

# Технології виробників IP-камер та технологічні тренди 2024



У світі існує більше двохсот виробників, сотні технологій, тисячі моделей IP-камер і IoT-пристроїв. Хто і що визначає тенденції? Які технології були та які з'явилися? Що цікавого і корисного пропонують провідні виробники IP-камер?

Кожен український замовник та інтегратор має свою власну чітку відповідь на питання: «Хто є лідером індустрії IP-камер та IP-відеоспостереження?». Ця відповідь не залежить від світових рейтингів чи порівняльного тестування у незалежних лабораторіях, вона залежить суто від особистого досвіду та переконань українського інтегратора та замовника.

Зараз багатьом замовникам і інтеграторам здається, що світ завжди був «Хіквізіно-Дахуа-центричним», що все на ринку відеоспостереження виробляють китайські компанії і немає жодної різниці між західними, азійськими та китайськими виробниками, окрім ціни. Так відбувається через брак професійних знань, адже наразі в Україні немає жодного сучасного вищого навчального закладу, який би дійсно готував справжніх фахівців з відеоспостереження.

## Рейтинги виробників IP-камер

Використаймо декілька різних джерел даних, щоб розширити світогляд.

За інформацією JVSG (рис. 1), популярного ресурсу для проєктувальників систем відеоспостереження, у 2023 році Hangzhou Hikvision Digital Technology (надалі Hikvision),



Рис. 1. Найпопулярніші бренди IP-камер 2023 року серед проєктувальників (джерело: JVSG)

Axis Communications (надалі Axis) і Hanwha Vision (стара назва Hanwha Techwin, надалі — Hanwha) були лідерами ринку IP-камер — саме ці бренди обирали проєктувальники для своїх проєктів. Hikvision зберігає світову популярність, але поступається Axis в Америці та в Західній Європі. Hanwha був другим за популярністю вибором проєктувальників в Америці і третім у Західній Європі та світі.

Згідно зі звітом IPVM Favorite Camera Manufacturers 2024, враховуючи бан на продукцію китайських виробників Hikvision і Dahua в США та деяких інших європейських країнах, найпопулярнішими серед системних інтеграторів виробниками IP-камер є Hanwha, Axis, Avigilon, UNV та Bosch (рис. 2). Причому вперше за багато років Axis поступився місцем Hanwha. Компанія Bosch втратила свої позиції через аносований восени 2023 року продаж підрозділу Security Products Business. Китайська компанія UNV вперше увійшла у топ-5 вендорів саме через те, що позиціонує себе як виробника, що є незалежним від китайського комуністичного уряду. Avigilon декілька років поспіль має гарні відгуки та досить стали прихильність інтеграторів.

На перший погляд здається, ніби визначальним чинником на ринку IP-відеоспостереження є ціна, адже вона дозволяє замовникам купувати те, що вони хочуть, але насправді саме R&D і нові технології рухають ринок та визначають репутацію та успіх вендорів IP-камер.

Справжня історія інновацій і досягнень індустрії зібрана для вас з декількох десятків джерел інформації і 25-річного досвіду у сфері IP-відеоспостереження.

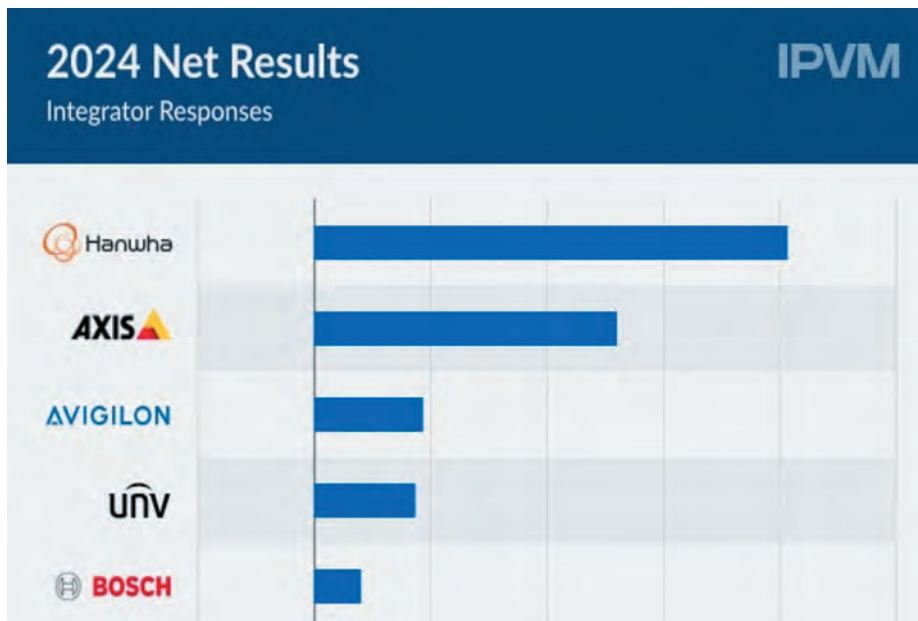


Рис. 2. Найпопулярніші бренди IP-камер 2024 серед інтеграторів (джерело: IPVM)

### Перші технології та продукти IP-відеоспостереження

Шведська IT-компанія Axis Communications створила світовий ринок та взагалі індустрію IP-відеоспостереження, зосередившись на розвитку IT-технологій та інновацій, втілених в якісних продуктах. Мету свого існування Axis сформулювали як «Інновації для розумнішого та безпечнішого світу (Innovating for a smarter, safer world)», і вони її досягли.

Перша в світі IP-камера AXIS NetEye 200 мала назву «мережеве око», що відображало революційну концепцію передачі цифрового відеозображення по структурованій кабельній мережі (рис. 3). IT-фахівці Axis швидко побачили, що формування та обробка цифрового зображення пов'язані з оптикою і світлом. І для того, щоб цифрове зображення було

придатним, треба мати окремий, потужний процесор саме для роботи з відеоданими. Аналіз ринку показав, що таких процесорів під мережеві камери просто не існувало, тому інженери Axis у 1999 році його створили самі, і він отримав назву System-on-Chip (SoC) Axis Real Time Picture Encoder (ARTPEC). Наразі Axis має ARTPEC 8-го покоління, а у процесі розробки процесора їм доводилося вирішувати складну задачу та шукати компроміс між продуктивністю, роздільною здатністю, вартістю функцій та низьким енергоспоживанням.

Зараз загальновідомо, що власний процесор IP-камери — це основа для якості її зображення, ефективного кодування, функцій відеоаналітики та нових технологій. Axis це довів власною історією розвитку, адже саме на базі їхнього власного процесора вперше в світі були створені нові відеотехнології.

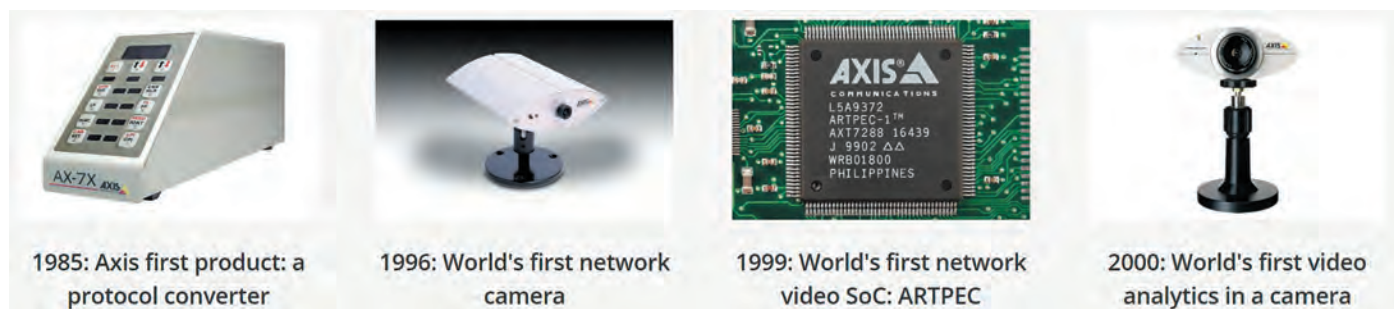


Рис. 3. Перші в світі та індустрії IP-відеоспостереження продукти Axis (перша IP-камера, 1996 рік; перший процесор, 1999 рік; перша відеоаналітика на IP-камері, 2000 рік)

## Матриці та роздільна здатність IP-камер

Загальновідомо, що зображення від камери відеоспостереження, яке ми отримуємо в режимі реального часу, формується за рахунок перетворення матрицею (сенсором) світла на електричний сигнал. І таке перетворення відбувається в кожному пікселі матриці, щоб замовник міг отримати потрібну деталізацію сцени відеоспостереження.

За часів аналогового відеоспостереження всі вендори використовували для своїх камер матриці типу CCD (Charge-Coupled Device, пристрій із зарядовим зв'язком). Axis це змінив, почавши використовувати CMOS (Complementary Metal-oxide Semiconductor, комплементарний металоксидний напівпровідник) з технологією прогресивного сканування. І вже майже 30 років **CMOS-матриця** прямокутної форми є стандартом для IP-камер. Найбільш поширеними розмірами матриці є 1/3" та 1/2,8", а для камер з високою світлочутливістю чи камер великої роздільної здатності використовують CMOS-матриці більшого розміру — наприклад, 1/1,8".

**Роздільна здатність** (resolution) IP-камери відповідає роздільній здатності її матриці і є добутком кількості пікселів по горизонталі і вертикалі, вираженим у звичних нам мегапікселях. Максимальною роздільною здатністю на ринку аналогового відеоспостереження була 4CIF (D1) — 704×576 пікселів. Враховуючи, що 1 мегапіксель — це 1 000 000 пікселів, 4CIF — це було 0.4 Мп. На початку розвитку індустрії IP-відеоспостереження Axis зробив ставку на конкуренцію

з аналоговою роздільною здатністю і переміг. Модель AXIS 206M 2004 року випуску мала роздільну здатність 1280×1024, що відповідало 1,3 Мп. Замовникам дуже подобалися нові рішення. Відчувши цей тренд, інші вендори (американський IQinvision, японські Sony і Panasonic, корейський Samsung Techwin, німецькі Bosch і Mobotix) включилися в гонку за роздільну здатність. І поки вони боролися між собою за 2–5 Мп, дві компанії знайшли свою унікальну нішу, це були Arecont Vision та Avigilon.

Наразі типовою роздільною здатністю є від 2,07 Мп (1080p або Full HD) до 8 Мп (Ultra HD або 4K), але гонка не збавляє обертів (рис. 4), і у 2020 році Avigilon представив 10K (61 Мп) IP-камеру H5 Pro. Поки цей показник ніхто з вендорів не перевершив.

## Об'єктиви та оптичні технології

Завдання потрапляння світла на матрицю камери вирішує об'єктив. Параметрами об'єктива є кут огляду по горизонталі та вертикалі (FOV, Field Of View), фокусна відстань (focus) та світлосила (aperture, F-число). Чим менша фокусна відстань, тим більший кут огляду об'єктива і навпаки. Наприклад, фокусна відстань у 2,8 мм дає біля 98° по горизонталі, а 4 мм дає біля 36° по горизонталі.

За часів аналогового відео об'єктиви були окремими і вироблялися обмеженим колом компаній, які володіли відповідними оптичними технологіями. Це були фіксовані та варіфокальні об'єктиви (зі змінною фокусною відстанню) Computar, Tamron, Fujinon та інші. Об'єктив мав різьбу і накручувався на корпус камери. Були два стандарти різьбового

з'єднання: **C-mount** та **CS-mount**. CS-mount був новішим і мав меншу відстань від матриці — 12,5 мм.

Найпоширенішими через свою вартість були об'єктиви з фіксованою фокусною відстанню, і проектувальники аналогових систем відеоспостереження мали дуже уважно та вручну рахувати кути огляду та обирати об'єктиви для проекту. На початку 2000-х років типовими об'єктивами були 4, 6, 8 та 12 мм, а максимальний кут огляду для об'єктива 2,8 мм складав не більше за 82 градуси.

Для того, щоб IP-камери могли краще бачити в сутінках чи при недостатній освітленості, необхідно було забезпечити, щоб на матрицю через об'єктив потрапляло більше світла, та регулювати це світло для кращої експозиції. Технологія **DS-iris** вирішила це питання для фіксованих та варіфокальних об'єктивів. Вона дозволяла за рахунок мікродвигуна всередині об'єктива автоматично керувати діафрагмою. Згодом виробники камер почали вбудовувати фіксовані та варіфокальні об'єктиви в один вандало- та вологостійкий корпус, що створило відомі зараз циліндричні (bullet) IP-камери різних кольорів, і це було дуже зручно, адже не вимагало встановлення громіздких кожухів.

З розвитком оптичних технологій варіфокальні об'єктиви стали моторизованими (motorized varifocal lenses). Такі об'єктиви оснащені маленькими двигунами, які дозволяють віддалено регулювати фокус. Axis зробив це першим на ринку і назвав цю технологію Remote Focus (віддалене керування фокусом варіфокального об'єктива). Це викликало справжній фурор, адже замовник міг віддалено скинути



Рис. 4. Роздільна здатність IP-камер

та автоматично налаштувати наново фокус камери, просто натиснувши кнопку в її веб-інтерфейсі. Згодом інші вендори зробили свої технології віддаленого керування фокусом варифокальних об'єктивів: Avigilon — Auto Focus, Hanwha — Simple Focus, Bosch — Autofocus і т.д.

Конкуренція між вендорами та боротьба за проекти призвела до створення у 2015 році Axis разом із Computar нових **i-CS об'єктивів** (рис. 5), які дозволяли за рахунок трьох вбудованих мінідвигунів автоматично та дистанційно керувати масштабуванням, фокусуванням та діафрагмою. Також Axis разом з компанією Kowa розробив технологію **P-Iris**. За рахунок мінідвигуна, вбудованого в об'єктив, та спеціального програмного забезпечення вдалося покращити контрастність, чіткість, роздільну здатність і глибину різкості об'єктивів з P-Iris.

Завдяки розвитку оптичних технологій і виникненню моторизованих об'єктивів з'явилися корпусні камери з великою кратністю zoom: 12x та більше. За рахунок роздільної здатності це дозволяло спостерігати за великими територіями мінімальною кількістю фіксованих камер, при необхідності збільшуючи потрібну зону огляду без втрати деталізації.

Розвиток об'єктивів типу «риб'яче око» призвів до виходу на ринок IP-камер «fisheye». Однією з перших таких камер з кутом огляду 360° була 3 Мп-модель 2005 року від німецької компанії Mobotix Q22M, яка мала L11 напівсферичний (hemispherical) об'єктив та була оснащена віртуальною PTZ-технологією. Наступна 3,1 Мп-модель Mobotix Q24 2008 року з напівсферичним об'єктивом вже мала можливість при встановленні на стелі розгортати вид 360° на дві панорами по 180° без мертвих зон



Рис. 7. Технологія Dewarping (360° панорама — ліворуч, вид у «квадраті» — праворуч)



або панораму 180° без мертвих зон та ще два види при встановленні камери на стіні (рис. 6). Q24 була видатною моделлю для свого часу, адже одна така камера замінювала три-чотири звичайних, що несло замовнику пряму економічну вигоду. Mobotix відрізнявся від інших вендорів тим, що просував концепцію децентралізованої системи відеоспостереження, основою для побудови якої були самі IP-камери, тому модель для MicroSD карти 32 Гб. В період з 2008 до 2012 року, окрім Mobotix, свої IP-камери типу fisheye представили ще Panasonic, Axis, Vivotek. Пізніше такі моделі з'явилися майже у всіх вендорів.

Програмна технологія розгортання 360° виду на більш зручні для людини горизонтальні отримала назву **Dewarping** (рис. 7). Dewarping панорамних камер для свого «рідного» програмного забезпечення вендори робили самі, а інтеграцію цих IP-камер в популярні VMS — наприклад, Milestone, — вже здійснювали розробники цих VMS. Наразі технологія dewarping є у кожного вендора fisheye IP-камер та VMS, але реалізовані вони по-різному. Щоб замовник отримав те, на що він розраховує, варто проводити тестування, і тоді буде передбачуваний результат.

## Технологія широкого динамічного діапазону WDR

Різниця між найтемнішими та найяскравішими плямами в сцені, яку спостерігає IP-камера, називається широким динамічним діапазоном (wide dynamic range). Спостереження за такими зонами на початку розвитку індустрії IP-відеоспостереження призводило до проблем з ідентифікацією деталей у сцені — наприклад, коли ми чітко бачили в'їзд до паркінгу, сцена була занадто затемненою і не було видно деталей всередині паркінгу. І навпаки: коли ми добре бачили паркінг всередині, в'їзд був занадто пересвічений.

Axis взявся вирішити цю проблему і в 2011 році анонсував IP-камери з технологією WDR, це був Dynamic Capture WDR. Згодом з'явилися ще технології Dynamic Contrast WDR та Forensic Capture WDR.

Технологія WDR стала ключовою для розробки всіх існуючих сучасних високоякісних систем IP-відеоспостереження, здатних працювати в складних умовах освітлення. Ця технологія дозволяє сформувати додатне зображення, коли в полі зору камери існують занадто світлі або занадто темні зони. Показник WDR можна побачити в технічних специфікаціях (даташитах)



Рис. 5. Об'єктиви IP-камер: Tamron DS-iris C-mount (а), Computar P-Iris CS-mount (б), Computar i-CS CS-mount (в)

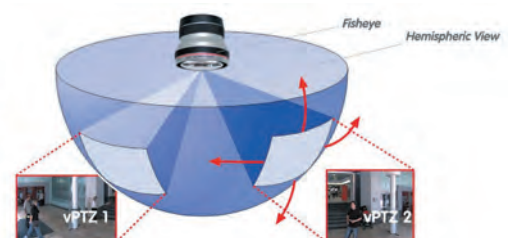


Рис. 6. Mobotix Q24 з fisheye-об'єктивом



Стандартний WDR



WDR 150дБ

Рис. 8. WDR 120 і 150 дБ в дії

IP-камер. Стандартним значенням для професійних моделей є 120 дБ, найкращим — 150 дБ (рис. 8). Першим у світі рівня WDR 150 дБ у 2018 році досягла Hanwha.

Переважає більшість виробників IP-камер заявляють на своїх сайтах про підтримку WDR. Деякі виробники мають власні назви та технології WDR: наприклад, Hanwha eXtremeWDR, Bosch HDR та HDR X. Чи гарно вони працюють у інших виробників — порівняйте самі та побачте різницю на власні очі.

### Технології кольорового зображення в умовах низької освітленості та темряви

Першовідкривачем цієї технології також був Axis. Вона була анонсована у 2011 році, забезпечувала якісне зображення в умовах поганої освітленості (сутінки, світанок тощо), отримала назву Lightfinder («шукач світла») і була для замовників в буквальному сенсі магічною: очі людини ледве могли розпізнати силуети людей в сутінках, а камери Axis з Lightfinder бачили людей та обстановку в кольорі. Магія відбувалася за рахунок того, що новий процесор ARTPEC-4 працював з матрицею більшого розміру. Разом це забезпечувало високу світлочутливість, і камери залишалися в режимі «день», що дозволяло отримати кольорове зображення для ідентифікації людей чи транспортних засобів без пікселізації, шумів та

розмитості. Замовники, яким треба було захистити периметр чи спостерігати за погано освітленими зонами, були у захваті.

Попри не дешеvu ціну IP-камер Axis з Lightfinder, їх продажі стрімко зростали, але конкуренти за два роки змогли скопіювати/повторити технологію. У 2013 році Avigilon випустив камери з назвою технології LightCatcher («ловець світла»), а Hikvision — з назвою DarkFighter («борець з темрявою»). У 2016 році Bosch та Dahua випустили свої камери з назвою технології Starlight, а Mobotix анонсував технологію Moonlight. Hanwha вдосконалила свою технологію шумоподавлення SSNR (Smart Super Noise Reduction) і з виходом власного процесора Wisenet5 у 2018 році представила технологію extraLUX.

### Технологія шумоподавлення

Для отримання якісного кольорового зображення від IP-камер в складних умовах освітлення необхідно зменшити шуми, які спричиняють появу артефактів при низькому освітленні (зерно, розмитості тощо). Оскільки до появи в камерах AI (штучного інтелекту) технологія детекції руху була побудована на порівнянні зміни пікселів у сцені, наявність шумів у IP-камер в сутінках значно збільшує потік від камери і відповідно вартість зберігання відеоархіву. Технологія шумоподавлення називається digital noise reduction (DNR)

і була створена ще за часів аналогових камер. Приблизно у 2005 році Axis вперше імплементував її для своїх IP-камер, зробивши стандартом індустрії. Переважна більшість виробників пишуть, що це в них є, у багатьох є власна назва технології, але реальну різницю між камерами різних виробників можна побачити лише під час тестування в сутінках в сцені, де виникає багато сірого кольору за низької освітленості (парковки, парки, периметр тощо).

Окрім візуальної картинки, треба перевіряти реальну кількість пікселів на метр/на обличчя в сцені (це визначить здатність камери зафіксувати протиправні дії) та заміряти відеопотік (бітрейт), щоб зрозуміти різницю між ціною від китайських виробників та цінністю у західних чи азійських виробників.

### Технологія зображення без оптичних спотворень

Можливості IP-камер нерозривно пов'язані з оптичними технологіями та об'єктивами. Замовники постійно вимагали від виробників, щоб IP-камера дивилася ширше, ніж це могло б зробити людське око, та без мертвих зон. Ширину сцени почали забезпечувати ширококутні об'єктиви, але з ними прийшла інша проблема: зображення спотворювалося оптичними викривленнями самого об'єктива. У різних вендорів цю проблему вирішили по-різному. Деякі радили інтеграторам використовувати окремі i-CS-об'єктиви. Інші — наприклад, Hanwha ще за часів Samsung Techwin — у 2015 році випустили серію камер WiseNetLite з програмною функцією LDC (Lens Distortion Correction), яку можна було легко активувати через інтерфейс камери. Всі IP-камери Hanwha з ширококутними чи fisheye-об'єктивами мають цю функцію на борту, що дуже цінують замовники та інтегратори (рис. 9).

Серед переліку технологій про LDC згадують Avigilon, Bosch, Hikvision і Dahua. Тестувати цю технологію дуже легко, вона дуже візуальна. Якість її роботи на своєму об'єкті може оцінити замовник без жодного досвіду у відеоспостереженні.

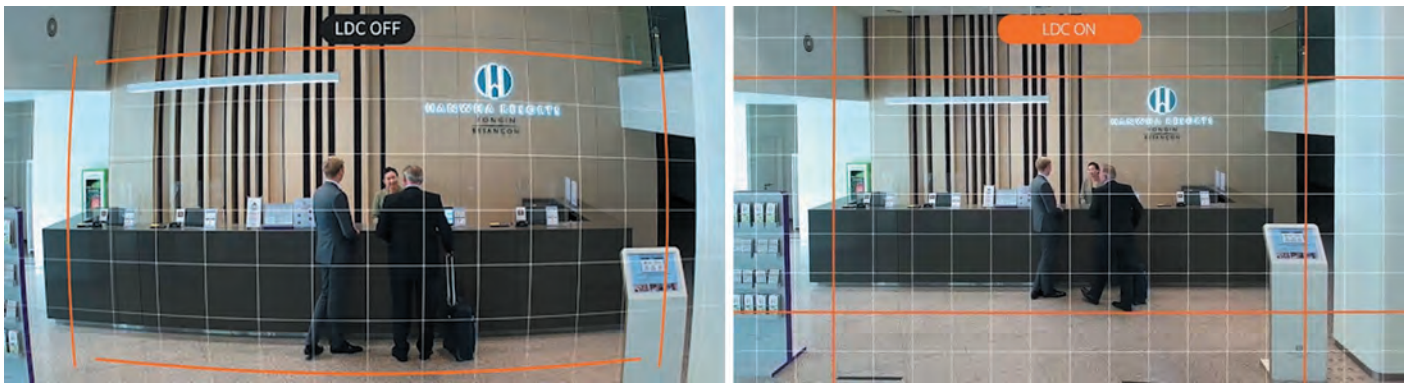


Рис. 9. Технологія LDC (Lens Distortion Correction)

## Технологія чіткого зображення в умовах підвищеної вібрації

Камери, встановлені на високих стовпах чи опорах біля доріг, можуть піддаватися вібрації через вітер чи коливання опор. Оскільки IP-камери формують не суцільний відеофільм, а послідовність кадрів у вигляді картинок, через вібрацію зображення будуть розмиті або створиться враження, ніби ця камера встановлена на кораблі. Щоб запобігти вібрації і зробити зображення придатним, треба стабілізувати картинку з таких IP-камер.

Враховуючи кількість інновацій, яку створив Axis, було б передбачувано очікувати, що і цю технологію створив теж він. Це так і ні одночасно. Ні — тому що компанія Canon є піонером у технології оптичної стабілізації зображення (OIS, optical image stabilization), яку вона розробила ще у 1995 році для своїх фотоапаратів.

Схожу технологію, яка отримала назву «електронна стабілізація зображення» (EIS, electronic image stabilization) створила компанія Sony. Досвід Canon і Sony у розробці об'єктивів і механізмів стабілізації вплинув на розвиток стабілізації зображення в мережевих камерах (рис. 10), але впровадження самої технології на борт IP-камер дійсно першим зробив Axis. Робота цієї технології викликала у замовників такий самий магічний ефект, як і Lightfinder, тому що зображення навіть при сильних вібраціях залишається якісним. «Магію» цю створював гіроскоп, який розмістили в корпусі камери, саме він допомагав визначити та компенсувати вібрацію.

У різних вендорів різні назви цієї технології: у Axis це Electronic Image Stabilization (EIS), у Hanwha це Digital Image Stabilization (DIS), у Avigilon та Hikvision — Image Stabilization, у Mobotix — Electronic Image Stabilizer і т.п. Як це працює та що може технологія стабілізації зображення, в деталях

демонструють Axis та Hanwha на своїх офіційних YouTube-каналах. Натомість Hikvision на своєму офіційному сайті показує не приклад своєї технології, а ролик про спортивну гімнастику. Ну і справді, навіть замовникам Hikvision розуміти, як працює Image Stabilization, якщо вони все одно обирають вендора IP-камер не за технологіями, а суто за ціною...

## Технології PTZ, PTRZ та поворотні платформи

Ці технології та продукти на їх основі народилися як відповідь на вимогу замовників мати віддалене керування камерою та можливість змінювати кут огляду.

**PTZ** або Pan-tilt-zoom (панорамування-нахил-масштабування) — ця технологія існувала в аналоговому відеоспостереженні, але потребувала окремого кабелю керування. Дуже популярними на ринку аналогових PTZ-камер були Panasonic та Bosch.

Можливість задовольнити потреби замовників за рахунок одного мережевого кабелю у 1999 році побачив та реалізував Axis зі своєю AXIS 2130 PTZ. Розвиток та конкуренція вендорів за IP PTZ-камери відбувалися навколо їхньої роздільної здатності, кратності zoom та швидкості обертання. Боротьба між вендорами тривала, рухаючи роздільну здатність IP PTZ-камери від VGA до 3 Мп і кратність оптичного зуму від 12x до 37x.

Перші IP PTZ-камери були без інфрачервоної підсвітки, тому що світлочутливість матриць PTZ була в цілому непоганою. Зазвичай їх ставили для

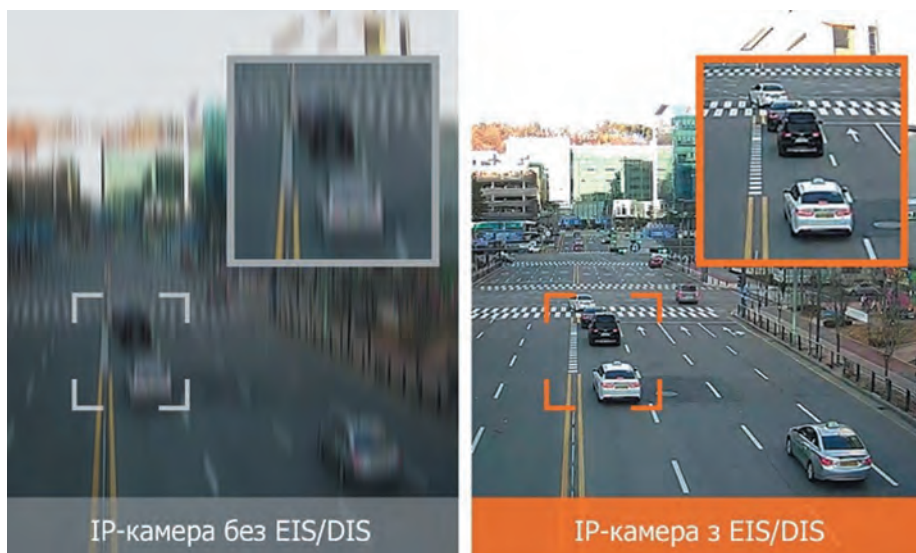


Рис. 10. Технологія електронної стабілізації зображення

охорони периметру об'єктів критичної інфраструктури чи в аеропорти, а там було освітлення, і система відеоспостереження нормально працювала. На початку 2010-х років китайські вендори — спочатку Hikvision, потім Dahua — почали виходити на ринок IP-камер і, не фокусуючись на якості чи точності, як маркетингову перевагу використали вбудовану в PTZ інфрачервону підсвітку. Це змінило ринок. Далі ІЧ-підсвітку почали вбудовувати в свої моделі азійські вендори (Samsung та інші), з часом і західні.

За десять останніх років майже у всіх виробників з'явилися IP PTZ-камери обох типів: без ІЧ-підсвічування і з ІЧ-підсвічуванням, а також з'явилися моделі IP PTZ-камер зі склоочисником. Зі збільшенням можливостей сучасної оптики в PTZ виникла технологія лазерного фокусування (підтримується Axis, Hanwha та іншими вендорами), це дозволило збільшити швидкість повороту та наближення камери, а також точність пресетів.

Наразі популярністю у замовників користуються IP PTZ-камери стандартної краплеподібної форми з роздільною здатністю від 2 до 8 Мп та оптичним зумом від 20x до 55x з варіаціями ІЧ-підсвітки та склоочисника. Але, наприклад, в Лондоні можна побачити досить екзотичні за своєю формою та виглядом PTZ, які схожі на істот з фільму «Чужі»: наприклад, Predator PTZ від британської компанії 360 Vision Technology. Варто визнати факт, що китайські вендори мають найбільшу варіативність форм IP PTZ-камер і постійно щось додають. Можна впевнено сказати, що форми та характеристики IP PTZ-камер будуть і далі розвиватися (рис. 11).

**PTZ** або Pan-tilt-rotate-zoom (панорування-нахил-обертання-масштабування) — це технологія, яка виникла у середині 2010-х років для забезпечення віддаленого коригування зон огляду фіксованих камер. Останні підтримують цю технологію за рахунок встановлення сенсорів (матриці) на мініатюрній поворотній платформі. PTRZ дозволяє віддалено керувати сенсором, тим



Рис. 11. Варіанти IP PTZ-камер



Рис. 12. Технологія PTRZ



Рис. 13. Приклади IP-камер, IP-тепловізорів та біспектральних камер на поворотних платформах

самим коригуючи поле зору камери. Технологія застосовується переважно у мультисенсорних камерах. Власники магазинів, складських приміщень, аеропортів миттєво розуміють економічну перевагу, оскільки такі камери зазвичай встановлюються на великій висоті, а PTRZ дозволяє замовнику за потреби скоригувати кути огляду без фізичного доступу до камери (рис. 12).

Для задач, де необхідно мати можливість наближення зони спостереження, але не треба змінювати по горизонталі зону огляду, вендорами були запропоновані zoom IP-камери з моторизованим варіфокальним об'єктивом певної оптичної кратності, від 4x до 20x і вище. Раніше ці камери для вуличного спостереження потребували окремих кожухів, наразі це повністю готові моделі циліндричної форми різних кольорів, як і фіксовані вуличні камери.

Ідею поставити фіксовану камеру з моторизованим об'єктивом на поворотну платформу реалізувала італійська компанія Videotec, яка виробляла кожухи для аналогових, а пізніше і для IP-камер. Цю ідею підхопили Pelco, Bosch, Axis та інші виробники, а рішення отримали назву «камери на поворотних платформах» (positioning cameras). На ринку представлені десятки різних моделей від різних вендорів, але всі вони є достатньо дорогими (рис. 13).

### Технології відеоспостереження за великою територією: IP-камери високої роздільної здатності

IP-камери типу fisheye почали давати панорамний вид, програмно розгортаючи 360° зображення з об'єктива, але по-справжньому панорамні камери високої роздільної здатності

мали іншу технологію та нову назву — мультисенсорні (multi-sensors) камери — через свою інноваційну особливість: в корпусі IP-камери було розміщено декілька матриць (сенсорів) одночасно.

Перша в світі мультисенсорна IP-камера AV8360 від американської компанії Arecont Vision в 2006 році мала чотири матриці (сенсори), які давали 180° та 360° панорами та загальну роздільну здатність 8 Мп (рис. 14). Одна така IP-камера з усього одним мережевим підключенням була здатна замінити до 24 аналогових камер. Вона підтримувала віртуальний PTZ та можливість встановлення в зовнішній кожух для вуличного спостереження. Для оптимізації відеопотоку було запропоновано функцію «зон інтересу» (ROI, Regions of Interest), це дозволяло отримувати в чотирьох обраних зонах картинку з високою деталізацією, в інших — зі стандартною. Arecont Vision зі своєю серією мультисенсорних IP-камер SurroundVideo багато років міцно тримав лідерство за максимальною роздільною здатністю, створюючи моделі з роздільною здатністю 12, 20 та 40 Мп, аж поки їх по цьому показнику не наздогнав Avigilon зі своїми моделями з одним сенсором (матрицею). Arecont Vision досі має популярність і повагу в США, але він не став світовим брендом.

Створений у 2004 році Avigilon вже у 2007-му представив свою першу серію IP-камер HD-H264, а згодом серію JPEG2000 HD з роздільною здатністю від 1 до 5 Мп. У 2008 році



Рис. 14. Перша 8 Мп мультисенсорна IP-камера

Avigilon випустив свої перші IP-камери 11MP HD Pro M/C (М-монохромна та С-кольорова) з роздільною здатністю 11 Мп, а згодом і моделі 16MP HD Pro.

Avigilon пішов шляхом встановлення в корпус камери однієї матриці великого розміру. Для камери 11MP HD Pro CCD-матриця мала діагональ 35 мм, тоді як діагональ типових CMOS-матриць того часу розміром 1/3" дорівнювала 5.64 мм, тобто матриця камер Avigilon була більшою майже в 7 разів. Щоб створити якісне зображення, для такої матриці були потрібні особливі об'єктиви, такими стали об'єктиви Canon з кріпленням E/EF-mount. Камери Avigilon мали технологію роботи в умовах низького освітлення LightCatcher, технології віддаленого керування zoom і фокусом, а також підтримували SD-карти, дозволяючи отримати конкурентну перевагу: одна така камера могла замінити декілька звичайних IP-камер і півсотні аналогових. Цю перевагу оцінили безпечні міста, аеропорти, стадіони та великі концертні майданчики. Недоліками, про які говорили конкуренти, були величезний відеопотік і те, що камери витримували без додаткових кожухів лише -10°, але якість

камер Avigilon та якість картинки була гарною, що разом з фокусом на вбудовану відеоаналітику позитивно вплинуло на репутацію бренду і міцно тримає його у світовій п'ятірці. У 2015 році Avigilon вперше в індустрії IP-відеоспостереження представив IP-камеру 7K HD Pro з однією матрицею і з роздільною здатністю в 30 Мп. Нескладно побачити (рис. 15), що при такій високій роздільній здатності розмір об'єктива майже дорівнює розміру камери.

Наразі у кожного вендора, який виробляє IP-камери, є моделі з високою роздільною здатністю на базі однієї чи декількох матриць, що дає можливість підібрати найкраще рішення для кожної зони об'єкта. Принципова різниця в тому, що Hikvision і Dahua фокусуються на кількості замовників, а Axis, Hanwha та Avigilon — на якості, якої ті вимагають.

## Технології відеоспостереження вночі: ІЧ-підсвітка та ІР-тепловізори

До того, як технології змогли забезпечити потрапляння більше світла на матрицю камери та можливість бачити кольори в сутінках, вночі зображення з камер відеоспостереження було монохромним (чорно-білим). Для того, щоб аналогові камери могли бачити вночі, стали використовувати інфрачервону підсвітку (англійською IR — Infrared Radiation). ІЧ-підсвітка являє собою світлодіоди, які випромінюють інфрачервоне світло. Людське око його не бачить, проте ІЧ-світло дозволяє IP-камері бачити вночі. ІЧ-підсвітка спочатку була окремою, потім виробники аналогових камер вбудували її в корпуси як зовнішніх, так і внутрішніх камер. Аналогічно зробили і виробники



Рис. 15. Еволюція камер Avigilon (ліворуч — перші стандартні моделі, праворуч — 11 Мп та 30 Мп)



IP-камер, проте з розвитком об'єктів та потребою мати регульовану інтенсивності ІЧ-підсвітки виникла нова технологія, яка отримала назву «адаптивна інфрачервона підсвітка».

Її суть полягає в тому, що інтенсивність світлодіодів ІЧ-підсвітки регулюється автоматично залежно від зони спостереження та фокусної відстані камери. Вночі це забезпечує рівномірність освітлення зони огляду і виключає пересвічування об'єктів у кадрі, особливо коли вони підходять близько до камери. У 2014 році Axis представив свою технологію адаптивної ІЧ-підсвітки на ім'я OptimizedIR, а Avigilon — Adaptive IR. Свої технології впровадили також і інші виробники камер, деякі вбудували адаптивну ІЧ-підсвітку в свої PTZ-камери, щоб покращити якість нічного спостереження на великих відстанях.

Як відповідь на потребу замовників бачити людей та об'єкти на великих відстанях з'явилися аналогові тепловізори, які по суті є інфрачервоними камерами, що визначають та вимірюють інфрачервоне (теплове) випромінювання об'єктів. Оскільки тепловізори реагують на тепло, вони можуть працювати за будь-яких умов, адже нечутливі до темряви, дощу, диму, яскравого світла чи туману.

Ідею створення IP-тепловізора першою в світі реалізувала американська компанія Flir Systems, яка займалася розробкою саме тепловізійної техніки. У 2008 Flir випустила перший у світі **IP-тепловізор** FLIR A310,

як засіб запобігання серйозним проблемам на виробництві та на об'єктах критичної інфраструктури. FLIR A310 забезпечував зручний та надійний засіб візуального моніторингу температури електричних підстанцій, газо- та нафтопереробних підприємств, сталеливарних виробництв, великих складів. Модель FLIR A310 була побудована на базі неохолоджуваного мікроболометра (Uncooled Microbolometer) і вимірювала температуру з точністю до 2°C. Це було надзвичайно!

IP-тепловізори стали популярними серед замовників систем IP-відеоспостереження завдяки компанії Axis, яка у 2010 році випустила моделі AXIS Q1910 та AXIS Q1910-E та змогла пояснити інтеграторам і замовникам переваги використання IP-тепловізорів у проектах.

Flir залишається лідером у сфері IP-тепловізорів, але в конкурентну боротьбу включені Axis, Hanwha, Bosch, Hikvision, Dahua, Mobotix та інші.

Наразі є декілька типів IP-тепловізорів. Класичні отримали назву «охоронні IP-тепловізори» (network security thermal cameras), оскільки їх застосовували переважно задля охорони державних кордонів та периметра важливих об'єктів. Охоронні тепловізори можуть виявити людину чи транспортний засіб на великій відстані. Моніторингом температури об'єктів займаються термометричні чи радіометричні IP-тепловізори (network thermometric or radiometric cameras). А завданням вимірювання

температури тіла людини, яке виникло під час епідемії коронавірусу, займаються, відповідно, IP-тепловізори для вимірювання температури тіла людини (network thermal screening/body temperature screening cameras).

Оскільки IP-тепловізори на великій відстані за майже будь-яких погодних умов могли забезпечити виявлення теплих об'єктів (людина, тварина, транспортний засіб), але не могли їх ідентифікувати, ці пристрої завжди комбінували з IP PTZ-камерами або IP-камерами, завдяки яким оператор міг здійснити ідентифікацію і прийняти рішення. З цим завданням блискуче впоралися біспектральні IP-тепловізори (рис. 16).

## Відео- та аудіокодеки

В аналогових системах відеоспостереження запис відео здійснювався на магнітну стрічку за допомогою відеомагнітофонів. З виникненням IP-камер постало завдання забезпечити кодування відеоданих для передачі та збереження. Це завдання вирішують стандартизовані відеокодеки (video codecs). В 1990-х роках були створені кодеки MJPEG (Motion JPEG) і MPEG-4, в 2003-му — H.264 (MPEG-4 AVC — Advanced Video Coding), в 2013 році анонсовано H.265 (HEVC — High Efficiency Video Coding). Будь-які інші назви кодеків, окрім стандартних, типу H.265+, — це чистий маркетинг.

Оскільки компанія Axis впровадила багато інновацій, то і впровадження відеокодеків не виняток: перша у світі IP-камера, AXIS NetEye 200, в 1996 році мала підтримку MJPEG-кодека, камера AXIS 213 PTZ у 2003 році мала підтримку MPEG-4, а AXIS P3301 у 2008-му — підтримку H.264.

Відеокодеки забезпечують створення відеопотоку, який вимірюється параметром «пропускна здатність» (bandwidth) в Мбіт/с. Зі зростанням роздільної здатності IP-камер питання оптимізації bandwidth стояло на першому місці. Це вирішувалося декількома технологіями.

Технологія зон інтересу ROI (Regions of Interest), як зазначалося, дозволяла в полі зору камери виділити декілька



Рис. 16. Приклад зображення з біспектрального IP-тепловізора з AI-аналітикою детекції об'єктів

зон і з них отримувати відеопотік максимальної якості, а в інших, неважливих зонах, передавати відео у мінімальній чи стандартній якості. Технологія зміни швидкості кадрів FPS залежно від певних умов забезпечувала можливість вести відеонагляд з максимальною швидкістю у разі тривожної події — наприклад, руху в полі зору камери в нічний час, — та зі стандартною чи мінімальною роздільною здатністю у інший час. Технологія декількох паралельних потоків забезпечувала можливість перегляду відео в режимі реального часу в стандартній якості, а ведення запису — в максимальній або навпаки. Технологія адаптивного відеопотоку забезпечила можливість перегляду оператором відео з декількох камер в режимі реального часу зі стандартною якістю, а в разі вибору оператором камери — з максимальною.

Деякі вендори на базі стандартних кодеків створили власні пропріетарні кодекси — наприклад MxPEG (Mobotix Proprietary Video Codec) — або свої власні технології оптимізації відеопотоків. У 2015 році Axis зробив це новим трендом, випустивши на ринок технологію на ім'я Zipstream, яка забезпечувала значне зменшення відеопотоку у порівнянні з H.264-кодеком залежно від динаміки сцени спостереження. І дійсно, для зон з невисокою інтенсивністю руху оптимізація складала до 70%, а для зон з інтенсивним рухом — до 30% (рис. 17). Наразі майже кожен виробник IP-камер представляє свою технологію оптимізації відеопотоку як перевагу.

Індустрію відеоспостереження чекають нові зміни, адже у 2020 році був представлений новий відеокодек H.266 (VVC — Versatile Video Coding), який поки ще не застосовується,

а у 2012 році був створений новий аудіо-кодек Opus, про підтримку якого в деяких своїх продуктах заявили Axis, Mobotix, Hanwha та Huawei.

Аудіокодеки були створені ще у 80-х роках 20 сторіччя: G.711 — у 1972 році, G.722 — у 1988-му, в 1990-ті роки з'явилися кодеки G.726, G.729 та AAC. Але використання аудіо в індустрії IP-відеоспостереження знов ініціював Axis. Модель IP-камери AXIS 2100, створена на початку 2000-х років, підтримувала кодек G.711. Згодом інші вендори почали встановлювати мікрофони в свої IP-камери, і аудіо стало стандартом в IP-відеоспостереженні.

З розвитком індустрії і цифровізації аудіо з'явилися IoT-пристрої: IP-відеодомофони, IP-гучномовці і портативні (body worn) IP-камери. Наразі десятки вендорів IP-відеоспостереження мають у своїх портфелях рішень ці продукти, але так було не завжди. Попри те, що відеодомофони виробляли десятки компаній, перший IP-домофон 2N IP Helios створила у 2008 році невідома ринку IP-відеоспостереження чеська компанія 2N. Хоча Bosch був безперечним лідером ринку аналогових систем оповіщення, у 2015 році Axis представив перший IP-гучномовець AXIS C1004-E.

### Технологічні тренди IP-відеоспостереження 2024 року

У світі IP-відеоспостереження існує декілька ключових трендів: **AI-відеоаналітика, edge-рішення, кібербезпека, хмарні рішення та сталий розвиток.**

Для українських замовників, особливо державних, категорично неприпустимо використовувати хмарні

рішення, але саме вони популярні у західних країнах як спосіб забезпечити візуальний контроль за процесами, персоналом та відвідувачами без капітальних витрат. У низці країн існують провайдери сервісів відеоспостереження/охоронні агенції, які забезпечують замовникам монтаж камер на об'єкті та хмарний доступ до програмного забезпечення й відеоаналітики. Замовники користуються лише програмним інтерфейсом зі своїх мобільних телефонів чи ноутбуків і не турбуються про місце для відеореєстраторів чи відеосерверів, про охолодження серверної і резервування даних. Це класна можливість для малого та середнього бізнесу. Але за декілька останніх років, із зростанням популярності Azure та AWS, великий бізнес чи навіть державні замовники почали користуватися хмарними рішеннями. При всій зручності у них є два ключові недоліки: перед тим, як потрапити до серверів в якомусь центрі обробки даних, відеопотоки з камер гуляють по всьому світу через оптичну мережу, і це створює ризик перехоплення відеоінформації хакерами. Якщо мережі передачі відео гарно захищені і все під контролем, то є ризик, що хакнуть самого провайдера хмарного сервісу. Так сталося у 2021 році, коли відеодані зі 150 000 камер від провайдера Verkada опинилися у відкритому доступі, через те, що програмне забезпечення Verkada було хакнуто. Це були камери різних організацій, серед яких школи, лікарні, в'язниці та навіть заводи Tesla.

Кібербезпека у IP-відеоспостереженні — це не результат, а постійний процес. З одного боку, постійні хакерські атаки на IP-камери та програмне забезпечення виявляють слабкі місця і спонукають вендорів



Рис. 17. Порівняння H.264 і H.265 кодеків. Приклад технології оптимізації відеопотоку Zipstream

шукати нових способів захисту та впроваджувати стандарти. З іншого боку, з реакції вендорів на інциденти можна точно зрозуміти, хто піклується про замовників та свою репутацію (це західні та азійські вендори), а хто займається промисловим шпигуванням, несанкціонованим збором даних (і це китайські державні вендори).

Базовою кібербезпекою є відповідність IP-пристроїв протоколам IEEE 802.1X та HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure), а також дії, які залежать від інтегратора та замовника:

- використання сертифікованої кабельної мережі;
- розділення підмереж камер, серверів, мобільних пристроїв тощо;
- політика регулярних змін паролів камер, програмного забезпечення;
- політика регулярного оновлення прошивок (firmwares);
- протоколювання (логування) дій операторів та адміністраторів;
- багаторівневий доступ (MFA, Multi-Factor Authentication) до системи, особливо для віддалених підключень;
- шифрування (Encryption) відеоданих при експорті;
- цифровий підпис (Digital signature) відеоданих при експорті;
- періодичне тестування системи щодо виявлення зовнішніх та внутрішніх загроз.

Вимоги до кібербезпеки на рівні стандартів визначають:

- GDPR Compliance — закон ЄС про захист персональних даних;
- NDAA Compliant — американський закон NDAA (National Defense Authorization Act);
- ISO/IEC — міжнародні стандарти з кібербезпеки;
- FIPS 140-2 — стандарт, який визначає вимоги безпеки для криптографічних модулів та методів шифрування, що використовуються виробниками камер;
- NIST Cybersecurity Framework — стандарт покращення кібербезпеки критичної інфраструктури;
- стандарти UL Cap, Security by Default, інші.

Вендорів, яких немає в переліку NDAA Compliant, в жодному разі не візьмуть до державних проектів та на об'єкти критичної інфраструктури західних країн.

AI-відеоаналітика стала новою рушійною силою індустрії відеоспостереження і залишається трендом, адже поєднання камер та штучного інтелекту стало ключовим фактором для перетворення відеотехнологій від суто функцій спостереження до проактивного та превентивного інструменту для безпечних міст, аеропортів та вокзалів, виробництв, об'єктів критичної інфраструктури, торгових центрів та інших замовників. Що може відеоаналітика на базі штучного інтелекту, див. статтю «AI у відеоспостереженні: очікування та реальність» (МТБ №3/2023).

Edge-пристрої — це IP-камери та AI IP-камери. Вони дуже активно розвиваються за рахунок зростання можливостей процесорів IP-камер. У провідних західних та азійських вендорів посилилася кібербезпека самих пристроїв за рахунок того, що критично важлива інформація IP-камери зберігається в безпечному сховищі на процесорі, а вбудовані кібер-алгоритми перевіряють завантаження прошивок чи програмних модулів на борт камери.

Завдяки новим процесорам IP-камер вбудована в камери AI-відеоаналітика також стала новим трендом. Вона працює безпосередньо на борту камер і видає в мережу лише відповідні метадані, що дозволяє зекономити на окремих відеосерверах для відеоаналітики. Також вбудована в камери AI-відеоаналітика змінила підхід до детекції об'єктів, що значно підвищило точність і зменшило хибні тривожні спрацювання. Вже є приклади, коли за рахунок технологій машинного чи глибокого навчання AI-відеоаналітика дозволяє інтегратору чи замовнику навчити камеру визначати та розпізнавати нові типи об'єктів.

В 2024 році в Європейському союзі очікується впровадження нових стандартів: Закону про кіберстійкість (Cyber Resilience Act, CRA) та Network and Information Security Directive 2nd Edition (NIS2). CRA — це нормативний акт, який встановлює мінімальні вимоги до кібербезпеки для продуктів із цифровими елементами. NIS2 — це директива, спрямована на покращення кібербезпеки мережевих та інформаційних систем у всьому світі.

Новим трендом IP-відеоспостереження є фокус на сталий розвиток. Це передбачає зниження рівня впливу виробництв на довкілля і впровадження екологічно чистих виробничих процесів, зменшення відходів, використання відновлюваних видів енергії, використання перероблених матеріалів та створення більш енергоефективних камер. Директива Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) передбачає, що європейські компанії будуть зобов'язані ширше звітувати про свої досягнення в галузі сталого розвитку.

Сучасні технології IP-відеоспостереження — це все ще спроба відтворити можливості ока людини, яке без будь-яких шумів чи зернистості бачить у сутінках, має власний крутий широкий динамічний діапазон, класну глибину різкості і фокусується швидше за PTZ. Але деякі технології вже перевершили можливості людського ока: людина не бачить в повній темряві, а камери та тепловізори бачать; людина не може бачити деталі на великій відстані, а камери можуть; очі людини не можуть літати, а дрони можуть.

Замовникам важливо пам'ятати: інтегратори — не чарівники. Всі вищезгадані технології вбудовуються вендорами IP-камер під час виробництва та вказані в даташитах. Жодну з них не можна додати в процесі експлуатації на борт IP-камери, якщо її немає у документації. Якщо роздільна здатність IP-камери недостатня, камера показує погано в умовах низької освітленості, картинка має шуми у нічний час, інфрачервона підсвітка недостатньо далеко світить, а зображення має оптичні викривлення — нічого не можна вдіяти, окрім фізичної заміни IP-камер на іншу модель чи іншого виробника. Тому замовникам вкрай важливо усвідомлювати свої потреби та очікування від якості зображення та функцій до закупівлі, а не після. Краще за все це робити під час тестування чи пілотного проекту.

**Альона ШВЕЦОВА,**  
незалежний експерт  
з систем безпеки,  
[cctvmadonna](https://cctvmadonna.com)