НІСД НАЦІОНАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ СТРАТЕГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
NATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES NISS

ЦЕНТР БЕЗПЕКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
CENTER FOR SECURITY STUDIES

ПОТЕНЦІАЛ ТЕХНОЛОГІЙ 5G ДЛЯ ВІДБУДОВИ ТА РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

Сергій Гнатюк, *канд. іст. наук, відділ інформаційної безпеки та кібербезпеки центру безпекових досліджень НІСД*

Упровадження передових телекомунікаційних технологій на базі 5G є нині однією з підвалин успішного розвитку будь-якої країни в стратегічній перспективі. Понад це, деякі із сучасних інноваційних рішень у цій галузі можуть стати потужним стимулом для відновлення та розвитку України.

Висновки та рекомендації

Комплекс технологій стільникового (мобільного) зв'язку п'ятого покоління *5G/IMT-2020* розглядають нині як одну з проривних технологій майбутнього (*cutting-edge technologies*), упровадження яких потрібне для успішного розвитку будь-якої країни.

5G активно імплементують в усьому світі. Уже зараз є великий диверсифікований ринок телекомунікаційних та/чи інфраструктурних рішень на основі інформаційно-комунікаційних технологій п'ятого покоління. Експерти прогнозують його швидке дальше зростання та урізноманітнення.

Отже, відновлення економіки України передбачає: активне використання рішень на базі приватних мереж *5G SA* (або гібридних моделей розгортання), які можна застосовувати на індустріальних, будівельних, транспортних, гуманітарних, громадських та інших локаціях; практично необмежене використання інтернету речей, широкі можливості масштабування (від будинку до міста), а відтак – значне здешевлення, прискорення й удосконалення виробничих процесів, логістики тощо. Такий підхід дасть змогу одночасно реалізувати завдання відновлення й перспективної модернізації цілих галузей країни.

Тренд на прискорення цифрової євроінтеграції України й збільшення донорської допомоги від країн-партнерів наша держава та бізнесова спільнота мають використати для актуалізації, вивчення й найповнішого розв'язання цих питань як таких, що є терміновими й фундаментально важливими для сталого та конкурентного розвитку України.

У зв'язку з цим **рекомендовано** Міністерству цифрової трансформації України:

1) створити міжвідомчу експертну групу з розвитку технологій 5G (з представників заінтересованих центральних органів виконавчої влади, органів сектора безпеки і оборони, бізнесу, профільних наукових установ та навчальних закладів), яка має:

- проаналізувати потенціал та рентабельність сучасних 5G-рішень європейських, американських та інших виробників для реалізації завдань підвищення стійкості систем зв'язку і телекомунікацій, а також післявоєнного відновлення (промислових та

інфраструктурних об'єктів, систем безпеки та кібербезпеки, житлового фонду, соціальної сфери, розмінування територій тощо) і перспективного розвитку України;

- опрацювати орієнтовний перелік галузей, об'єктів та напрямів роботи, на яких доцільне (зараз або після деокупації) розгортання автоматизованих, спостережних, комунікаційних та інших комплексів обладнання під управлінням приватних 5G-мереж;
- визначити основні положення та завдання української національної 5G-стратегії;
- розпрацювати проєкт української національної 5G-стратегії;

2) ініціювати створення постійної міжнародної міжгалузевої консультативно-координаційної платформи «*5G Ukraine*» за участю провідних компаній галузі, національних та міжнародних телеком-операторів, *IoT* та інших асоційованих з *5G*-секторів ІТ-індустрії, консалтингових компаній, опціонально – непрофільних партнерських організацій для опрацювання спільних проєктів.

Обґрунтування

Сьогодні технології на основі *5G* швидко розвиваються, активно впроваджуються, надають принципово нові проти попередніх платформ телекомунікаційні та/чи інфраструктурні можливості (*див. Додаток 1*) і постають як одна з проривних технологій майбутнього (*cutting-edge technologies*) для забезпечення сталого, конкурентного й успішного розвитку будь-якої країни.

Мобільність та енергоефективність обладнання *5G* (25 % економії порівняно з *4G/LTE*), можливість під'єднання до 1 млн пристроїв на 1 кв. км і дуже висока швидкість та надійність зв'язку створюють безпрецедентні перспективи для автоматизації / роботизації, а отже – здешевлення й оптимізації виробництва, менеджменту, комунікації, інших процесів. У найближчі роки експерти очікують також на стрімкий розвиток і збільшення сегмента супутникових систем *5G*, що має значно спростити доступ до цих технологій та істотно модернізувати глобальний телекомунікаційний ландшафт і суміжні з ним галузі.

На глобальному рівні масова імплементація *5G* відбувалась у два етапи (*див. Додаток 2*), причому кульмінацію другого етапу – вихід на повну потужність мереж, обладнаних найбільш інноваційними та ексклюзивними технологіями *5G* – прогнозують уже у 2023–2024 рр. Ідеться про мережі на базі *5G NR SA* (*див. Додаток 3*), які дають змогу реалізувати:

- надширокосмуговий мобільний зв'язок (*enhanced mobile broadband – eMBB*) – удосконалений, але традиційний стільниковий зв'язок для комунікації між абонентськими мобільними приладами;
- масовий міжмашинний зв'язок (*massive machine-type communications – mMTC*) – основний формат *IoT*-комунікацій для автоматизованих виробництв, моніторингу / управління транспортними потоками, міськими середовищами, водними ресурсами, довкіллям, розумного сільського господарства, систем спостереження тощо;
- наднадійний зв'язок з низькими затримками (*ultra-reliable low latency communication – URLLC*) – для особливих випадків *IoT*-комунікацій, як-от керування

безпілотним транспортом, деяких виробничих процесів, надання віддалених медичних послуг тощо.

Технологія сфокусована на створенні т. зв. ***приватних мобільних мереж п'ятого покоління***, які можуть бути (не)інтегрованими в інші мережі й охоплювати від сотень квадратних метрів до десятків квадратних кілометрів у будь-якій локації – залежно від побажань їхнього власника / користувача.

Моделі розгортання таких мереж можуть варіюватися від цілком приватних (усі елементи мережі та управління ними належать суб'єкту-власникові) до гібридних, коли провайдер послуг або зовнішній телеком-оператор надають суб'єктові доступ до активів своєї мережевої інфраструктури та/або спектра послуг.

Бюджетною альтернативою розгортанню фізичної (з апаратним обладнанням) приватної мережі є також віртуальна «приватна мережа 5G як послуга» – завдяки технології «нарізки мережі» (*network slicing*), що уможливлює надання оператором ізольованого фрагмента спектра конкретним клієнтам, програмам, типам пристроїв тощо. Усі ці сценарії розгортання обмежуються лише зоною технічного покриття й можливостями обладнання провайдера.

Технології *5G* й досі порівняно нові та не вповні відпрацьовані, тому їхній ринок наразі не має значних обсягів. Водночас він демонструє впевнене зростання, а визнані лідери галузі – практично всі світові вендори та великі IT-компанії – обов'язково мають у своїх портфоліо власні проєкти, дослідження та розробки у сфері *5G*. Показово, що більшість з них стосується приватних мереж – це дає уявлення про ступінь пріоритетності й динаміку розвитку названого сегмента ринку.

Експерти очікують, що у 2023–2024 рр. стрімко зросте попит на розгортання приватних мереж на базі *5G NR SA,* головним чином – серед великого бізнесу, державних замовників та місцевих громад. Згідно з даними *European 5G Observatory*, лише в ареалі ЄС нині налічують десятки кейсів успішного розгортання приватних *5G*-мереж на окремих локаціях, передусім для промислової IoT-автоматизації та менеджменту великих підприємств, логістично-транспортних хабів, а також для створення розумних громадських об'єктів і просторів.

Показником високого рівня надійності та безпеки сучасних мереж на базі *5G NR SA* є і те, що їх *повноцінно використовують у військовій сфері* – наприклад, Міністерство оборони США активно імплементує відповідні розробки *Hughes Network Systems*.

2023 р. відчутно пожвавилися процеси зближення України та ЄС у секторі електронних комунікацій («цифровий безвіз») та активізувалася взаємодія з деякими державами. Триває робота з імплементації в Україні Європейського кодексу електронних комунікацій.

За інформацією Мінцифри, запуск пілотного проєкту впровадження технологій 5G заплановано на 2024 р. Відповідні спільні дії започатковано й на корпоративному рівні.

Тим часом російська агресія відтягнула увагу від нормативно-правового врегулювання цих питань. Прийняті 2020 р. розпорядження Кабінету Міністрів

України[1] передбачають конструктивні, але здебільшого підготовчі заходи щодо впровадження *5G* в Україні; крім того, залишаються питання щодо їх реалізації.

Як засвідчує міжнародний досвід, для розвитку таких складних і масштабних сфер технологічного розвитку потрібні не тільки тактичні рішення уряду, а й комплексна національна стратегія *5G* та базована на ній державна галузева політика (спеціальне законодавство й програми дій, регуляторні процедури та практики, інвестиції, партнерство, стандартизація, сертифікація, безпека мереж тощо). Україна ж фактично перебуває на лінії старту, тоді як у ЄС цей напрям є одним з пріоритетних уже з 2015–2016 рр.

Отже, було б доцільно: вивчити відповідний досвід ЄС; узгодити з ним національну політику з погляду інтеграції в майбутню європейську екосистему *5G* і *6G*; розвивати міжнародне, державно-приватне, корпоративне, науково-експертне партнерство, зокрема в рамах таких ініціатив, як «Європейські інтелектуальні мережі та послуги» (*European Smart Networks and Services Joint Undertaking – SNS JU*) та «Державно-приватне партнерство в галузі *5G*-інфраструктур» (*5G Infrastructure Public Private Partnership – 5G PPP*).

Також варто проаналізувати потенціал та рентабельність сучасних *5G*-рішень європейських та світових виробників для реалізації завдань підвищення стійкості телекомунікацій та післявоєнного відновлення. Ідеться про сценарії застосування на різних локаціях (індустріальних, будівельних, транспортних, гуманітарних, громадських та інших) приватних 5G-мереж, які передбачають практично необмежене використання інтернету речей, а відтак – автоматизацію, здешевлення та прискорення відповідних процесів.

[1] Від 30 вересня 2020 р. № 1189-р «Про затвердження плану заходів щодо підвищення якості послуг рухомого (мобільного) зв'язку на 2020–2022 роки»; від 11 листопада 2020 р. № 1409-р «Про затвердження плану заходів щодо впровадження в Україні системи рухомого (мобільного) зв'язку п'ятого покоління».

Додаток 1

Порівняльна таблиця медіанних показників стандартів мобільного зв'язку четвертого, п'ятого та шостого (перспективного) поколінь

Параметри / стандарт	**4G**	**5G**	**6G**
Максимальна швидкість, Гб/сек	1	10–35	1000
Час затримки (швидкість доставки), мілісекунди	20–30 мс	до 10 мс	менше за 100 мкс
Кількість під'єднань на 1 км²	до 100 тис. пристроїв	до 1 млн пристроїв	немає точних даних
Максимальна швидкість переміщення приймача без утрати сигналу, км/год	до 120	до 500	немає точних даних

Додаток 2

Особливості переходу з 4G/LTE на 5G/IMT-2020

Для роботи мереж п'ятого покоління замість *4G/LTE* використовують інтерфейс *5G New Radio (5G NR)*, розроблений на основі рекомендацій *ITU-R* та узгодженого з ними стандарту від Проєкту партнерства третього покоління (*3GPP*)[2]. При цьому важливою функцією *5G NR* є саме забезпечення інтероперабельності між попереднім *4G/LTE* і *5G NR*. Це, зокрема, дає змогу операторам використовувати для розгортання мереж *5G* вже наявні інфраструктури 4G, полегшуючи таким чином процеси переходу.

У сучасній екосистемі *5G* є два типи мереж: неавтономна – *5G NR NSA (non-standalone)* і автономна – *5G NR SA (standalone)*. *NSA* – стандарт, що його 2015 р. розробив *3GPP* – легка, перехідна версія *5G*, яка працює на ядрі *4G/LTE* (що й забезпечує їхню сумісність), але не підтримує деяких ексклюзивних параметрів повного *5G*. Водночас саме *5G NR NSA* забезпечила мобільним операторам та провайдерам можливість поступового, дешевого та масового розгортання інфраструктур, технологічно оптимальних для системної імплементації повного *5G* у формі автономних мереж *5G NR SA*. Процес такої імплементації почав набирати обертів на межі 20-х рр. XXI ст. й нині входить у фазу кульмінації. Відповідний стандарт розробив і випустив у жовтні 2020 р. *3GPP*.

[2] *3rd Generation Partnership Project – 3GPP* – заснований 1998 р. консорціум, що спеціалізується на розробленні специфікацій мобільної телефонії та телекомунікаційних стандартів. Крім *5G*, консорціум є розробником стандартів і радіоінтерфейсів для *WCDMA, HSPA, LTE, LTE Advanced*. *Див.* URL: https://www.3gpp.org/

Додаток 3

Перелік основних технологій та сценаріїв застосування мереж на базі 5G NR SA

- мультимедійні послуги: стрімінг відео з роздільною здатністю 4K, 8K, 3D-відео, онлайн-ігри (без завантаження застосунків), послуги на основі голограм та мультимедіа з повним ефектом присутності;
- весь спектр хмарних послуг;
- послуги віртуальної та доповненої реальності (*Virtual Reality– VR, Augmented Reality – AR*): охорона здоров'я, військова промисловість, освіта, розваги;
- інтелектуальні послуги на основі *Big Data* з метою підвищення ефективності бізнесу (*Business Intelligence – BI*), а також експлуатації та управління мережами (N*etwork Intelligence – NI*);
- послуги масового підключення пристроїв на основі інтернету речей (*IoT*): промисловість, енергетика, будівництво, «розумні середовища» (міста, громадські простори, помешкання) горно-видобувний комплекс, транспорт, логістика, охорона здоров'я, торгівля, громадська безпека, ЖКГ;
- послуги із наднизькою затримкою: керування роботизованими механізмами / комплексами, телемедицина, безпілотний автотранспорт, 3D-ігри.