

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ПОСЛУГ ІоТ

Сабурова С.О., Кухарчук М.М., Кадацька О.І.

Кафедра «Інфокомунікаційної інженерії
ім. В.В. Поповського», ХНУРЕ, Україна

E-mail: svitlana.saburova@nure.ua

Abstract

Presented analysis of improvement of infrastructure for IoT services. While LTE is likely to remain the leading technology for connecting IoT services in the near future, especially given the planned shutdown of 2G and 3G networks in many regions of the world, in the next few years the IoT (Internet of Things) infrastructure expects many implementations of vehicle telematics to support 4G and 5G technologies. Opportunity to evolve 5G networks to deliver improved IoT infrastructure performance and take advantage of the enhanced capabilities of 5G, where 4G and 5G technologies are available while mobile operators continue to evolve their networks.

Ефективна передача інформації була дуже важлива на всіх етапах людського розвитку. Дистанційний зв'язок особливо важливий, він дозволяє передавати інформацію з високими швидкостями. У 21-му столітті наш світ вже настільки залежить від швидкого з'єднання в реальному часі, що будь-який крах мереж зв'язку буде мати дуже серйозні і неприємні наслідки в глобальному мирі.

За оцінками міжнародних експертів, середньомісячне споживання трафіку в розрахунку на одного користувача смартфона у 2025 р. виросте до 24 ГБ з нинішніх 7,2 ГБ - абоненти мобільного зв'язку активно дивляться потокове відео у високій якості. До кінця 2025 р. число ІоТ-підключень (Internet of Things) досягне 5 млрд. проти 1,5 млрд. у кінці 2020 р. Технології NB (Narrow Band) - ІоТ та BB (Broad Band) -ІоТ, за оцінками експертів, складуть 52% мобільних з'єднань ІоТ в 2025 р.

При успішному запуску мереж 5G, темпи зростання трафіку в Україні будуть на рівні загальносвітових. LTE дійсно залишиться домінуючою технологією і виступить "підкладкою" для розгортання інфраструктури 5G. 5G поступово буде змінювати системи 4G (LTE-A, WiMax), 3G (UMTS, LTE) та 2G (GSM). Структура продуктивності інфраструктури 5G націлена на високу швидкість, зменшену затримку, економію енергії, зниження вартості, більші можливості системи та великі властивості пристрою споживача (рис.1).



Рис.1. Структура продуктивності 5G системи

Безпроводова технологія 5G дає реальні і відчутні переваги: більш високу швидкість, меншу затримку і можливість безкоштовного зв'язку для багатьох пристроїв. Практично всі галузі економіки отримують вигоду від використання нового стандарту. Відчують це і звичайні користувачі, так як (а саме,) 5G дозволить побудувати справжній Інтернет речей, який буде управляти роботизованими об'єктами, де безпроводові приймачі розташовані на кожному кроці.

Першочерговою метою є підтримка реалізації 5G NR (New Radio), що дозволяє вживати перші програми IoT та збільшувати швидкість передачі даних. Взяття на себе зобов'язання повністю реалізувати управління та розділення площини користувача - це складна пропозиція, що надає лише підмножину переваг, завдяки функції 5G - User Plane, наприклад, нарізка мережі. Вона розгорнута в динамічній хмарній обчислювальній інфраструктурі, де функція User Plane (User Plane Function, UPF) забезпечує основу обробки пакетів для сервісних архітектур (Service Based Architectures, SBA).

Визначений у технічній специфікації 3GPP 23.501, UPF передбачає:

- Точку взаємозв'язку між мобільною інфраструктурою та мережею даних (Data Network, DN), тобто інкапсуляцію та декапсуляцію протоколу тунелювання GPRS для площини користувача (GPRS Tunnelling Protocol for the user plane, GTP U).

- Точку прив'язки сеансу протокольних даних (PDU) для забезпечення мобільності всередині та між технологіями радіодоступу (Radio Access Technologies, RATs), включаючи надсилання одного або декількох кінцевих маркерних пакетів до gNB.

- Маршрутизацію та переадресацію пакетів, включаючи виконання ролі Класифікатора висхідної лінії зв'язку (Uplink Classifier, UL-CL) - спрямування потоків до певних мереж даних на основі фільтрів відповідно трафіку та точку розгалуження, коли вони виконують роль проміжного UPF (Intermediate UPF, I-UPF) на кілька якорів сеансу PDU (PDU session anchor, PSA).

- Виявлення додатків за допомогою шаблонів фільтрів трафіку сервісних даних (Service Data Flow, SDF) або 3-х кортежів (протокол, IP-адреса на стороні сервера та номер порту) опису потоку пакетів (Packet Flow Description, PFD), отриманих від SMF.

- Обробка QoS по потоках, включаючи маркування пакетів транспортного рівня для висхідної лінії зв'язку (UpLink, UL) та низхідної лінії зв'язку (DownLink, DL), обмеження швидкості та відбиваюче маркування QoS (DiffServ style packet marking can help, DSCP) на DL.

- Звіти про використання трафіку для виставлення рахунків та інтерфейс інкасатора законного перехоплення (Lawful Intercept, LI).

Функція "Площина користувача" має чотири різні точки відліку:

- N3: Інтерфейс між RAN (gNB) та (початковим) UPF.

- N9: Інтерфейс між двома UPF (тобто проміжним I-UPF та анкером сеансу UPF).

- N6: Інтерфейс між мережею даних (DN) та UPF.

- N4: Інтерфейс між функцією управління сеансами (Session Management Function, SMF) і UPF

Інтернет-телефон стає головним інструментом голосового спілкування. Покупець може розмовляти з людським агентом під час навігації в Інтернеті лише за допомогою однієї лінії Інтернету.

Протоколом, що використовується на інтерфейсах N3 та N9, може бути протокол тунелювання GPRS (GTP) з розширеннями заголовків для 5G, сегментарна маршрутизація (SRv6 або NSH) або, навіть, протокол інформаційно-орієнтованої мережі (ICN). Також можна використовувати протокол площини даних розділення локатора/ідентифікатора (LISP-DP) через GTP або адресацію локатора ідентифікатора (ILA). Функція ретрансляції буде виконуватися I-UPF, тоді як якорі сеансу PDU UPF припиняє ці протоколи. Архітектура базової точки ядра 5G представлена на рис.2.

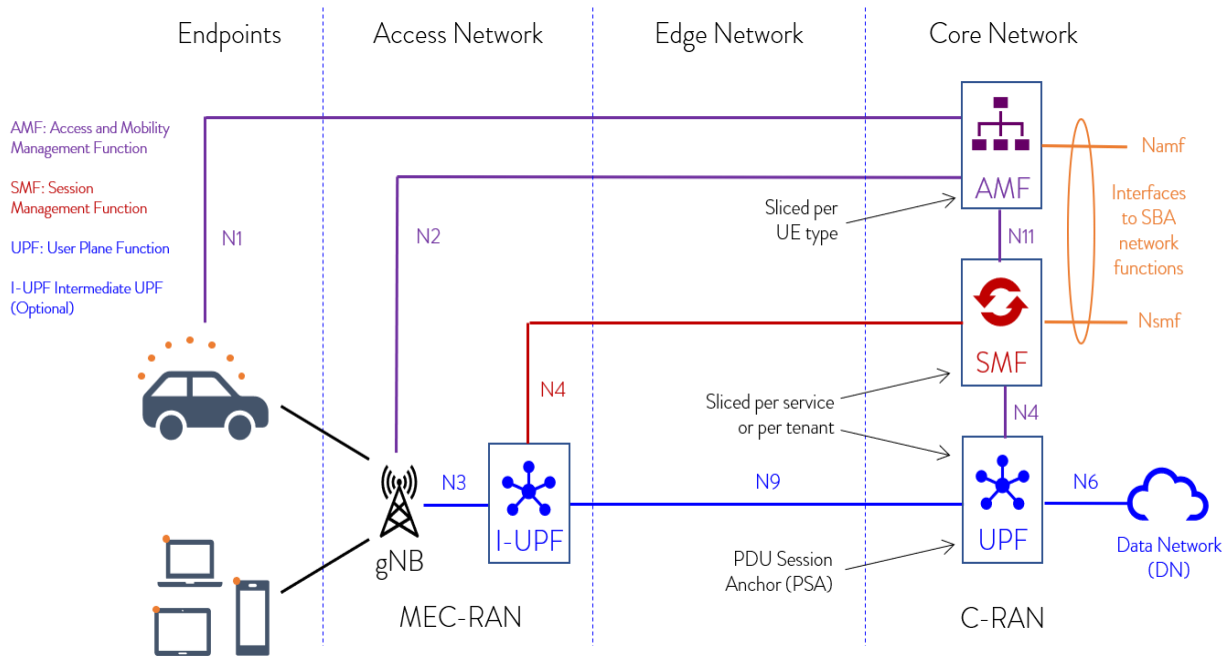


Рис. 2. Архітектура базової точки ядра 5G

Технологія 5G управляється 8 вимогами специфікації, а саме:

- швидкістю передачі даних до 10 Гбіт / с - покращення швидкості від 10 до 100 разів у мережах 4G та 4,5G;
- затримкою 1 мілісекунда;
- 1000x пропускну здатністю на одиницю площі;
- до 100-кратної кількості підключених пристроїв (вузькосмугових) послуг NB (Narrow Band)
- IoT на одиницю площі (порівняно з 4G/ LTE);
- 99,999% доступності;
- 100% покриття;
- зменшенням споживання енергії мережею на 90%;
- терміном служби акумулятора до 10 років для пристроїв NB- IoT з низькою потужністю.

Основна еволюція порівняно з сучасними 4G та 4.5G (також відомими як LTE-Advanced, LTE-A, LTE+ або 4G+) полягає в тому, що, крім покращення швидкості передачі даних, нові варіанти використання IoT та критичних комунікацій потребують нового рівня покращеної продуктивності.

Наприклад, низька затримка забезпечує інтерактивність у режимі реального часу для служб, що використовують хмару: це є ключем до успіху, наприклад, автомобілів, що управляють собою.

5G проти 4G також означає принаймні x100 підключених пристроїв. 5G має підтримувати 1 млн. пристроїв на 0,386 квадратних миль або 1 км².

Крім того, низьке споживання електроенергії дозволить об'єднаним об'єктам працювати місяцями чи роками без допомоги людини.

На відміну від поточних сервісів Інтернету речей, які роблять компроміс між продуктивністю, щоб отримати найкращі переваги від сучасних безпроводових технологій (3G, 4G, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee тощо), мережі 5G розроблено таким чином, щоб забезпечити рівень структури продуктивності, необхідний для масового використання NB- IoT та широкосмугових ВВ (Broad Band) послуг IoT.

Основні типи трафіку повинні співіснувати, наприклад, в середовищі Індустрія 4.0- ВВ-ІоТ. Більш того, навіть існує ймовірність того, що всі ці кінцеві точки, що спілкуються, будуть з'єднані через мікромасштабні приватні та загального користування мобільні мережі на основі безпроводових мереж 5G. Основні встановлені категорії вимог пов'язані з масовим широкосмуговим ВВ-ІоТ (рис. 3).

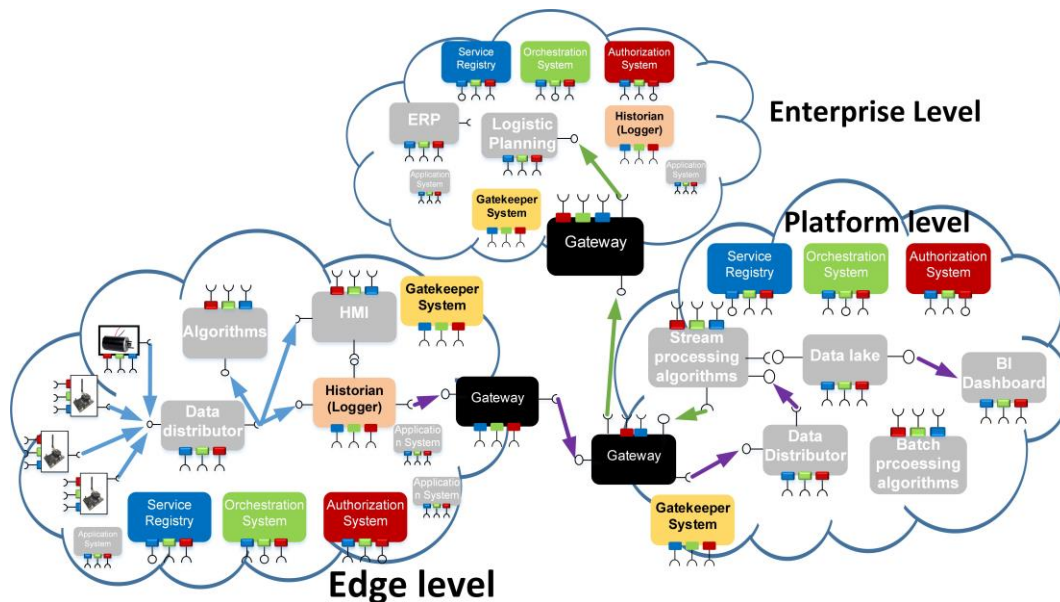


Рис.3. Структура промислових комунікацій

Таким чином, з попереднім розвитком мереж мобільного зв'язку 5G буде забезпечено значно більшу швидкість мобільного широкополосного доступу та все більш широке використання мобільних даних. Це стало можливим завдяки використанню додаткових положень більш високих частот. 5G призначений для перегляду комунікацій, від віртуальної реальності до автономних транспортних коштів, від промислового Інтернету та розумних городів. Крім того, 5G вважається базовою технологією Інтернет-речей (IoT), де машини взаємодіють з машинами (зв'язок M2M). У цей час очікується зміна роботи електромагнітних полів (ЕМП) людини та навколишнього середовища.

Мережі 5G працюватимуть у кількох різних частотах для послуг всіх типів NB-IoT та BB-IoT (таблиця 1), з яких більш низькі частоти пропонуються для першої фази мереж 5G.

Таблиця 1. Частоти для послуг всіх типів NB-IoT в мережах 5G

№№ п/п	Частотний діапазон	Використання	Коментарі
1	< 1ГГц	Чисте покриття NB-IoT	Частково використовується для більш ранніх поколінь мобільного зв'язку
2	1 – 6 ГГц	Чисте покриття NB-IoT, ємність для передачі даних	Більше спектра, більш широкий діапазон і знижена продуктивність з більш високими частотами
3	> 6 ГГц	Чисте покриття BB-IoT, ємність для дуже високої швидкості передачі даних	Короткий діапазон, дозволяє високу швидкість передачі даних і малий час очікування

Деякі з цих частот (в основному нижче 1ГГц, ультрависокі частоти, (УВЧ)) фактично використовувалися або використовуються в даний час для більш раннього покоління мобільної зв'язку. Крім того, більш високі радіочастоти (РЧ) також планують використовувати на більш високих етапах розвитку технології. Нові полоси значно вище діапазонів УВЧ, з довжиною хвилі в сантиметрах (3–30 ГГц) або міліметровими діапазонами (30–300 ГГц; міліметрові хвилі, (ММВ X)). Ці останні позиції традиційно використовувалися для радіолокаційних та мікрохвильових ліній зв'язку.

Мережі 5G і пов'язані з цією перспективою розвитку послуг IoT значно збільшать кількість безпроводових пристроїв в порівнянні з існуючим становищем, що вимагає високої щільності

інфраструктури. Таким чином, набагато більший обсяг мобільних даних на географічний район має бути створений. Отже, необхідно буде створити більш високу щільність мережі 5G, оскільки більш високі частоти мають коротші діапазони.

За оцінками IoT Analytics, глобальна встановлена база підключених пристроїв 5G (як IoT, так і не IoT) досягне 1,2 млрд. до 2025р. (рис.4).

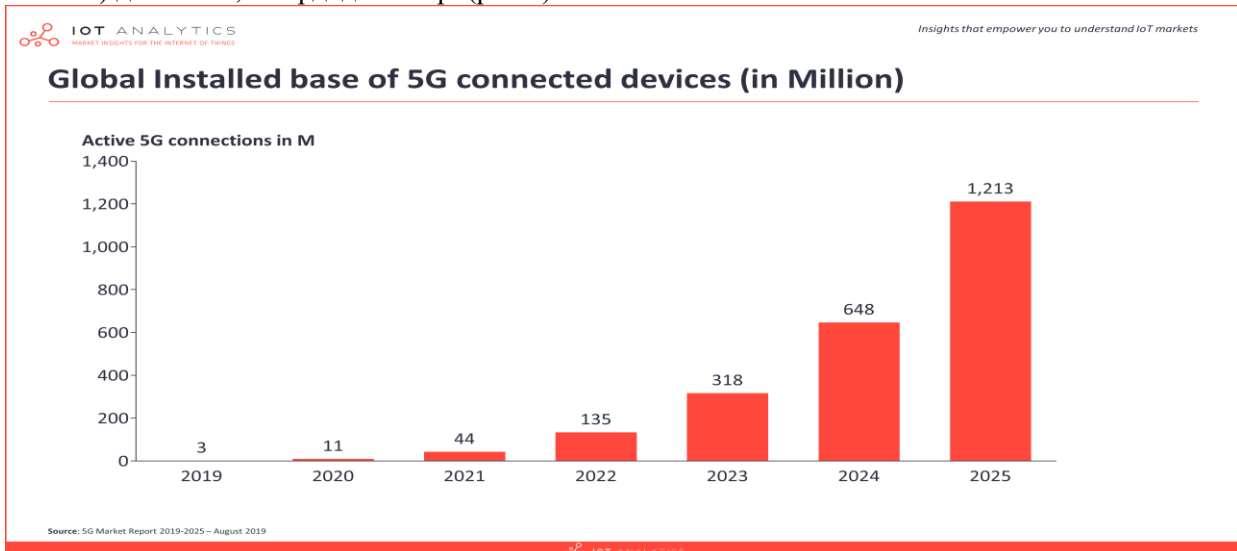


Рис.4. Діаграма перспективи глобальної бази підключених пристроїв IoT 5G (2019 - 2025)

Звичайно, ще рано прогнозувати фактичні ризики для мереж 5G. Однак, антени, що заплановано для 5G, матимуть вузькі промені антени з прямим вирівнюванням до приймального пристрою. Це може значно знизити вплив на навколишнє середовище в порівнянні з існуючим становищем. Проте, також стверджується, що додавання дуже великої кількості мережевих компонентів 5G збільшить загальний вплив електромагнітної ситуації, і що більш високий вплив високих частот може призвести до несприятливих наслідків для здоров'я та екології в навколишньому середовищі.

Відповіді на ці проблеми необхідні для швидкого і безпечного впровадження технології 5G з великим потенціалом розвитку и впровадження послуг IoT.

Література:

1. Kadatskaya O., Saburova S., Elmehdoj Mohamed S., Service functions IoT of 5G platform,): Збірник наукових праць п'ятої міжнародної науково-технічної конференції, Харків 21-22 травня 2019 р./М-во освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. - Харків: ХНУРЕ, 2019. – с.5-8.
2. Кадацька О.І., Сабурова С.А., Сушко Ю. В. Забезпечення послуг IoT 5G. Збірник наукових праць п'ятої міжнародної науково-технічної конференції, Харків 21-22 травня 2019 р./М-во освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – с.66-69.
3. The Leading 5G IoT Use Cases / Eugenio Pasqua //[Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://iot-analytics.com/the-leading-5g-iot-use-cases-2019/> .