODEL_AI_THINKER
```

Сам код поділяється на кілька частин, тому для кращого розуміння структури використаю шаблон з поясненнями:

```
#include <OpenCV.h>
// ... ініціалізація камери, модуля розпізнавання ...
void loop() {
// Зчитування зображення з камери
Mat frame;
capture >> frame;
// Розпізнавання облич
std::vector<Rect> faces;
face_cascade.detectMultiScale(frame, faces);
// ... обробка результатів розпізнавання ...
}
```

Такий базовий модуль системи відеоспостереження включає в себе камеру OV 2640, її характеристики такі: кут огляду – 160 градусів, дозвіл матриці 1600x1200, роздільна здатність 2 МП, розміри 12 x 12 x 10 мм. до ESP32CAM немає можливості підключити інші камери, крім цієї і OV 7670. Це в першу чергу пов'язано з особливістю розпіновки плати (рисунок 4) [6].

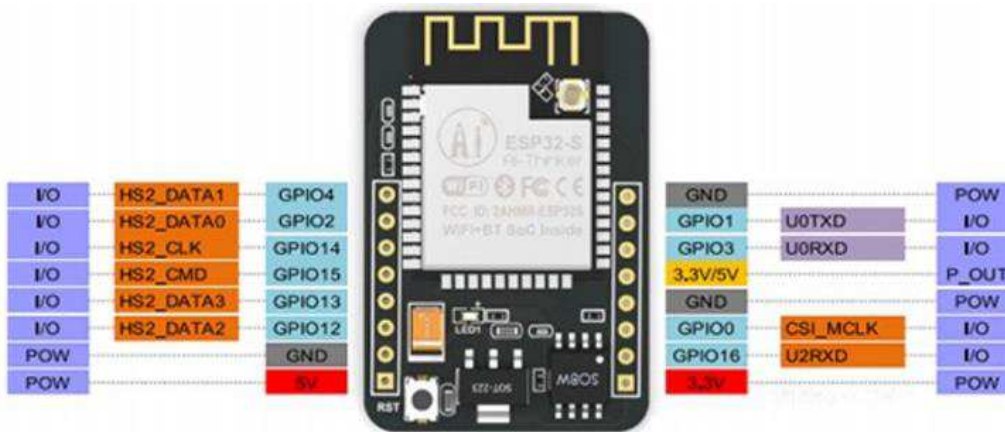


Рисунок 4 – Розпіновка ESP32CAM

GPIO 1 і GPIO 3 використовуються для заливки коду на платформу. А від GPIO 4 і нижче, вся ліва сторона зайнята картою пам'яті. Тому підключаємо програматор таким чином, як на рисунку нижче і заносимо програму, про яку було написано раніше.

Після заливтня коду прошивки підключаємось до Wi-Fi, отримуємо IP-адресу і налаштуємо інтерфейс. Тепер до вільних пінів можна підключити і виконавчі механізми, ті же електромагнітні замки домофонів.

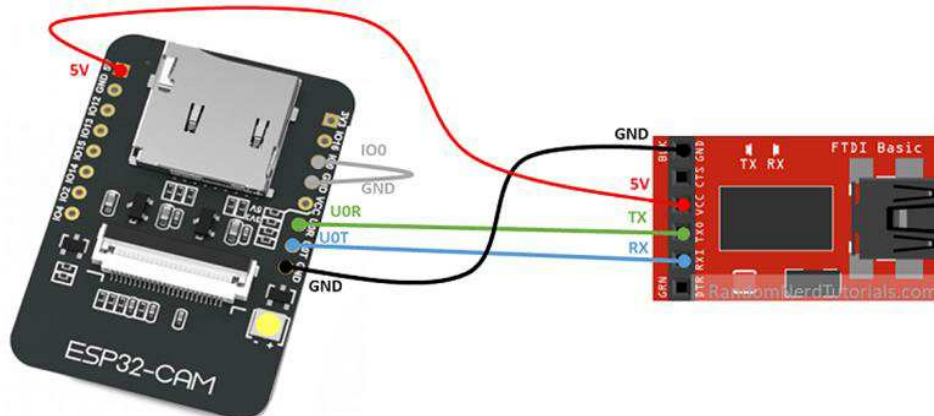


Рисунок 5 – Схема підключення програматора FTDI

**Висновок.** Проведено аналіз систем відеоспостереження в режимі реального часу. Досліджено організацію відеоспостереження на об'єкті, а саме - створення системи відеоспостереження з врахуванням топологічних особливостей об'єкта. Зокрема досліджено особливості функціонування систем відеоспостереження розподіленого об'єкта ЗУНУ. Серед переваг виділено живучість, оперативний збір інформації та можливість компресії і віддаленого доступу. Недоліком можна вважати існування територій, де варто запровадити систему розпізнавання, людей. Проведено дослідження підсистеми розпізнавання рухомих об'єктів у комп'ютерно-інтегрованих системах відеоспостереження і виявлено, що така можливість існує завдяки використанню платформи контролера ESP32CAM і відповідного ПЗ. Проведений аналіз технічної реалізації комп'ютерно-інтегрованої системи відеоспостереження із запропонованим модулем контролера. Розроблено комп'ютерно-інтегровану систему відеоспостереження на основі контролера ESP32CAM. Реалізовано повний цикл такої системи, що дозволяє розпізнавати обличчя і оперативно реагувати на них відповідно до написаної програми. Це покращує безпеку об'єкта та забезпечує якісний контроль доступу без потреби в операторі.

#### Перелік використаних джерел.

1. Чернявський С.С., Вознюк А.А., Грібов М.Л. Гвоздюк В.В. Основи візуального спостереження: Норма права – 2024.- С. 3-12.
2. Як працюють системи відеоспостереження – [Електронний ресурс] – 2018 – Режим доступу: <http://www.atlant-holding.com.ua/ua/news/64-yakpracyuyut-sistemi-videosposterezhennya>.
3. Пітух І.Р., Николайчук Я.М, Возна Н.Я. Принципи побудови комп'ютерних мереж з глибоким розпаралелюванням інформаційних потоків на основі матричних моделей руху даних // Вісник НУ «Львівська політехніка». Радіоелектроніка та телекомунікації. – 2004. - №508. – С. 263-268.
4. Таненбаум Е. Сучасні комп'ютерні мережі Bloomsbury 2003.- 992с.
5. Аналогові або цифрові камери відеоспостереження: на чому зупинитися? – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dovidkam.com/tehnika/analogovi-abo-cifrovi-kamerivideosposterezhennya-na-chomu-zupinitisya.html>.
6. Контролери ESP32 – [Електронний ресурс] – 2021 – <https://randomnerdtutorials.com>