

# ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОСЛУГ ІоТ 5G

Сабурова С.О, Сушко Ю. В.  
Кафедра «Інфокомунікаційної інженерії  
імені В.В. Поповського», ХНУРЕ, Україна  
E-mail: svitlana.saburova@nure.ua

## Abstract

Communication network "fifth generation", the so-called. 5G, along with big data analysis (Big Data) and the Internet of Things (IoT) are intended to become one of the foundations of the digital economy, the main driving force of which should be artificial intelligence (AI). Over 40 years, four generations of mobile networks have changed. If the first-generation 1G cellular networks have disappeared long ago, then 2G, 3G and 4G networks still continue to be used. Moreover, a certain amount of the inherited infrastructure of 3G and 4G networks will organically become part of the fifth-generation 5G mobile networks.

Якісний Інтернет - це якісний зв'язок між користувачами мережі. Якщо сьогодні високошвидкісний інтернет для нас - це, перш за все, оптоволокну, то вже завтра ми можемо їм мати подібну думку про бездротових каналах зв'язку.

Коли в 2020 році 5G, п'яте покоління технології бездротового зв'язку, увірветься в повсякденне життя, інженери очікують, що він буде в змозі обробляти приблизно в 1000 разів більше даних, ніж сьогоднішні системи стільникового зв'язку. Він так само стане основою Інтернету речей (ІоТ), пов'язуючи стаціонарні і мобільні пристрої, вендингові автомати і автомобілі. Деякі стверджують, що 5G - це частина нової промислової та економічної революції. Нова архітектура, нові комунікаційні технології, і нове обладнання робить дану трансформацію можливою.

«Інтернет речей» можна розглядати в якості глобальної мережевої інфраструктури, що складається з безлічі підключених пристроїв, які використовують сенсорні, комунікаційні, мережні та інформаційні технології. Основною технологією для «Інтернет речей» є технологія RFID, що дозволяє мікрочіпам за допомогою безпроводового зв'язку передавати зчитувачам ідентифікаційну інформацію. За допомогою RFID-зчитувачів люди можуть ідентифікувати, відстежувати і контролювати будь-які об'єкти, автоматично підключені за допомогою RFID-міток. Технологія RFID широко використовується в логістиці, фармацевтичному виробництві, роздрібній торгівлі та управлінні ланцюгами поставок починаючи ще з 1980-х р. Інша основна технологія для ІоТ - безпроводові сенсорні мережі (WSN), які в основному використовують взаємодіючі інтелектуальні датчики (сенсори) для спільної роботи і моніторингу. Область їх застосування включає в себе моніторинг навколишнього середовища, медичний моніторинг, виробничий контроль, моніторинг трафіку і т.д.

Мережі мобільного зв'язку попередніх поколінь мали такі призначення:

1G: Послуги передачі мови по аналоговій мережі

2G: Послуги передачі мови по цифровій мережі, низькошвидкісні послуги передачі даних (GSM-900/1800, GPRS, EDGE)

3G: Високошвидкісні послуги передачі даних (HSPA), з можливістю передачі голосу по мережі IP, мобільний доступ до Інтернет МВВ (Mobile Broadband).

4G: Мобільний широкосмуговий доступ МВВ на базі LTE, LTE-A, передача голосу (VoLTE)

Мережі 5G значно розширюють обмежений функціонал мобільних мереж попередніх поколінь. Основними функціональними особливостями мереж 5G є наступні: вдосконалений мобільний широкосмуговий доступ eMBB (enhanced MBB), наднадійні комунікації з

низькою затримкою ULLRC (Ultra Low Latency Reliable Communication), масивні межмашиного комунікації Massive IoT / IIoT, mMTC (massive Machine Type Communication).

На основі цих трьох генералізованих видів функціоналу будуються все різноманітні послуги і можливостей мереж IMT2020 (5G), найбільш характерні з яких:

- Гігабайти в секунду. Мережі 5G здатні значно підвищити швидкість передачі даних через різні технології радіодоступу (RAT), і за допомогою залучення нових спектрів радіочастот 5G NR (New Radio). Користувач отримує практично необмежену смугу пропускання, як для домашнього використання різних сервісів, так і для цілей підприємств (Immersive Telepresence, Industrial IoT та ін.)

- Розумний будинок. Цілий спектр різних сервісів інтернету речей (IoT) буде доступний для вирішення «Розумний будинок» (Smart Home) і «Розумне будівля» (Smart Building): відеоспостереження, управління та автоматизація побутової техніки, управління системами безпеки, сховища контенту, кліматика тощо.

- Розумне місто. Рішення «Розумне місто» - це горизонтальне і вертикальне масштабування функціоналу і спектра сервісів «Розумного будинку». Основні сервіси «Розумного міста»: Безпечне місто, електронний уряд e-Government, електронна охорона здоров'я e-Health, електронна освіта e-Education, електронний банкінг e-Bank, електронний збір свідчень ЖКГ Smart Meters, «розумні електромережі» Smart Grid, тощо .

- Нові відеопослуги 4K/8K: Об'ємне відео, екран надвисокої чіткості (UHD), можливість ефекту присутності.

- Робота в хмарі. Сервіс дає можливість не тільки зберігати дані в хмарному сховищі і витягувати їх звідти, а й використовувати прикладні програми, які працюють безпосередньо з хмари. Причому, з можливістю їх використання на будь-якому пристрої і з будь-якого місця. Крім того, є можливість використання інтерфейсів прикладного програмування API, через які хмарні сервіс-провайдери можуть надавати свої послуги абонентам оператора мережі 5G.

- Доповнена і віртуальна реальність (AR/VR). Сервіс віртуальної реальності VR (Virtual Reality) занурює людини в інший світ, впливаючи на його органи чуття, перш за все зір (VR-окуляри). Сервіс доповненої реальності AR (Augmented Reality) комбінує для користувача реальну середу з віртуальними предметами. Ці сервіси - можуть істотно поліпшити процес навчання, коли студенти за допомогою VR-окулярів можуть, наприклад, наочно бачити внутрішню будову людини на лекції з анатомії, майстер в цеху може вивчити порядок складання складного агрегату тощо.

- Промислова автоматизація. Мережа 5G на рівні технології Інтернету речей IoT, за допомогою промислових датчиків IIoT (Industrial Internet of things), а також за допомогою штучного інтелекту IAI (AI, Artificial Intelligence) здатні істотно підвищити ступінь автоматизації виробництва. При цьому стає можливим в режимі реального часу аналізувати великі обсяги різнорідних даних (Big Data) і на основі отриманих висновків (insights) і з використанням машинного і поглибленого навчання (Machine learning Deep learning).

- Бізнес-критичні додатки (Mission Critical Applications). До цих програм можуть ставитися, наприклад, електронна медицина (e-Health), зв'язок при надзвичайних ситуаціях (Mission Critical Communication), тактильний інтернет (Tactile Internet) та інші.

- Безпілотний транспорт (Driverless Vehicles). Безпілотний транспорт може виступати як частина послуги «Розумне місто», однак, може надаватися на власній платформі. У нього входять не тільки безпілотні автомобілі (driverless cars), але також і безпілотні трактори для «розумного сільського господарства» (Smart Agriculture), безпілотні поїзда для метро і приміських залізниць, дрони і інші види громадського і спеціального транспорту. Крім того, на платформі 5G можлива реалізація систем допомоги водієві ADAS (Advanced Driver-Assistance Systems).

На відміну від мереж попередніх поколінь, спектр послуг яких був жорстко обмежений і дещо розширено в 4G, послуги платформи 5G носять синергетичний і масштабований ха-

ракти, і не обмежені одного разу заданим функціоналом. Фактично, 5G грає роль платформи для режиму розробки нових послуг і додатків DevOps, коли нові функції створюються розробниками (Development) в тісній координації з командами, які відповідають за їх впровадження і експлуатацію (Operation).

В цілому, можна сказати, що мережа 5G вбирає в себе не тільки мобільні, але також і фіксовані послуги зв'язку, а також високошвидкісний доступ в інтернет з малою затримкою і, крім того, спеціалізовані та корпоративні мережі для вертикальних галузей економіки.

З розвитком Інтернету речей (Internet of Things, IoT) кількість підключень до мереж мобільного зв'язку операторів збільшиться в рази. За прогнозами Ericsson, до 2021 року загальна кількість підключених до інтернету пристроїв в світі складе 28 млрд. З них 1,5 млрд складуть споживча електроніка і розумні автомобілі, які взаємодіють один з одним за допомогою мереж мобільного зв'язку. У найближчі роки кількість межмашинного підключень (Machine-to-Machine, M2M) буде рости на 25% в рік, більша частина що поставляються на ринок M2M-пристроїв буде підтримувати стандарт LTE. У міру зростання ринку IoT стає очевидним, що для багатьох варіантів використання таких рішень існуючі технології мобільного зв'язку недостатні у зв'язку з недостатнім покриттям, високою вартістю кінцевих терміналів і малим терміном служби їх елементів живлення.

Інноваційною технологією Інтернету речей є рішення вузькосмугового IoT (Narrow-Band IoT або NB-IoT). Це бездротова узкополосная різновид глобальних мереж з низьким енергоспоживанням (Low Power Wide Area, LPWA), яка в першу чергу призначена для додатків межмашинного взаємодії (M2M). Стандарт NB-IoT відкриє компаніям, що спеціалізуються на наданні телекомунікаційних послуг, широкий спектр нових можливостей. Зокрема, істотно збільшить прибутковість операторів від одного абонента (Average revenue per user, ARPU). Технологія NB-IoT займе свою низькоскоростну нішу в класі рішень, де пріоритетне значення має безперебійна передача даних і низьке енергоспоживання.

Стандарт NB-IoT був специфікований консорціумом 3GPP в 2016 році в Release 13 (LTE Advanced Pro). Фахівці вважають, що технологія NB-IoT отримає популярність серед операторів, тому що її обслуговування і експлуатація обійдеться їм дешевше, ніж передових на сьогоднішніх день мереж LTE і GSM. Це обумовлено її характеристиками. Стандарт NB-IoT є двосторонній зв'язок, що діє в частотному каналі шириною 200 кГц. Для того, щоб запустити мережу в експлуатацію, оператору всього лише необхідно встановити на базовій станції спеціальне програмне забезпечення. Це актуально, якщо розгорнути IoT-мережу вже на існуючих частотах.

3GPP продумує модель функціонування мережі. Консорціум пропонує три варіанти розгортання NB-IoT мережі. Перший - це NB-IoT Guard Band, тобто для Narrowband IoT буде виділений окремий частотний спектр. Другий - це In Band, тобто технологія буде розміщена в захисному інтервалу частот мереж LTE. Третій - отримав назву Stand Alone. Відповідно до його концепції, NB-IoT і LTE працюють в одному частотному діапазоні. Таким чином, мережа NB-IoT можна розгорнути в частотних діапазонах, в якому в даний час функціонує стандарт GSM, після їх рефармінг в LTE, або в «захисних» інтервалах між мережами GSM і LTE.

Переваги NB-IoT:

- Низький рівень споживання енергії кінцевих пристроїв (при використанні режимів енергозбереження PSM і eDRX);
- Великий енергетичний бюджет лінії зв'язку;
- Теоретично глобальне покриття;
- Теоретично низька вартість модемів (модулів) та послуг зв'язку.

Недоліки NB-IoT:

- Можливі великі затримки зв'язку при використанні режимів енергозбереження. Справа в тому, що термінал, перебуваючи в режимах енергозбереження, виявляється недо-

ступно з боку мережі (сервера додатків). Максимальна затримка при використанні режиму eDRX визначається максимальним періодом eDRX, який становить 10485,76 секунди, тобто майже 3 години. Максимальна затримка при використанні режиму PSM визначається максимальним часом знаходження пристрою в режимі PSM - 9920 годин, що становить 413 днів і 8 годин, тобто більше 1 року! Режим енергозбереження детально обговорюються в наступній частині.

- Відсутність підтримки мобільності.
- Низькі швидкості прийому і передачі даних.

#### 5G в Україні

Тільки для країн ЄС вартість розгортання мереж 5G оцінюється в \$ 63,1 млрд. Однак доступність більш високих швидкостей розкриє можливості і потреби, які ми поки не розуміємо.

Основною передумовою для запуску нових технологій є наявність доступних частот. В Україні такі оператори мобільного зв'язку, як Vodafone, Life та інші, придбали радіочастотний ресурс стандарту 5G.

#### Висновок

Таким чином, вже сьогодні складається попереднє бачення майбутніх систем мобільного зв'язку 5G, з якого можна зрозуміти, що мова йде не про повну заміну існуючих технологій, а скоріше, про подальше їх розвитку і доповненні новими технологіями.

Оператори мобільного зв'язку, які розвивають мережу 4G і виконують модернізацію існуючої, закладають базис для подальшої міграції в мережу 5G. На перших етапах ці дві технології будуть існувати паралельно.

Кевін Ештон, автор введеного ще в 1999 р. терміну «Інтернет речей - the Internet of Things (IoT)», стверджує, що: "Інтернет речей має потенціал, щоб змінити світ, подібно до того, як це зробив Інтернет. Можливо, навіть більшою мірою". Початкове визначення IoT вже дещо змінилось, але IoT можна розглядати, як навколишнє середовище, де фізичні пристрої з'єднані між собою через Інтернет для збору та обміну даними, щоб формувати розумну зворотну реакцію. Це високоінтелектуальна технологія взаємодії машина-машина (M2M), яка має потенціал, щоб зробити революцію в тому, як ми живемо і працюємо. Офіційні представники Cisco Systems Ltd. прогнозують, що до 2020 року у світі буде понад 50 мільярдів пристроїв, підключених до Інтернету.

#### Література:

1. Багатоканальний електровз'язок та телекомунікаційні технології: підручник у 2-х частинах. Ч.2 / О.В. Лемешко, В.А. Лошаков, С.А.Сабурова, В.В. Поповський та ін.; за заг. ред. проф. Поповського В.В. – Х.: ТОВ "Компанія СМІТ", 2018. – 470 с
2. Internet Of Things Will Deliver \$1/9 Trillion Boost to Supply Chain And Logistics operations. – Режим доступу: <https://newsroom.cisco.com/press-releasecontent?articleId=1621819>
3. Gartner's 2015 hype Cycle for Emerging technologies. Доступно на <http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>
4. Найдич А. «Інтернет вещей»—реальность или перспектива? // КомпьютерПресс.—2013, № 12.— Режим доступа : <http://comppress.ru/article.aspx?id=24290>