

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕРЕЖІ ШИРОКОСМУГОВОГО АБОНЕНТСЬКОГО ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В ТЕРАГЕРЦОВОМУ ДІАПАЗОНІ

**Наритник Т.Н., Єрмаков А.В.,**

*Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна*

*E-mail: yermak\_antonio@ukr.net*

**Казіміренко В.Я., Сайко В.Г.**

*Державний університет телекомунікацій, Україна*

*E-mail: vkazim2@gmail.com*

### **Research broadband subscriber access to information resources in a range in the terahertz**

Described technical solutions and presents the results of studies create a wireless network broadband terahertz range of technology-based Wi-Fi 802.11 n standard information services to cover areas with expanded service area. It is shown that sectoral solutions providing the necessary service area potentially allows more efficient use of resources provided by broadband and implemented in each sector to provide the best information resource subscribers.

Вичерпаність частотного ресурсу при необхідності підвищення щільності дислокації абонентів та розширення зони обслуговування робить актуальним дослідження використання неліцензійного частотного діапазону (НД) для надання широкосмугового безпроводового доступу до інформаційних ресурсів [1]. В зв'язку з цим проведення досліджень створення безпроводової мережі широкосмугового доступу із використанням міліметрового та терагерцового частотного діапазону для покриття інформаційними послугами території з розширеною зоною обслуговування є актуальною задачею. Тому нами досліджувалась широкосмугова мережа абонентського доступу до інформаційних ресурсів терагерцового діапазону, створена на базі центральної станції, яка надає послуги безпроводового широкосмугового доступу. Технічне рішення системи базується на технології МІТРС[2], при цьому абонентська мережа реалізується на стандарті 802.11n. Складові частини такої абонентської мережі найбільш сприятливі на сьогодні з точки зору вартості та якості реалізації послуги. .

Канали мережі, якою підключаються вузли доступу до центральної станції (мережа backhaul) функціонують в неліцензійному частотному діапазоні. Приймально-передавальні засоби центральної станції створені на базі технічного рішення [3]. На базі технічних рішень [4-6] розроблена система [7], в якій по каналах мережі backhaul підключаються вузли доступу локальної безпроводової абонентської мережі до центральної станції, а приймально-передавальна апаратура підключається в форматі Ethernet до вузла магістральної інформаційної мережі. Для оптимізації розподілу наданого інформаційного ресурсу використовується технічне рішення [8]. Запропоноване технічне рішення дозволяє створити опорну мережу, яка

надає можливість реалізувати доступ абонентських комп'ютерів до зовнішніх інформаційних мереж. Мережа абонентських комп'ютерів підключається до безпроводової локальної мережі, яка створюється засобами точки доступу, дислокованої в абонентській станції мережі на базі запропонованої технічним рішенням системи UMDS-TH [8]. При цьому передбачається використання неліцензійного (безоплатного) частотного діапазону в каналах мережі backhaul, що понижує вартість послуг, спрощує процедуру отримання дозволу та знімає дефіцит частотного ресурсу.

Рішення цієї проблеми особливо важливе в умовах слаборозвинутої комунікаційної інфраструктури (наприклад, підключення до Інтернету абонентів в сільських регіонах, де кількість телефонних каналів мала, а якість їх вкрай низька, крім того зв'язок з сервером провайдера доводиться підтримувати по каналам міжміського зв'язку).

В якості приймально-передавальної апаратури – засобів передавання інформації по запиту абонентської станції та приймання запиту створено формувач інформаційного потоку для каналу зв'язку із підвищеною спектральною ефективністю та пропускну здатністю [8]. В блоці такого формувача використовуються технічні рішення, що базуються на елементах в вигляді чіпу. Вхід передавальної та вихід приймальної схеми в складі даного чіпу – бітовий потік в форматі Ethernet, а вихід передавальної та вхід приймальної схеми в складі даного чіпу – символний потік на частоті в діапазоні біля 2 або 5 ГГц. Модуляція та демодуляція може програмно перебудовуватися від BPSK до QAM-64. Смуга отриманого сигналу складає 40 МГц. При цьому швидкість в каналі зв'язку складає 150Мбіт/с.

Підвищення спектральної ефективності досягається використанням багатопозиційної модуляції (QAM-64). Подальше підвищення швидкості в каналі зв'язку досягається створенням блоку, що виконує кодування та модуляцію потоку в форматі Ethernet із розподілом по суміжних частотних смугах та об'єднанні їх в загальний багаточастотний потік в передавальній частині та розподілу по вихідних частотних смугах із подальшою їх демодуляцією, маршрутизацією та формуванням Ethernet інтерфейсу в приймальній частині.

До складу приймально-передавального формувача, що складається із приймального та передавального трактів, введено  $n$  приймально-передавальних блоків в форматі чіпа, в передавальній частині якого є кодер, модулятор, підвищуючий частотний конвертор, за допомогою яких формується  $n$  окремих частотно рознесених потоків, які об'єднуються в загальний інформаційний потік, а приймальна частина включає декодер, демодулятор, понижуючий частотний конвертор, кожен із  $n$  приймальних блоків підключаються до частотного розгалужувача прийнятого загального інформаційного потоку. Таке технічне рішення дозволяє створення каналу зв'язку в необхідному терагерцовому частотному діапазоні, наприклад, методом гетеродинного перетворення до потрібного рівня. Для збільшення розміру зони покриття використовуються приймальні та передавальні антени із коефіцієнтом підсилення до 50дБ. Кількість секторів зони обслуговування,

їх формування на оптимальне надання інформаційного ресурсу абонентам в кожному секторі визначається по результатам дослідження зони обслуговування. Створення мультиплексів меншого розміру ніж сумарний, що доводиться до абонента, дозволяє підвищити ефективність використання наданого інформаційного ресурсу.

Оскільки сигнал терагерцового діапазону при розповсюдженні в ефірі підлягає впливу значних втрат, то антени, що підключаються до лінійних трактів на стороні передачі і приймання мають значення направленості порядку 50дБ. Тобто кут розкриття діаграми спрямованості складе біля  $1^{\circ} \dots 2^{\circ}$ . При використанні окремих антен для кожного мультиплексу, і при співпаданні напрямку їх спрямованості сумарна територія покриття може бути збільшена на величину до двох раз. Тобто при використанні 8 окремих частотних потоків кут зони покриття може бути збільшений в порівнянні із випадком використання однієї антени в 16 раз і загальний кут покриття складе біля  $24^{\circ}$  при куті покриття однією антеною біля  $1.5^{\circ}$ .

На основі запропонованих технічних рішень і отриманих результатів досліджень безпроводової мережі широкосмугового доступу до інформаційних ресурсів показано, що в терагерцовому діапазоні за рахунок спектрального забезпечення необхідної зони обслуговування можна потенційно підвищити ефективність використання наданого інформаційного ресурсу та реалізувати оптимальне надання в кожному секторі інформаційного ресурсу абонентам.

#### Література

1. Кравчук С.О., Наритник Т.Н., Телекомунікаційні системи и терагерцового діапазону Монографія.-Житомир.- :ФОП «Євенок О.О.».-2015.-394с.
2. Деклараційний патент України №51495А, дата публікації 15.11.02р. «Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система МІТРС-ІНТ» з пріоритетом від 12.04.2002р.
3. Патент України на корисну модель №84923, дата публікації 25.11.2013р., Бюл.№21 «Приймально-передавальний формувач інформаційного потоку для каналу зв'язку із підвищеною спектральною ефективністю та пропускнуою здатністю» з пріоритетом від 11.11.2013 р.
4. Патент України на корисну модель №97537, дата публікації 25.03.2015р., Бюл.№6 «Мікрохвильова інформаційна система надання послуг передачі даних із використанням терагерцового діапазону» з пріоритетом від 22.08.2014 р.
5. Патент України на корисну модель №93139, дата публікації 14.10.2014р., Бюл.№8 «Канал передачі даних в терагерцовому діапазоні з пропускнуою здатністю більше 1 Гбіт/с» з пріоритетом від 25.02.2014 р.
6. Патент України на корисну модель №104299, дата публікації 25.01.2016р., Бюл.№2 «Канал безпроводового широкосмугового абонентського доступу до інформаційних ресурсів із використанням каналу в терагерцовому діапазоні» з пріоритетом від 25.06.2015 р.
7. Заявка на корисну модель України U2015 12889 від 25.12.2015 р. «Телерадіоінформаційна система широкосмугового мультисервісного радіодоступу з підвищеною пропускнуою здатністю».
8. Заявка на корисну модель України U201600935 від 05.02.2016 «Мікрохвильова система широкосмугового безпроводового доступу з підвищеною щільністю покриття зони обслуговування UMDS-TH».