

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ В БЕЗПРОВОДОВІЙ МЕРЕЖІ ШИРОКОСМУГОВОГО ДОСТУПУ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДІАПАЗОНУ

У статті представлені технічні рішення щодо підвищення ефективності використання інформаційного ресурсу для безпроводової мережі широкосмугового доступу терагерцового діапазону на основі технології Wi-Fi стандарту 802.11n. Така розподільча мережа використовується для покриття території з розширеними послугами. Показано, що запропоновані секторіальні рішення щодо забезпечення необхідної зони обслуговування потенційно дозволяють підвищити ефективність використання наданих інформаційних ресурсів і реалізувати їх оптимальне доведення до абонентів в кожному секторі.

Ключові слова: Мережа широкосмугового доступу, терагерцовий діапазон, технологія MITRIS, інформаційний ресурс, технологія Wi-Fi стандарту 802.11n, зона обслуговування.

T. NARYTNYK, A. ERMAKOV
Institute of Telecommunication Systems NTUU "KPI", Ukraine
e-mail:yermak_antonio@ukr.net

THE EFFICIENCY OF INFORMATION RESOURCES USAGE INCREASING IN THE WIRELESS NETWORK WITH BROADBAND ACCESS OF TERAHERTZ RANGE

Annotation: The paper presents technical solutions for wireless network with broadband access of terahertz range development based on the Wi-Fi technology of 802.11n standard. Such wireless network is used to cover the territory with expanded services. It is shown that the usage of sectoral solutions for providing the necessary service area potentially allows to increase the efficiency of provided broadband resource usage and to implement the best providence of information resource to subscribers in each sector.

Keywords: Network broadband terahertz range, technology MITRIS, resource, technology Wi-Fi standard 802.11n, service area

Одним із важливих напрямів розвитку безпроводових рішень в телекомунікаціях щодо збільшення пропускної здатності радіоканалів, яка за продуктивністю може в більшості випадків конкурувати з проводовими і оптоволоконними рішеннями, значно перевершуючи їх за економічністю, пов'язаний з дослідженнями телекомунікаційних систем та мереж терагерцового діапазону, які в більшості випадків можуть за продуктивністю конкурувати з проводовими і оптоволоконними рішеннями, значно перевершуючи їх за економічністю, [1]. При цьому важливим є аналіз технічних рішень підвищення ефективності надання доступу до інформаційних ресурсів в телекомунікаційних мережах неліцензійного терагерцового діапазону для служб, що користуються загальним попитом, а саме передачі даних та доступу до інформаційних ресурсів, в тому числі і реалізація абонентського доступу до інформаційних ресурсів, наприклад до мережі Інтернет.

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 MITRIS [2], а абонентська мережа реалізується на стандарті 802.11n. При цьому 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 знижує вартість послуг, спрощує процедуру отримання дозволу та знімає дефіцит частотного ресурсу.

Рішення цієї проблеми особливо важливе в умовах слабкорозвинутої 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 пропускнуою 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.

Для цього до складу приймально-передавального формувача, що складається із приймального та передавального трактів, введено п приймально-передавальних блоків в форматі чіпа, в передавальній частині якого є кодер, модулятор, підвищуючий частотний конвертор, за допомогою яких формується п окремих частотних рознесених потоків, які об'єднуються в загальний інформаційний потік, а приймальна частина включає декодер, демодулятор, понижуючий частотний конвертор, кожен із п 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 в діапазоні частот 128-134ГГц [5]. 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° при куті покриття однією антеною біля 1.5° .

На основі запропонованих технічних рішень і отриманих результатів досліджень безпроводової мережі ширококутового 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 інформаційного ресурсу абонентам в кожному секторі.

Література

1. Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи терагерцового діапазону. Монографія.//Житомир.: ФООП «Євенок О.О.».-2014.-394с. Кравчук С.О., Наритник Т.М.
2. Пат. 51495А Україна, МПК Н04В7/165. Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система МІТРСІ-ІНТ.Наритник Т.М., Войтенко О.Г., Казіміренко В.Я., Набок Є.М., Орлов А.Т., Файнгольд А.М., Савастьянов В.А. Заявник і патентовласник Спільне підприємство «Інститут електроніки та зв'язку УАННП» .-№u2002042956, заявл. 12.04.2002; опубл. 15.11.2002, Бюл.№11.-3с: іл.
3. Пат. 84923 Україна, МПК Н04В 7/165 (2006/0). Приймально-передавальний формувач інформаційного потоку для каналу зв'язку із підвищеною спектральною ефективністю та пропускнуою здатністю. Ільченко М.Ю., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Войтенко О.Г., Радзіховський В.В., Свириденко В.М. Заявник і патентовласник Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут».-№u201303679, заявл. 26.03.2013; опубл.11.11.2013, Бюл.№21.- 4с: іл.
4. Пат. 97537 Україна, МПК Н04В 7/165(2006.01). Мікрохвильова інформаційна система надання послуг передачі даних із використанням терагерцового діапазону. Ільченко М.Ю., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я.
5. -Заявник і патентовласник Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут».-№u201408347, заявл. 22.06.2014; опубл. 25.03.2015, Бюл.№.6- с:7; іл.
6. Пат. 93139 Україна, МПК Н04В 7/165 (2006.01). Канал передачі даних в терагерцовому діапазоні з пропускнуою здатністю більше 1 Гбіт/с. Ільченко М.Ю., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Радзіховський В.В., Кузьмін С.Є.-Заявник і патентовласник Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут».-№u20140189, заявл. 25.02.2014; опубл. 25.09.2014, Бюл.№8.-5с: іл.
7. Пат.104299, МПК (2015.01) Н04В 7/165. Канал бездротового ширококутового абонентського

доступу до інформаційних ресурсів із використанням каналу в терагерцовому діапазоні. Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Сайко В.Г., Коритова О.А., Лутчак О.В. Заявник і патентовласник Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут». №U2015 06281, заявл. 25.06.2015; опубл. 25.01.2016, Бюл.№2.-6с: іл.

8. Заявка на корисну модель України №u2015128, МПК H04B 7/165 (2006.01), заявл. 28.12.2015. Телерадіоінформаційна система широкосмугового мультисервісного радіодоступу з підвищеною пропускнуою здатністю. Сайко В.Г., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Бреславський В.О., Лисенко Д.О.- Заявник Державний університет телекомунікацій.

9. 8. Заявка на корисну модель України U201600935, МПК H04B 7/165 (2006.01), заявл. 05.02.2016. Мікрохвильова система широкосмугового безпроводового доступу з підвищеною щільністю покриття зони обслуговування UMDS-TH. Наритник Т.М., айко В.Г., Казіміренко В.Я., Бреславський В.О., Єрмаков А.В. Заявник Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут».

References

1. Kravchuk S.O. Telekommunikatsiyni systemy terahertsovoho diapazonu. Monohrafiya.//Zhytomyr.: FOP «Yevenok O.O.».-2014.-394s. Kravchuk S.O., Narytnyk T.M.

2. Pat. 51495A Ukrayina, MPK H04B7/165. Mikrokhyvl'ova intehrovana teleradioinformatsiynna systema MITRIS-INT.Narytnyk T.M., Voytenko O.H., Kazimireenko V.Ya., Nabok Ye.M., Orlov A.T.,Faynhol'd A.M., Savast'yanov V.A. Zayavnyk i patentovlasnyk Spil'ne pidpryyemstvo «Instytut elektroniky ta zv'yazku UANNP» .-#u2002042956, zayavl. 12.04.2002; opubl. 15.11.2002, Byul.#11.-3s: il.

3. Pat. 84923 Ukrayina, MPK H04B 7/165 (2006/0). Pryymal'no-peredaval'nyy formuvach informatsiynoho potoku dlya kanalu zv'yazku iz pidvyshchenoyu spektral'noyu efektyvnistyu ta propusknoyu zdattistyu. Il'chenko M.Yu., Narytnyk T.M., Kazimireenko V.Ya., Voytenko O.H., Radzikhov's'kyy V.V., Svyrydenko V.M. Zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy tekhnichnyy universytet «Kyyiv's'kyy politekhnichnyy instytut».-#u201303679, zayavl. 26.03.2013; opubl.11.11.2013, Byul.#21.- 4s: il.

4. Pat. 97537 Ukrayina, MPK H04B 7/165(2006.01). Mikrokhyvl'ova informatsiynna systema nadannya posluh peredachi danykh iz vykorystannnyam terahertsovoho diapazonu. Il'chenko M.Yu., Narytnyk T.M., Kazimireenko V.Ya.

5. -Zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy tekhnichnyy universytet «Kyyiv's'kyy politekhnichnyy instytut».-#u201408347, zayavl. 22.06.2014; opubl. 25.03.2015, Byul.# 6- s:7; il.

6. Pat. 93139 Ukrayina, MPK H04B 7/165 (2006.01). Kanal peredachi danykh v terahertsovomu diapazoni z propusknoyu zdattistyu bil'she 1 Hbit/s. Il'chenko M.Yu., Narytnyk T.M., Kazimireenko V.Ya., Radzikhov's'kyy V.V., Kuz'min S.Ye.-Zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy tekhnichnyy universytet «Kyyiv's'kyy politekhnichnyy instytut».-#u20140189, zayavl. 25.02.2014; opubl. 25.09.2014, Byul.#8.-5s: il.

7. Pat.104299, MPK (2015.01) H04B 7/165. Kanal bezdrotovoho shyrokosmuhovoho abonent's'koho dostupu do informatsiynnykh resursiv iz vykorystannnyam kanalu v terahertsovomu diapazoni. Narytnyk T.M., Kazimireenko V.Ya., Sayko V.H., Korytova O.A., Lutchak O.V. Zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy tekhnichnyy universytet «Kyyiv's'kyy politekhnichnyy instytut».-#u2015 06281, zayavl. 25.06.2015; opubl. 25.01.2016, Byul.#2.-6s: il.

8. Zayavka na korysnu model' Ukrayiny #u2015128, MPK H04B 7/165 (2006.01), zayavl. 28.12.2015. Teleradioinformatsiynna systema shyrokosmuhovoho mul'tyservisnoho radiodostupu z pidvyshchenoyu propusknoyu zdattistyu. Sayko V.H., Narytnyk T.M., Kazimireenko V.Ya., Breslavs'kyy V.O., Lysenko D.O.-Zayavnyk Derzhavnyy universytet telekommunikatsiy.

9. 8. Zayavka na korysnu model' Ukrayiny U201600935, MPK H04B 7/165 (2006.01), zayavl. 05.02.2016. Mikrokhyvl'ova systema shyrokosmuhovoho bezprovodovoho dostupu z pidvyshchenoyu shchil'nistyu pokryttya zony obsluhovuvannya UMDS-TH. Narytnyk T.M., ayko V.H., Kazimireenko V.Ya., Breslavs'kyy V.O., Yermakov A.V. Zayavnyk Natsional'nyy tekhnichnyy universytet «Kyyiv's'kyy politekhnichnyy instytut».