

**ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В БЕЗПРОВОДОВИХ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ ЗА ДОПОМОГОЮ
РЕКОНФІГУРОВАНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ RIS**

Хелмі Муханнад, Марчук В.С.

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

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

This work is devoted to the use of reconfigurable intelligent RIS surfaces for information protection in wireless telecommunication networks. The main purpose of RIS surfaces is to increase the range of wireless systems, for example, 5G millimeter-wave FR2. But the technology of intelligent RIS surfaces can be used to protect telecommunication systems from eavesdropping and hacking. The protection tasks are solved by controlling the RIS controller functions of the electromagnetic field formation reflected by the RIS surface.

Одним із ключових напрямків розвитку сучасних телекомунікаційних безпроводових мереж є використання спектру у діапазонах надвисоких частот. Це дає суттєве збільшення пропускну здатності систем зв'язку. Наприклад, в технології 5G впроваджується діапазон міліметрових хвиль FR2. Широкому використанню діапазонів FR2 перешкоджають фізичні характеристики цих частот. Великі втрати при розповсюдженні та значні втрати на проникнення, що виникають на цих частотах, означають, що вони придатні для використання, лише якщо між передавачем і приймачем є шлях розповсюдження прямої видимості.

Одним із способів подолати це обмеження та зробити зв'язок можливим «без прямої видимості» є використання ретрансляторів між передавачем і приймачем. Повторювач - це активний елемент, який приймає сигнал від передавача, підсилює і повторює його до кінцевого приймача. Це може компенсувати втрати на розповсюдження та проникнення, спричинені розповсюдженням поза прямою видимістю. Однак повторювачі містять дорогі радіочастотні ланцюги, що складаються з перетворювачів сигналів, фільтрів, змішувачів і підсилювачів потужності. Тому це не привабливий варіант для широкомасштабного розгортання.

Оскільки одним із майбутніх напрямків систем Beyond 5G є дослідження використання все вищих і вищих діапазонів частот, потрібен альтернативний механізм для подолання втрат передачі на високих частотах. Одним з варіантів вирішення проблеми є використання технології реконфігурованих інтелектуальних поверхонь RIS [1,2].

RIS складається з недорогих пасивних відбиваючих елементів, таких як друковані диполі. Кожен із цих елементів може викликати програмований зсув фази до падаючої електромагнітної хвилі, що дозволяє пасивно

формувати промінь для покращення потужності отриманого сигналу. В поєднанні з високонаправленими системами Massive MIMO поверхні RIS дають можливість подолати недоліки, що виникають за рахунок загасання міліметрових хвиль, а також змінювати напрямок передаваного сигналу. Поверхня RIS складається з пасивних елементів і не може конкурувати з активними ретрансляторами, але має низьку вартість і достатньо високу енергоефективність.

Поверхня RIS має контролер, що управляється джерелом основного каналу передачі інформації, наприклад точкою доступу, або базовою станцією. При цьому забезпечується зміна фаз і амплітуд окремих елементів RIS. А це дозволяє формувати різні діаграми спрямованості променів, що відбиваються від поверхні RIS.

Поверхні RIS можна використовувати для захисту інформації:

- за рахунок формування одного променя в напрямку окремого користувача в задану точку простору;
- виконувати розкид декількох променів по заданим напрямкам;
- формувати сигнал для подавлення приєму зловмисником в відомих точках простору за рахунок інтерференції;
- блокувати відбиття сигналу в точку знаходження підслуховувача;
- виступати в якості поглинаючої поверхні за рахунок взаємного гасіння радіохвиль, що відбиваються поверхнею RIS;
- забезпечувати блокування сигналів заданих частот, що відбиваються поверхнею RIS.

В поєднанні з використанням програм штучного інтелекту за допомогою поверхень RIS можна створювати адаптивні механізми захисту телекомунікаційної системи від прослуховування або взлому зловмисником.

Окрему групу складають активні поверхні RIS. Такі RIS мають у своєму складі мініатюрні активні елементи зі схемами радіочастотної обробки сигналів. Такі RIS мають ще більше можливостей для організації захисту інформації, але, на жаль, потребують електроживлення.

Список використаних джерел:

1. C.Huang, A.Zappone, G.Alexandropoulos, C. Yuen. Reconfigurable Intelligent Surfaces for Energy Efficiency in Wireless Communication. URL: <https://arxiv.org/pdf/1810.06934.pdf> (дата звернення 25.02.2025)
2. Reconfigurable Intelligent Surface (RIS) and Factors Influencing Its Role in Future Networks. URL: <https://research.samsung.com/blog/Reconfigurable-Intelligent-Surface-RIS-and-Factors-Influencing-it-s-Role-in-Future-Networks#>: (дата звернення 25.02.2025)