

УДК 004.056:621.396

АНАЛІЗ ВРАЗЛИВОСТЕЙ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ТЕХНОЛОГІЄЮ MU-MASSIVE MIMO

Хелмі Муханнад, Марчук В.С.

e-mail: muhanad.ahmad.helmy@nure.ua,

e-mail: volodymyr.marchuk@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. ІКІ ім В.В.Поповського
м. Харків, Україна

This work is devoted to the analysis of vulnerabilities of telecommunication systems with MU-MASSIVE MIMO technology. The increase in the number of users in the service area of the base station and the high throughput of the telecommunication system increase the number of vulnerabilities. Additional sources of vulnerabilities are: IoT systems, MEC edge computing, network segmentation into separate service cells with centralized management, an increase in the number of RAN networks, the use of the millimeter wave range with a high density of base stations.

В сучасному світі збільшуються вимоги до систем передачі інформації. Висока пропускна здатність каналів, велика кількість і щільність розподілення користувачів по площі в містах, а також суттєве зростання об'ємів передаваної інформації потребує нових підходів до організації захисту інформації в телекомунікаційних системах.

Одним з важливих напрямків розвитку телекомунікаційних систем є впровадження технології MU-Massive MIMO. Основою такої технології є з однієї сторони використання багатокористувальницької системи MIMO – кожному користувачу окремий просторовий канал, а з іншого боку використання на передавальному кінці масивного MIMO з великою кількістю антен в решітках, яке може досягати сотен одиниць [1] Це забезпечує формування вузьких променів електромагнітної енергії в напрямку користувачів. Технологія MU-Massive MIMO є основою архітектури сучасних мереж 5G [2].

Аналіз технології MU-Massive MIMO виявляє дві взаємно протилежні характеристики таких систем з точки зору безпеки [3]. Формування вузького променя в бік окремого користувача збільшує рівень безпеки завдяки тому, що ймовірність того, що підслуховувач отримає переданий сигнал, буде меншою ніж при використанні звичайних антен, що випромінюють в великому секторі кутів. З іншого боку збільшення щільності користувачів по площі обслуговування базової станції і висока пропускна здатність телекомунікаційної системи збільшують поверхню атаки.

Висока пропускна здатність сучасних систем MU-Massive MIMO дає можливість збільшувати кількість її застосувань. Серед цих технологій особливий вплив на рівень безпеки має розгортання мереж IoT на основі 5G.

Велика кількість датчиків і інших пристроїв в мережах IoT побудована на дешевих елементах зі спрощеними протоколами. Окрім того програмне забезпечення в елементах IoT, як правило, не оновлюється і не має засобів захисту від вірусів і зовнішніх атак. Через цю слабку ланку загальної мережі 5G зловмисники мають можливість отримати доступ до мережі.

Мережа радіодоступу Radio Access Network (RAN) базується на стандарті 5G New Radio, що реалізує високі швидкості, малі затримки і можливість масових підключень. Мережі Wi-Fi підключаються до єдиного ядра мережі 5G. Наявність великої кількості підключень і висока пропускну здатність збільшують поверхню атаки до загальної мережі 5G.

Існує ще один канал проникнення в 5G мережі. В наш час активно впроваджуються технології периферійних обчислень Mobile Edge Computing (MEC). В цьому випадку має місце інтеграція мереж 5G з корпоративною інфраструктурою і її мережами. Як результат з'являються нові канали проникнення в тому числі і за рахунок обладнання, що може знаходитись за межами MEC.

Наявність централізованої інфраструктури управління Operation and Maintenance (O&M) призводить до необхідності підтримки великої кількості сервісних сегментів мережі. Сегментація мережі також збільшує поверхню атаки при централізованому управлінні.

Технологія MU-Massive MIMO дає найбільший позитивний ефект при використанні міліметрового діапазону радіохвиль в системах 5G FR2. Мала довжина хвилі дає можливість суттєво збільшити кількість антен в антенних решітках, що мають малі розміри елементів решітки. Як результат звужуються ширина променів діаграм спрямованості антенних систем на базових станціях в напрямку користувачів і збільшується кількість користувачів на одиницю площі. Але використання міліметрового діапазону радіохвиль суттєво зменшує радіус дії чарунки за рахунок значного загасання радіохвиль. Кількість базових станцій зростає. Як результат зростає ймовірність доступу зловмисників до мережі.

Список використаних джерел:

1. Advanced Antenna Systems for 5G. URL: https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/08/5G-Americas_Advanced-Antenna-Systems-for-5G-White-Paper.pdf (дата звернення 25.02.2025)

2. E.Ali[†], M.Ismail, R.Nordin. Beamforming techniques for massive MIMO systems in 5G: overview, classification, and trends for future research. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1631/FITEE.1601817.pdf> (дата звернення 25.02.2025)

3. A 5G Americas White Papers. Security for 5G. URL: <https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2021/12/Security-in-5G.pdf> (дата звернення 25.02.2025)