

Хоптинський Руслан Петрович,
доцент кафедри зв'язку
та інформаційних систем
Національної академії
Державної прикордонної служби
імені Б. Хмельницького,
кандидат технічних наук, доцент;
Стрілець Анна Олександрівна,
курсант факультету забезпечення
оперативно-службової діяльності
Національної академії
Державної прикордонної служби
імені Б. Хмельницького

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ 5G ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИЩЕНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ В КРИЗОВИХ УМОВАХ

У сучасних умовах воєнного стану та постійних кіберзагроз критично важливою вимогою до телекомунікаційної інфраструктури сектору безпеки та оборони стає здатність до екстреного, повністю автономного розгортання вузлів зв'язку. У контексті забезпечення національної безпеки, правовий режим якого регулюється профільним законодавством, виникає гостра потреба у захищених каналах передачі даних, стійких до засобів радіоелектронної боротьби [1]. На відміну від систем попередніх поколінь, зокрема 4G LTE, які базувалися на закритих монолітних апаратних рішеннях, архітектура 5G пропонує відкриту та гнучку платформу, здатну миттєво адаптуватися до динамічних тактичних сценаріїв. Використання мобільних рішень, що функціонують у повній ізоляції від цивільної інфраструктури, стає можливим завдяки глибокій віртуалізації мережевих функцій (NFV) та впровадженню програмно-визначених мереж (SDN). Такий підхід дозволяє перетворити стандартне апаратне забезпечення на спеціалізовані вузли зв'язку, що відповідають сучасним вимогам до електронних комунікацій у сфері оборони [2].

Основним інструментом для практичного розгортання таких мереж є комплекси Network-in-a-Box (NIB), або «Мережа в коробці». Їхня архітектура базується на передовій платформі програмно-визначеного радіо (SDR), де функціонал пристрою розділений на високорівневе програмне забезпечення та гнучку апаратну частину на базі FPGA. Програмний стек відповідає за логіку управління та маршрутизацію, натомість прошивка FPGA реалізує критичні функції низького рівня: цифрову фільтрацію, інтерполяцію та кадрування сигналів у реальному часі. Важливим технічним показником для

військового застосування є енергоефективність таких рішень. У режимі 5G Standalone (5G-SA) комплекси NIB демонструють оптимальні показники споживання – від 42 Вт до 130 Вт залежно від ширини смуги (до 100 МГц) та інтенсивності трафіку. Це забезпечує суттєву перевагу над багатонесучими мережами попередніх стандартів, дозволяючи значно подовжити час автономної роботи від портативних джерел живлення у польових умовах [3].

Однією з найбільш революційних інновацій 5G є технологія Network Slicing (нарізка мережі), яка дозволяє логічно сегментувати фізичний канал на кілька незалежних слайсів із різними параметрами якості обслуговування (QoS). У тактичному середовищі це забезпечує одночасне функціонування критично різних сервісів: наднадійного зв'язку з ультранизькою затримкою (URLLC) на рівні 1 мс для систем управління вогнем та високошвидкісного широкосмугового доступу (eMBB) для трансляції відеопотоків з БПЛА на швидкості понад 700 Мбіт/с. Додатковий рівень стійкості забезпечується архітектурою безпеки, що передбачає концепції ізольованих доменів, страт управління та спеціалізованих класів контролю (SCC) для наскрізного шифрування даних. Інтеграція технології мобільних граничних обчислень (MEC) дає змогу розгортати сервери обробки даних безпосередньо «на краю» мережі. Це мінімізує затримки та гарантує, що конфіденційна інформація обробляється локально на базовій станції NIB, унеможливаючи її перехоплення на зовнішніх транспортних магістралях [4].

Використання автономних комплексів NIB на базі 5G-SA є стратегічним кроком, що вирішує комплекс завдань: від гнучкого управління обмеженими ресурсами частотного спектра до гарантування багаторівневого кіберзахисту. Впровадження таких технологій дозволяє створити стійку, адаптивну та високоефективну систему радіозв'язку, здатну забезпечити перевагу в управлінні підрозділами у найскладніших кризових ситуаціях.

Список використаних джерел

1. Про правовий режим воєнного стану : Закон України від 12 трав. 2015 р. № 389-VIII / Верховної Ради України. *Відомості Верховної Ради України*. 2015. № 28. Ст. 250.
2. Про електронні комунікації : Закон України від 16 груд. 2020 р. № 1089-IX / Верховної Ради України. *Відомості Верховної Ради України*. 2021. № 7, № 8, № 9. Ст. 61.
3. View on 5G Architecture / 5GPPP Architecture Working Group. Version 2.0. White Paper. 2017. 136 p. URL: <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2014/02/5G-PPP-5G-Architecture-White-Paper-Jan-2018-v2.0.pdf> (дата звернення: 16.04.2026).
4. Kiela K., Jurgo M., Macaitis V., Navickas R. 5G Standalone and 4G Multi-Carrier Network-in-a-Box Using a Software Defined Radio Framework. *Sensors*. 2021. Vol. 21, No. 16. P. 5653. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21165653>