

# Wi-Fi для цехів і стадіонів

Промисловий Wi-Fi — це досить широка група рішень, від точок доступу у вуличному виконанні до спеціалізованих пристроїв для шахт. Деякі вже підтримують Wi-Fi 7.



**П**ромисловий Wi-Fi відрізняється від звичайного характерними вимогами, пов'язаними з призначенням таких рішень і умовами їх експлуатації. Зокрема пристрої повинні витримувати вплив зовнішнього середовища (наприклад, коливання температур, пил, вібрації, електромагнітне випромінювання). Мережа промислового зв'язку повинна забезпечувати надійне передавання даних, масштабуватися і бути захищеною від кібератак.

На ринку є досить багато рішень для промислового Wi-Fi, від точок доступу до аксесуарів. «МТБ» розглянув найцікавіші зразки цього обладнання, які демонструють розвиток технологій.

## Сценарії використання бездротового зв'язку

Про нові вимоги до промислового Wi-Fi добре сказано в огляді (White Paper), підготовленому Cisco. Отже, якщо історично використання бездротових технологій для індустріальних потреб обмежувалось підключенням некритичних датчиків та ІТ-обладнання, то нині, в силу стрімкої діджиталізації промисловості і дедалі більшої мобільності персоналу, зростає потреба в швидкісному, масштабованому, надійному і повсюдному бездротовому покритті. Нині радіотехнології забезпечують зв'язок з низькою затримкою і великою пропускну здатністю, а також підтримують велику щільність пристроїв. З іншого боку, сучасні бездротові мережі також підтримують роботу сенсорів, які передають дані з низькою швидкістю, але працюють на батарейках і споживають мало енергії. З третього боку, пандемія змусила багатьох працювати з дому і збільшила потреби у відеозв'язку, дистанційному консультуванні, автономній роботі, віддаленому керуванні тощо.

Нові технології, Wi-Fi 6 і 6E, радикально збільшують ємність і пропускну здатність мереж, а також скорочують затримку і підвищують ефективність використання батареї. Крім того, додатковий спектр у діапазоні 6 ГГц дає змогу виділити окрему смугу частот для певних застосувань. Для пристроїв IoT це означає більше доступної пропускну здатності і менше перевантаження. Плюс більша щільність підключення цих пристроїв. На додачу технологія множинного доступу OFDMA дозволяє пристроям ділитися один з одним вільною пропускну здатністю в каналах. Ще однією перевагою є технологія захисту WPA3 з більш сильним шифруванням.

**На виробництві** Wi-Fi замінює дротовий Ethernet, якому історично надавали перевагу в силу його стійкості до завад, високої пропускну здатності, захищеності і можливості живлення підключеного обладнання по самому Ethernet або паралельному кабелю. Відмова від дротових комунікацій дає змогу збільшити продуктивність, підвищити ефективність роботи підприємства і спростити перепланування виробничих приміщень. Wi-Fi може використовуватись в операціях руху матеріалів у виробничому процесі або між виробництвом і складом; для підключення виробничого обладнання, роботів, автономного транспорту тощо; а також для забезпечення зв'язком персоналу — як на місці, так і віддалено.

**На залізниці** Wi-Fi у потягах давно став частиною сервісу для пасажирів, але він потрібен і для функціонування самого транспорту. Наприклад, для підключення різного обладнання, такого як камери, датчики, POS-термінали і радіостанції. А також на колії (датчики для моніторингу стану шляхів і переходів, лічильники осей тощо) і на станціях (системи відеоспостереження, інформаційні табло, навігація, знову-таки Інтернет для пасажирів).

**В морських і річкових вантажних терміналах** по Wi-Fi підключають різноманітну техніку, як-от навантажувачі, штабелери, крани, трактори тощо, здійснюють віддалене керування кранами і машинами, також Wi-Fi забезпечує зв'язок для систем контролю доступу і складських операцій (підключення камер відеоспостереження, пристроїв персоналу, зчитувачів штрих-кодів). **В порту** так само потрібен зв'язок для різних датчиків, які відстежують припливи, погоду, рівень і солоність води, течії, а також для систем моніторингу і управління трафіком (суден, залізничних вагонів) і зв'язку для персоналу.

**В шахтах і кар'єрах** потрібна мережа передачі даних, яка охоплює всі ділянки (видобування, подрібнення, плавка, очистка, утилізація відходів і транспортування). Вона має забезпечувати роботу автономних машин і механізмів (вагонеток, навантажувачів і т. ін.), а також віддалене управління шахтною технікою. Окрім того, бездротова мережа забезпечує зв'язок для працівників. При цьому необхідно мати повну видимість усіх процесів у реальному часі, відстежувати стан обладнання і місцезнаходження працівників.

**У нафтогазовій сфері** Wi-Fi можна використовувати на власне бурових установках (принцип той самий, що і в шахтах, але без такої кількості рухомої техніки), а також на заводах з очистки і переробки (на трубопроводі через їхню велику протяжність зв'язок забезпечує мобільна мережа).

**У розумному/безпечному місті** мережа Wi-Fi передає інформацію від різноманітних датчиків, які стежать за роботою громадського транспорту, світлофорів, водопостачання тощо, забезпечує публічний Wi-Fi і роботу систем відеоспостереження, а також того й іншого під час сезонних подій на кшталт ярмарків і спортивних змагань.

## Точки доступу

В Інтернеті можна знайти безліч різного обладнання промислового Wi-Fi, проте тут покажемо, як виглядають актуальні (сучасні) версії, які підтримують найновіші стандарти — Wi-Fi 6/6E і Wi-Fi 7.

### Cisco

Огляд почнемо знову-таки з Cisco. Цей вендор має власну технологію на базі Wi-Fi під назвою Ultra-Reliable Wireless Backhaul (URWB) — «ультранадійний бездротовий транспорт». Технологія забезпечує мультигігабітну пропускну здатність, а «надійність» в її назві означає низький рівень помилок і втрати пакетів, малу й передбачувану затримку (<10 мс), безшовний хендовер між точками доступу і нейтралізацію радіозавад у зашумлених і динамічних середовищах. Також URWB можна використовувати в двох режимах: мобільному (для автоматизованого транспорту, автономних роботів, поїздів тощо) і фіксованому (підключення пристроїв, розміщених на стовпах, вишках, будівлях тощо, зокрема камер відеоспостереження).

URWB підтримують різні точки доступу Cisco. Наприклад, одне з рішень — серія Catalyst IW9165, яка складається

з двох моделей. IW9165E (**рис. 1**) — це точка доступу/бездротовий клієнт з класом захисту IP30, вона оптимізована для використання у рухомих машинах і механізмах, проте завдяки компактному розміру її зручно встановлювати в шафах та інших місцях з обмеженим внутрішнім простором. Інша модель, IW9165D, являє собою потужну точку доступу в корпусі класу IP67, вона має вбудовану спрямовану антену і порти для підключення зовнішніх антен. Ця модель, своєю чергою, має два варіанти: з програмним забезпеченням URWB і у варіанті «звичайної» точки доступу.



Рис. 1. Точка доступу Cisco Catalyst IW9165E

Інші серія, Catalyst IW9167, включає кілька моделей, одна з яких, IW9167E-HZ, розрахована на роботу в небезпечних середовищах, має посилені порти і також підтримує URWB. Ця точка доступу замінює серію Catalyst IW630, для якої оголошено закінчення продажів.

### HPE Aruba

Цей виробник має в своєму портфелі точки доступу у вуличному виконанні та для небезпечних середовищ. Вони підтримують ClientMatch — фірмову технологію оптимізації радіочастотного спектру, яка безперервно відстежує частотну обстановку навколо кожного клієнта і здійснює балансування навантаження для оптимізації якості зв'язку. А також силоміць перемикає «застряглих» клієнтів на іншу точку доступу, якщо вона ближча і/або менш завантажена. Інша технологія, AirMatch, за допомогою алгоритмів машинного навчання забезпечує постійну адаптацію до мінливої радіообстановки і підлаштування під збільшення щільності пристроїв, внутрішньоканальну інтерференцію та пробіли в покритті.

Точки доступу підтримують різні технології захисту, зокрема Dynamic Segmentation (привілейований доступ до IT-ресурсів на основі облікових даних і дозволів). Також вони мають вбудовану підтримку протоколів IoT (Bluetooth 5 і Zigbee) плюс окремі порти USB.

Наприклад, лінійка точок доступу 670 в вуличному виконанні, а також для небезпечних середовищ 670EX (**рис. 2а**) з підтримкою Wi-Fi 6/6E включає три моделі, які відрізняються вбудованими антенами (всенаправлені, спрямовані і динамічні), а також потужністю. Вони мають рівень захисту IP66/67 і діапазон робочих температур від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ ,



Рис. 2. Точки доступу Aruba 670EX (а) і AP730 (б)

а також підтримку всіх чотирьох систем супутникової навігації (GNSS).

Також Aruba у квітні 2024 року представила лінійку точок доступу з підтримкою Wi-Fi 7 - AP730 (рис. 2б). В неї входять два пристрої: AP-734 і AP-735. У діапазоні 6 ГГц, використовуючи канали шириною у 320 МГц, ці кампусні точки доступу досягають пікової швидкості у 5,8 Гбіт/с (щоправда, лише в тих країнах, де цей діапазон відкритий для користування). А в режимі агрегації усіх трьох смуг швидкість може сягати 9,3 Гбіт/с. Понад те, радіомодуль 2,4 ГГц можна переконафігурувати як другий радіомодуль 5 ГГц або 6 ГГц, і тоді максимальна швидкість сягатиме 14,4 Гбіт/с.

Пристрої підтримують чимало корисних функцій, як-от: Advanced Cellular Coexistence (мінімізація впливу стільникових мереж), керована штучним інтелектом автоматична побудка в очікуванні періоду використання; автоматичний моніторинг енергоспоживання (точка доступу може вмикати і вимикати функції залежно від наявного живлення PoE); самостійна геолокація з використанням стандарту Open Locate (передавання підключеним пристроям власних координат). Точки доступу забезпечують визначення місця розташування з субметровою точністю, мають приймач GNSS для вимірювання координат у приміщенні, а також барометричний сенсор для визначення висоти у багатоповерхових будівлях. Рішення нафаршироване багатьма іншими функціями з управління IoT, захисту і конфігурування.

### Juniper

У Juniper Networks є три зовнішні точки доступу, зокрема модель стандарту Wi-Fi 6/6E AP64 (рис. 3). Це найменше таке рішення у цього виробника. Пристрій призначений для корпоративних кампусних мереж, магазинів, громадських



Рис. 3. Точка доступу AP64 (Juniper Networks)

закладів, а також, врешті, для промислових середовищ. Він має датчик температури і акселерометр, підтримує різні GNSS, у тому числі регіональні індійську та японську.

Точка доступу має три радіомодулі, з яких два обслуговують клієнтів, а третій використовується для моніторингу. На основі зібраних даних механізм проактивної аналітики і кореляції (PACE), використовуючи алгоритми машинного навчання, знаходить причини проблем і надає рекомендації щодо їх усунення. Взагалі моніторингу і оптимізації приділено чимало уваги. Механізм під назвою Dynamic Debugging надсилає сповіщення у разі аномалій в роботі сервісів, завдяки чому IT-персонал може не турбуватися про те, що точка доступу відключиться або якісь сервіси стануть недоступними.

Інший механізм подолання проблем працює через хмарну платформу Mist AI, через яку загалом здійснюється управління точками доступу. За твердженням вендора, за допомогою штучного інтелекту, машинного навчання і науки про дані вона оптимізує користувацький досвід і спрощує експлуатацію мережі. Зокрема сервіс Mist Wi-Fi Assurance автоматизує виявлення причин аномалій у радіомережі та їх усунення. У разі серйозних проблем Mist перехоплює пакети і надсилає в хмару, що звільняє персонал від необхідності робити окремі заміри. При увімкненні точка доступу автоматично підключається до хмари Mist, завантажує свою конфігурацію і приєднується до відповідної мережі.

### Ruckus

Компанія Ruckus на початку травня також представила зовнішню точку доступу Wi-Fi 7 — T670, призначену для забезпечення високопродуктивного зв'язку в непростих вуличних середовищах, таких як стадіони, міські простори й парки, порти, транспорт (рис. 4). Це рішення також підтримує три діапазони частот (власне, там, де частоти 6 ГГц відкриті) і забезпечує максимальну агреговану швидкість 9,336 Гбіт/с (у двосмуговому режимі 6,454 Гбіт/с).

T670 підтримує власні технології Ruckus для оптимізації роботи: Airtime Decongestion (підвищення загальної пропускної здатності у перевантажених середовищах), Transient Client Management (зменшення завад від невідключених пристроїв Wi-Fi), BeamFlex+ (розширення покриття і збільшення пропускної здатності завдяки динамічним мультиспрямованим антенам). Мається на увазі, що адаптивна антена спрямовує



Рис. 4. Ruckus T670

радіосигнал у бік пристрою динамічно для кожного пакета, тим самим оптимізуючи покриття і ємність у реальному часі.

З дротових інтерфейсів є 5G Ethernet з PoE і додатковий порт 1G Ethernet. Точки доступу мають клас захисту IP67 і працюють у діапазоні температур від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+65^{\circ}\text{C}$ . Є різні варіанти монтажу: на стовпі, на стіні і підвісом.

У Ruckus є ще зовнішні точки доступу Wi-Fi 6, а також велика кількість внутрішніх з підтримкою IoT, зокрема стандарту Wi-Fi 7.

## Advantech

Обладнання цього виробника простіше проти описаних вище точок доступу, але воно різноманітне. Тут є точки доступу (з підтримкою стандартів до 802.11ac), маршрутизатори, а також цікаве обладнання для застосування на залізниці: дводіапазонний міст/клієнт і Wi-Fi/стільниковий маршрутизатор (рис. 5).



а)



б)

Рис. 5. Обладнання Advantech для залізничного транспорту: міст/клієнт EKI-6333AC-M12 (а) і Wi-Fi/стільниковий маршрутизатор EKI-95026 (б)

Останній має 4 модулі LTE з двома SIM-картами на кожен модуль, забезпечує швидкості до 300 Мбіт/с, також має вбудовані функції мережевого екрана та IPS.

Так виглядають справи у промисловому Wi-Fi зараз. А в найближчому майбутньому? Як бачимо, виробники вже переходять на нові стандарти, але якщо в США вже повним ходом користуються перевагами діапазону 6G, то нам ще потрібне законодавче врегулювання його використання. А також можна, либонь, чекати ще більшого залучення штучного інтелекту до управління мережами доступу, оптимізації їх роботи й захисту від кіберзагроз.

COMMSCOPE®  
RUCKUS®



Точка доступу

# T670

від CommScope  
RUCKUS

- Підтримка 6GHz
- Розширене покриття
- IoT Ready
- Mesh-технологія
- BeamFlex+

Точки доступу  
з підтримкою Wi-Fi 6, Wi-Fi 7  
**T350 / T750 / T670**



 **MEGATRADE**  
project distribution

Офіційний дистриб'ютор  
Ruckus Wireless в Україні  
[www.megatrade.ua](http://www.megatrade.ua)

Василь ТКАЧЕНКО, МТБ