

# Що може Wi-Fi 7



Найновіше на даний час покоління Wi-Fi має назву «Надвисока пропускна здатність» (Extremely High Throughput — EHT). Але Wi-Fi 7 — це не тільки про швидкості.

Еволюція Wi-Fi не стоїть на місці. Стандарт 802.11be (Wi-Fi 7), затверджений на початку минулого року, забезпечує ще вищі (на рівні десятків Гбіт/с) швидкості передачі порівняно з попереднім поколінням, а також менші затримки, більшу щільність підключень, ефективніше використання спектру тощо. Це відкриває можливості для різноманітних операторських і корпоративних застосувань: інтернет-покриття для стадіонів та бізнес-центрів, телемедицина і підключення медичних пристроїв, AR/VR/XR, промислові роботи і багато чого іншого.

За цей час виробники вивели на ринок чимало рішень корпоративного і операторського класу. Погляньмо, для чого найкраще надається новий Wi-Fi і як він реально використовується.

## Нові можливості

Стандарт має кілька нововведень, які покращують характеристики зв'язку. Максимальну ширину каналу збільшено до 320 МГц, включено можливість використання несуміжних смуг, запроваджено модуляцію 4096-QAM (рис. 1) і MIMO 16×16. Теоретична пікова швидкість може сягати 46 Гбіт/с, що вчетверо більше за Wi-Fi 6 і шестеоро — за Wi-Fi 5. Джим Фрей, головний аналітик на ресурсі TechTarget, зазначає, що хоча більшості підприємств такі швидкості не потрібні, збільшення пропускної здатності і мережевої ємності призведе до зростання середньої швидкості підключення.

Ключовою новацією є багатоканальне агрегування (Multi-Link Operation — MLO), тобто одночасне використання

одним пристроєм кількох частот, зокрема у різних діапазонах (рис. 2). Якщо з однією виникають проблеми, пристрій залишається підключеним.

Preamble Puncturing — це функція, яка дозволяє відключати зашумлені смуги частот і використовувати вільні. Вона особливо корисна у середовищах з великою щільністю користувачів, які створюють один одному завади (рис. 3). MLO і Preamble Puncturing підвищують надійність мережі і забезпечують її стале функціонування попри збої і радіозавади.

## Для чого потрібен новий Wi-Fi

Гарну підбірку сценаріїв використання Wi-Fi 7 і можливостей, які при цьому відкриваються, опубліковано у блозі

американського виробника Chatsworth Products.

## Медицина

По-перше, йдеться про сферу охорони здоров'я, де Wi-Fi 7 здатний задовольнити зростаючі потреби у передачі даних в реальному часі. Одна з ключових переваг — підтримка застосувань, що вимагають високих швидкостей: телемедицини, дистанційних лікарських консультацій і відеоконференцій з високою роздільною здатністю. Технологія забезпечує стабільний і надійний зв'язок між медичними установами і пацієнтами.

Wi-Fi 7 уможливує моніторинг у реальному часі (Real Time Location Services — RTLS) за допомогою носимих пристроїв або обладнання «інтернету медичних речей» (IoMT), завдяки чому лікарі завжди мають актуальні дані про здоров'я пацієнта. Як результат — кращі діагностика і локалізація хворого, швидше реагування. Низька затримка і велика ємність мережі забезпечують стабільний і захищений зв'язок на території медичних закладів, де потрібно швидко передавати великі обсяги даних про пацієнта (знімки, медичні картки тощо) між різними системами та пристроями.

Окрім того, Wi-Fi 7 здатен забезпечити зв'язок у середовищах високої щільності, якими є сучасні лікарні і клініки, де потрібно підтримувати підключення багатьох пристроїв без порушення якості. Завдяки наднизькій затримці і високій пропускній здатності забезпечується стабільне передавання даних у реальному часі між ШІ-системами і виконавчими механізмами, що є критичним у таких застосуваннях, як роботи-хірурги, реабілітація з використанням роботів і автоматизовані засоби доставки (теж роботи).

Також Wi-Fi 7 допоможе роботі медичних ШІ-систем, таких як засоби діагностики і платформи предикативної аналітики, яким потрібно швидко обробляти великі обсяги даних. Це особливо важливо при роботі зі знімками, медичними картками і даними, що надходять з носимих

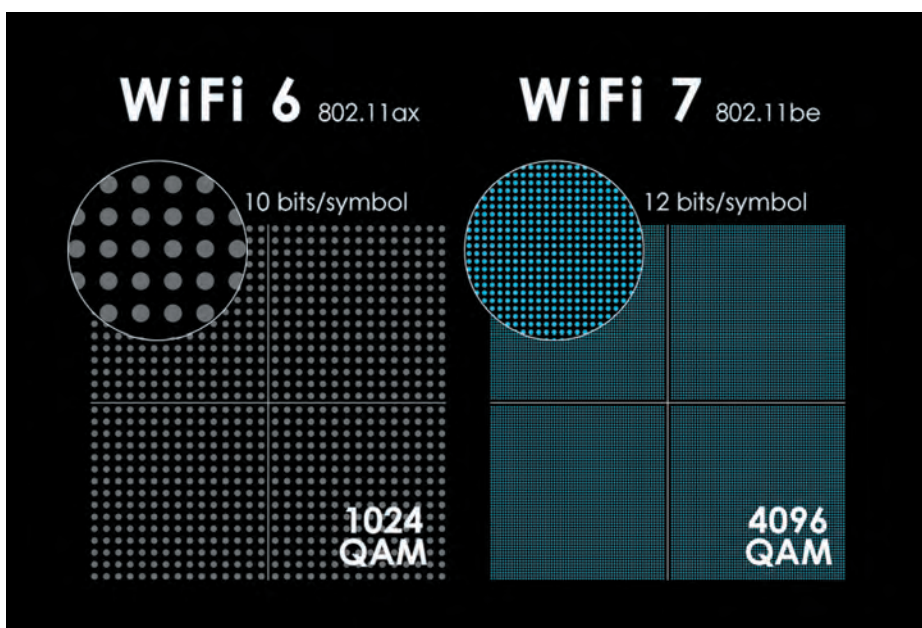


Рис. 1. Модуляція в Wi-Fi 6 і 7

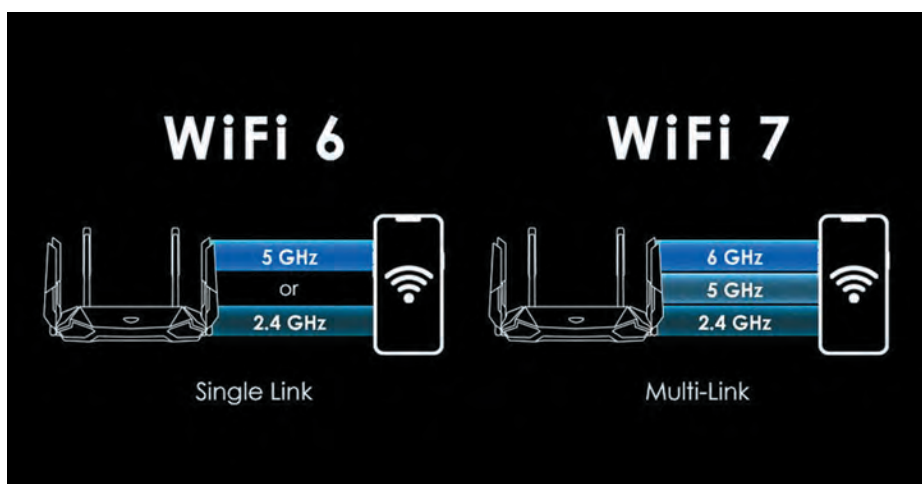


Рис. 2. Multi-Link Operation

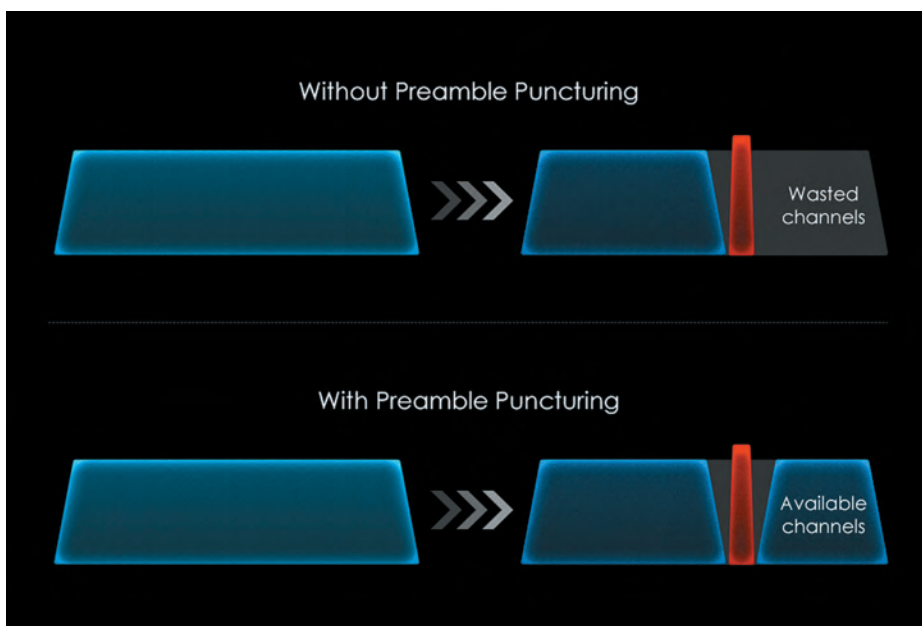


Рис. 3. Preamble Puncturing

пристроїв. Wi-Fi 7 може підключати одночасно і без створення радіозавад велику кількість ШІ-систем і роботів, що уможливорює стабільну координацію і покращує загальну якість медичних послуг.

## Потокове відео високої якості

Завдяки вищій пропускній здатності, нижчій затримці і кращим механізмам завадостійкості Wi-Fi 7 може підтримувати стрімінг у якості 4K, 8K і іншого відеоконтенту з високим бітрейтом без буферизації і переривань. Ця здатність швидко передавати великі обсяги даних забезпечує стабільний відеопотік навіть при великій кількості одночасно підключених пристроїв. На додачу Wi-Fi 7 підтримує технології Multi-RU і Preamble Puncturing, які підвищують спектральну ефективність, а це ще більше покращує якість відео і зменшує перевантаження. Тому Wi-Fi 7 ідеально підходить для доставки відеоконтенту як вдома, так і в школах чи розважальних закладах: скрізь, де є необхідним стабільний і якісний стрімінг.

## AR/VR/XR/MR та ШІ

Іммерсивні технології вимагають передавання даних з мінімальним лагом, що Wi-Fi 7 і забезпечує завдяки ультранизькій затримці і високим швидкостям, необхідним для взаємодії в реальному часі. Висока пропускна здатність у поєднанні з технологіями MLO, Multi-RU і Preamble Puncturing дає змогу швидше і ефективніше передавати відеоконтент високої роздільної здатності. Завдяки Wi-Fi 7 користувачі отримують бездоганну взаємодію у віртуальному оточенні — навіть у середовищах з великою кількістю підключених пристроїв. Сценарії використання включають віддалену спільну роботу, навчання, онлайн-ігри та інші розваги.

Окрім того, всі ці характеристики важливі для застосувань на базі штучного інтелекту. Завдяки можливості передавати великі обсяги даних ШІ-системи стають здатними ефективно пересилати і обробляти інформацію в реальному часі. Це особливо важливо для таких застосувань, як інтелектуальне управління мережею, де ШІ оптимізує характеристики роботи мережі на основі даних, які постійно отримує, чим забезпечує ефективніший розподіл трафіку, зменшення перевантаження і кращу якість послуг для користувача. Wi-Fi 7 підтримує роботу ШІ в таких областях, як автономний транспорт, промисловий IoT і «розумні міста», де теж є потреба в пересиланні великих обсягів даних і прийнятті рішень в реальному часі.

## Корпоративні будівлі і розважальні заклади

Ширші канали, нижчі затримки і технологія Multi-RU дають змогу компаніям мати більше одночасно підключених пристроїв без зниження якості зв'язку. Це особливо важливо в середовищах з високою щільністю підключень, таких як офісні центри, конференц-зали, великі кампуси

і розважальні заклади, де в мережі одночасно знаходяться багато користувачів. Вища спектральна ефективність Wi-Fi 7 зменшує завади і забезпечує більш надійний і стабільний зв'язок, що позитивно впливає на інструменти колективної роботи, відеоконференц-зв'язок, хмарні застосунки і безпечно передавання даних, а це виливається у підвищення продуктивності і покращення роботи корпоративних мереж.

## Автомобільна промисловість

Тут Wi-Fi 7 забезпечує більш швидкий і надійний зв'язок для систем в автомобілі (in-car systems) і комунікацій Vehicle-to-Everything (V2X). Технологія забезпечує передавання даних у реальному часі для удосконалених систем допомоги водію (ADAS), автономних машин і вбудованих інформаційно-розважальних систем. Велика пропускна здатність забезпечує ефективну обробку великих обсягів інформації, яка надходить від датчиків, камер і систем бортової діагностики.

Завдяки ж тому, що Wi-Fi 7 може підтримувати велику кількість одночасних підключень, автомобілі мають стабільний зв'язок навіть у переповнених середовищах, таких як парковки і вулиці з інтенсивним рухом. Все це покращує комунікації між автомобілями (vehicle-to-vehicle, V2V) і між автомобілем та інфраструктурою (vehicle to infrastructure, V2I), чим робить транспорт більш «розумним» і безпечним.

## Виробництво, промисловість і склади

Wi-Fi 7 забезпечує надійний зв'язок для пристроїв промислового інтернету (IIoT), різноманітних датчиків, роботів і автоматизованих механізмів. Збільшені пропускна здатність і ємність мережі дають змогу підключати більшу кількість пристроїв без погіршення якості зв'язку, тому забезпечується стабільна робота обладнання навіть в умовах, коли одночасно комунікують багато пристроїв. Передача даних в реальному часі є критично важливою для предиктивного обслуговування обладнання, відстеження активів і управління ланцюжками постачання.

## Що показують тести

У травні організація Wireless Broadband Alliance (WBA) у партнерстві з AT&T, CommScope (Ruckus Networks) та Intel провела тестування Wi-Fi 7 у реальних корпоративних середовищах для порівняння з Wi-Fi 6E у діапазонах 5 ГГц і 6 ГГц. Як пише видання Computer Weekly, випробування показали, що на частотах 5 ГГц і з використанням каналів 40 МГц нова технологія забезпечує удвічі більшу пропускну здатність проти 6E; в діапазоні 6 ГГц і при ширині каналів 160 МГц стабільно забезпечувалась пропускна здатність у понад 1 Гбіт/с на відстані у 12 м від точки доступу, а ще ближче — до 2 Гбіт/с.

У високощільному корпоративному середовищі, де мережа повинна підтримувати тисячі одночасних підключень,



завдяки технології MLO і кращій спектральній ефективності Wi-Fi 7 забезпечувала більш стабільний і надійний зв'язок навіть в умовах великого навантаження.

При цьому WBA вважає, що для більшості щільних комерційних мереж типовим буде використання каналів у 160 МГц. Проте більшість сучасних пристроїв підтримують і 320 МГц, які набудуть більшого поширення у менших мережах, де забезпечать кращу якість зв'язку для колективної роботи і користувацького досвіду.

Також було продемонстровано, що Wi-Fi 7 значно покращує характеристики зв'язку в діапазоні 5 ГГц, що забезпечує зворотну сумісність і спрощує перехід при модернізації корпоративних мереж.

У вересні WBA спільно з Türk Telekom, HPE Aruba Networking та Intel провів аналогічні випробування для використання Wi-Fi в домашніх умовах. Цього разу в центрі уваги були такі сценарії, як хмарні ігри, потокове відео у якості 4K/8K і застосування AR/VR. В ході випробувань було досягнуто пікової швидкості у понад 4,2 Гбіт/с, що у 2,5 рази вище за 6E, і у п'ятеро вище за Wi-Fi 5. Було продемонстровано стабільну швидкість у понад 3 Гбіт/с у різних кімнатах, тобто забезпечувалось надійне покриття у всьому будинку. У сценаріях хмарних ігор було показано затримку <1 мс, стійкий ігровий процес з частотою зміни кадрів 60 fps і мінімальний джитер. Ці тести також довели стабільну роботу мережі в умовах об'ємного трафіку і великої кількості одночасних сесій.

## Wi-Fi 7 у реальному житті

Знайти якусь притомну інформацію про проекти на базі Wi-Fi 7 складно. Але є відгуки на Reddit користувачів, які представляють різні організації: навесні один з них запитав поради щодо доцільності впровадження Wi-Fi 7, описавши обставини, а інші поділилися враженнями від використання нової технології. Ось деякі з відгуків.

*«...більше половини нашого обладнання фактично наприкінці життєвого циклу або буде впродовж 12 місяців (близько 550 точок доступу у великому шкільному кампусі з близько 4 тис. користувачів). Зупинились на Wi-Fi 7, бо за ціною (для нас) не було великої різниці з точками доступу 6E, і ми вирішили, що вони матимуть тривалішу підтримку (до того ж ми такі впроваджуємо пристрої Wi-Fi 7). Загалом у наших тестах характеристики роботи 6E і 7 були приблизно однаковими».*

*«Маленька мережа в нашому офісі переважно побудована на точках доступу Wi-Fi 7 Ubiquiti, і фактично єдині пристрої, які реально використовують Wi-Fi 7 (а не 6E), — це iPhone. Жоден MacBook не підтримує 7, а пристроїв на Windows і Linux в нас небагато, тож особливої користі нема. При цьому діапазон 6 ГГц чудовий, і багато пристроїв користуються ним».*

*«У нас дуже непроста будівля з атріумом посередині. Додаткові частоти для рознесення точок доступу і менше відвалювання сигналів 6 ГГц значно покращили ситуацію».*

## 5G ЗАМІНИТЬ WI-FI

Є альтернативна думка, яку озвучив аналітик і підприємець Стівен Сандерс на ресурсі Fierce Network. Він вважає, що вибір користувачів потроху схиляється на користь приватних мереж 5G, які характеризуються ультранизькими затримками і надійністю операторського класу. Вони вже набули поширення на виробництві, транспорті і в гірничій промисловості, де прості є недопустимими. Навіть Wi-Fi 7 все ж не рівня 5G з його надійністю у п'ять дев'яток, стандартами безпеки і здатністю стабільно підтримувати ШІ- і хмарно-нативні навантаження. Заводи і порти, які раніше мали щільні мережі точок доступу Wi-Fi, нині переходять на Private 5G для масштабного підключення своїх операційних технологій (OT), пише Сандерс.

На перший погляд, обладнання 5G є дорожчим за Wi-Fi, однак воно дає вираш у загальній вартості володіння (TCO) і рентабельності інвестицій (ROI). Єдина мережа 5G усуває розрізнені островці Wi-Fi і дозволяє забезпечити уніфіковане управління, впорядкувати політики безпеки і сформувати цифрову стратегію на базі спільної інфраструктури.

Для користувачів, однак, перехід імовірно затягнеться. Wi-Fi міцно вкорінився в домівках і у публічних хотспотах, а виробники ноутбуків надають перевагу модемам Wi-Fi вартістю у \$10 перед дорожчими пристроями 5G. Проте Qualcomm вже обладнує преміальні ноутбуки модемами 5G, а молоде покоління дедалі комфортніше почувається у бездротовому середовищі. «Історія любить консолідації. Напряму руху індустрії показує, що як у 90-х Ethernet переміг конкуруючі стандарти LAN, так і 5G врешті стане єдиним домінуючим рівнем зв'язності», — вважає Сандерс.

*Діапазон 5 ГГц став набагато менш забитий, і зв'язок там покращився. Близько 40% наших клієнтів вже підтримують 6 ГГц. Діапазон 5 ГГц має ширину каналу 40 МГц через рознесення, але можемо використовувати і 80 МГц, і 60 МГц, тож це непогане покращення. Головні функції 7-ки — це MLO і здатність робити діру у ширшому спектрі, що зручно через людей, які створюють завади своїми мобільними хотспотами. Ми використовуємо лише 5 і 6 ГГц. Як бонус наші iPhone/ноутбуки радо приймають старий протокол WPA2-Enterprise, який тепер транслюється як WPA-3 Enterprise і відтак підтримує й 6 ГГц».*

*«Почав пілотувати це в одній з моїх будівель, встановивши точки доступу Aruba AP735. Поки що враження здебільшого позитивні. На пристроях, які підтримують 6 ГГц, здебільшого отримую пропускну здатність, еквівалентну дротовому з'єднанню. Аплік на дротових з'єднаннях становить 400–500 Мбіт/с, а на бездротових маю 400 Мбіт/с. Зараз намагаюсь вирішити проблему з клієнтами, які чомусь не перемикаються на 5 ГГц у парі кімнат, куди 6 ГГц не пробиває. Гадаю, при правильному розгортанні тут є великий потенціал для відмови від кабелів».*

*«Так, використовуємо точки доступу Wi-Fi 7 Cisco. В нашому випадку це було логічно, бо вони коштували так само, як Wi-Fi 6E. Ми увімкнули на маленькому майданчику 802.11be/MLO і наразі роумінг клієнтів на iPhone 16 начебто працює трошки краще, ніж на майданчиках з тільки 6E. Вбудований модуль GPS також корисний для підключення підтримки [системи частотної координації]».*

AFC, щоб використовувати режим [Standard Power] SP. Залежно від вартості, чом би справді не перейти на 7-ку, навіть якщо не зможете одразу використовувати MLO. Гадаю, продукт матиме тривалість життя на кілька років більшу, ніж 6E».

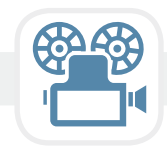
Загалом дописувачі — і ті, які користуються новою технологією, і решта коментаторів, — визначають як головну проблему малу кількість кінцевих пристроїв, які підтримують Wi-Fi 7, що не дозволяє скористатися всіма перевагами нової технології, хоча всі відзначають переваги діапазону 6 ГГц. Тому ті, хто мають 6/6E, наразі не мають особливої потреби в переході на Wi-Fi 7. Але оскільки точки доступу Wi-Fi 7 коштують приблизно як попереднє покоління, при модернізації мережі або побудові з нуля варто обирати саме їх.

Це корелює з дослідженням ресурсу TechTarget: багато організацій, які використовують старіші стандарти, планують перейти на Wi-Fi 7 впродовж циклу регулярного оновлення, щоб скористатися найновішими функціями.

\*\*\*

В Україні теж уже кілька років як на ринку є точки доступу і маршрутизатори з підтримкою Wi-Fi 7. Проте повноцінне використання цієї технології, як загалом і Wi-Fi 6E, було досі недоступним через закритий діапазон 6 ГГц. У серпні нинішнього року Кабмін постановою № 976 відкрив діапазон 5945–6425 МГц — поки що для технології Wi-Fi 6E.

Василь ТКАЧЕНКО, МТБ



## ▶ ХРОНІКА

### Check Point провіщає еру автономної кіберзлочинності

Згідно з вересневим звітом Global Cyber Threats, опублікованим компанією Check Point, 1 з кожних 54 запитів (промтів) до генеративного ШІ, що надсилаються з корпоративних мереж, становить високий ризик витоку секретних даних. Це зачіпає 91% організацій, які регулярно користуються ШІ-інструментами.

Check Point зазначає, що генеративний ШІ загалом трансформує ландшафт кіберзагроз: злочинці інтегрують ШІ у свої тактики, техніки і процедури й запускають більш комплексні, масштабовані і адаптивні кампанії.

Вони дедалі більше експериментують з автономними атаками, у яких машинні агенти незалежно планують, координують і виконують багатоетапні кампанії. Ці ШІ-системи обмінюються інформацією, адаптуються в реальному часі до заходів захисту і співпрацюють в обширі тисяч кінцевих точок, ніби бот-мережі з самонавчанням, що функціонують без людського нагляду. Недавні приклади, такі як прототипи на кшталт ReaperAI, демонструють, як автономні ШІ можуть послідовно проводити розвідку, експлуатацію вразливостей і виведення даних. Ця стрімка еволюція становить значну проблему для центрів управління кібербезпекою (SOC), яким загрожує потоп адаптивних самоорганізованих атак, що генерують тисячі сповіщень, перевіряють на міцність політики і змінюють тактику в реальному часі.

У 2024 році на багатьох підпільних форумах почали рекламувати «ШІ-генератори зловмисного ПЗ», здатні автоматично писати, тестувати і відлажувати зловмисний код. Використовуючи зворотній зв'язок, ці інструменти вивчають, які варіанти уникають виявлення, перетворюючи кожну невдалу спробу на підґрунтя майбутнього успіху. Використання згенерованого ШІ поліморфного зловмисного ПЗ змінює підходи до створення і запуску зловмисних програм. Якщо традиційні програми використовували для обходу захисту дрібні зміни, то сучасні генеративні моделі — від GPT-4o до LLM з відкритим кодом — можуть тепер за лічені секунди створювати унікальні і функціональні варіанти.

Інсайдерські загрози стрімко еволюціонують з появою синтетичних особистостей і ШІ-генерованих персон. Ці ШІ-агенти, створені з викрадених персональних даних користувачів, зразків

голосу і внутрішніх повідомлень, здатні переконливо імітувати реальних людей: надсилати електронні листи, що схожі на справжні, приєднуватись до відеоконференцій, використовуючи дідфейкові голоси, та проникати на платформи колективної роботи з точними мовними і поведінковими патернами. Приклади «вайб-хакінгу», що з'явилися недавно, демонструють, як зловмисники інтегрують завдання соціальної інженерії безпосередньо в ШІ-конфігурації, що дає змогу ботам автономно вести переговори, обманувати і наполягати. Оскільки клонований голос стає неможливо відрізнити від справжнього, перевірка особи вже визначатиме, не «хто говорить», а «наскільки його поведінка відповідає його діям» — фундаментальна зміна у моделях цифрової довіри.

Швидке впровадження компаніями ШІ-моделей від сторонніх розробників або з відкритим кодом створило нову величезну поверхню атаки: ланцюжок постачання ШІ. У 2025 році кілька дослідницьких лабораторій продемонстрували атаки типу «інфікування даних», де зміна усього лише 0,1% інформації, на якій тренують модель, може спричинити цільову невірну класифікацію — наприклад, систему ШІ-зору можна навчити сприймати знак зупинки за знак обмеження швидкості. У контексті кібербезпеки це може означати, що модель виявлення вторгнень класифікуватиме зловмисний код як нешкідливий.

Кібератаки з використанням ШІ поєднують швидкість, автономність і інтелект, з якими людині не зрівнятися. Вони постійно навчаються і адаптуються, створюючи екосистему загроз, яка розвивається швидше за конвенційний захист. Ці атаки вирізняються безпрецедентною точністю: генеративний ШІ створює такі вдалі імітації, що вони не викликають підозр ні у людей, ні у автоматичних фільтрів, а водночас ШІ усуває «людські відбитки» на кшталт одруківок, патернів прив'язки до часових зон і мовних слідів, що робить виявлення дедалі складнішим. Нарешті, ШІ демократизує кіберзлочинність, відкриваючи доступ для менш досвідчених хакерів. У 2030 році, резюмує Check Point, атаки з метою кіберздириництва і викрадення даних здійснюватимуться майже цілковито автономними ШІ-системами, здатними проводити операції в режимі 24/7 і без людського нагляду.