

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДІАПАЗОНУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МЕРЕЖІ БЕЗПРОВОДОВОГО ШИРОКОСМУГОВОГО ДОСТУПУ

Анотація: Розглядаються шляхи створення мережі широкосмугового безпроводового доступу до інформаційних ресурсів в масштабах країни.

Ключові слова: Частотний ресурс, інформаційний ресурс, широкосмуговий доступ, формувач інформаційного потоку.

T. NARYTNYK, V. KAZIMIRENKO, O. KORYTOVA, B. NABOKA, V. SAYKO

Telecommunications Research Institute National Technical University of Ukraine "KPI", director@mitris.com

State University of telecommunications, Ukraine, vkazim2@gmail.com

IV «Institute of electronics and communication UANNP», director@mitris.com

RESEARCH USE TERAHERTZ RANGE FOR WIRELESS NETWORKING BROADBAND

Abstract: The ways without creating broadband-wired access to information resources across the country.

Keywords: Frequency resource, information resource, broadband, information flow generator.

Вичерпаність частотного ресурсу в ліцензійних (оплачуваних) частотних діапазонах потребує для забезпечення прийнятної якості передачі використовувати різні технічні рішення, які дозволяють досягати потрібного рівня електромагнітної сумісності, компенсації впливу заважаючих факторів та зменшення використовуваного частотного ресурсу. Як правило, такі технічні рішення залежать від виду наданої служби, параметрів зони обслуговування та інших.

Створення мережі безпроводового широкосмугового абонентського доступу до інформаційних ресурсів в умовах приміської та сільської забудови є актуальною задачею, оскільки доставка послуг до цих районів засобами волоконних оптичних ліній зв'язку в таких умовах звичайно нереальна. У сучасному світі постійно зростає потреба в наданні доступу до інформаційних ресурсів Інтернет, телебачення, до послуг обміну даними, зокрема, в умовах України в зв'язку із слабким розвитком інфраструктури провідних, оптоволоконних мереж на периферії. При цьому старі вузько смугові технології, які використовують телефонну мережу загального користування, все частіше поступаються місцем новим і, зокрема, безпроводовим мікрохвильовим системам.

Вичерпаність ресурсу в ліцензійному діапазоні викликає також суттєве підвищення вартості використання ресурсу, що збільшує вартість наданої послуги. Тому використання вільного частотного діапазону, що не підлягає оплаті є актуальною задачею[1].

Зменшення смуги сигналу на трасі розповсюдження досягається головним чином використанням багатопозиційної модуляції. При цьому знижується енергетична ефективність каналу зв'язку, тобто потребується підвищення енергетики каналу передачі для досягнення потрібного рівня якості передачі.

Надлишок частотного ресурсу в діапазоні біля терагерцового дозволив створити потік телебачення надвисокої чіткості, смуга якого навіть після процедури стиску складала більше 3ГГц. Для реалізації мінімальних енергетичних втрат використовувалась двох позиційна модуляція ASK.

Оскільки створення потоку телебачення надвисокої чіткості вимагає значних фінансових витрат і навряд чи буде в близькому часі користуватися в Україні масовим попитом то дослідження використання неліцензійного терагерцового діапазону виконувалось для служби, що користується загальним попитом, а саме передача даних, доступу до інформаційних ресурсів, в тому числі і реалізація абонентського доступу до інформаційних ресурсів, наприклад до мережі Інтернет.

Створений формувач інформаційного потоку [2] на базі чіпа Mikrotik R52nM, який дозволяє отримати швидкість передачі в прямому і зворотному каналах по 150Мбіт/с і підтримує стандарт 802.11n використовується в якості модему.

В формувачі створюються 8 передавальних інформаційних потоків та забезпечується приймання восьми потоків. Вказані потоки об'єднуються в один мультиплекс для створення передавального потоку та розгалужуються при прийманні.

Тобто забезпечується приймання та передача восьми потоків, в кожному із яких підтримується швидкість 150Мбіт/с. Таким чином забезпечується загальна швидкість 1,2Гбіт/с в обох напрямках.

Частотний діапазон на портах формувача – 2,172...2,527 ГГц.

Такий формувач дозволив розробити канал передачі даних в терагерцовому діапазоні в якості модему містить формувач на обох кінцях каналу передачі, лінійний тракт, що забезпечує перенесення діапазону 2,172..2,527 ГГц в терагерцовий та терагерцового в 2,172..2,527 ГГц, антени із коефіцієнтом підсилення 50дБ.

Такий канал передачі забезпечує швидкість передачі в обох напрямках 1,2Гбіт/с. Технічні рішення

[3] та [4] передбачають створення хот-спотів та хот зон.

Субпоток кожного інформаційного потоку ортогональні і створюються програмними засобами, забезпечуючи при цьому мінімальні енергетичні втрати в кожному інформаційному потоці за рахунок неспотворених характеристик АЧХ та ГЧП.

Вісім радіомодулів Mikrotik R52nM та суматор формують груповий сигнал прямого каналу, який складеться з восьми спектрів, смугою 40 МГц, та відстанню між центральними частотами 45 МГц.

Оскільки створені інформаційні потоки не ортогональні то для мінімізації міжсимвольної інтерференції забезпечується частотне рознесення потоків відстанню між центральними частотами 45 МГц.

Такий канал придатний для обміну інформацією між двома точками, наприклад, відрізок чи прольот РРЛ, або доставка інформації із магістральної лінії до станції розподілу між абонентами служби. Для організації абонентського доступу він буде не ефективним, оскільки ефективне використання потоку 1,2Гбіт/с одним абонентом малоімовірне.

Таким чином задачею при проектуванні та розгортанні системи доступу абонентів до інформаційних ресурсів є:

- Реалізація потрібної дальності
- Створення умов надання послуг максимальному числу абонентів
- Забезпечення прийнятної вартості обладнання та послуг
- Електромагнітна сумісність із сусідніми системами

Якщо при створенні високошвидкісного каналу передачі (1,2Гбіт/с в нашому випадку) можна компенсувати втрати на трасі за рахунок використання трактів високої потужності, то в абонентському доступі вартість такого обладнання виявиться неприйнятною для абонента. Тому технічним рішенням [5] передбачається перенесення частоти кожного інформаційного потоку та підсилення потужності в кожному інформаційному потоці і мультиплексування в терагерцовому діапазоні. Це дозволяє підвищити енергетику кожного інформаційного потоку майже на порядок. Також пропонується використання антен із коефіцієнтом підсилення (K_n) 50дБ. Таке значення параметру антени дозволяє підвищити дальність, хоча при цьому суттєво зменшується площа, території, що покрита обслуговуванням – ЗО.

Для ефективного використання наданого інформаційного ресурсу (вартість трафіку, необхідний рівень інформаційного ресурсу) приймемо, що швидкість інформаційного потоку на одного абонента повинна складати біля 1Мбіт/с, тобто при швидкості 1,2Гбіт/с число одночасно працюючих абонентів в одному потоці повинне складати 1200, що нереально при покритті ЗО за допомогою антен із $K_n = 50$ дБ.

Тому технічним рішенням [5] передбачається модернізація формувача де створюється не один мультиплекс інформаційних потоків а декілька, число та параметри яких визначаються при дослідженні території яку передбачається покрити обслуговуванням. Кожен мультиплекс підключається до лінійного тракту і антени, яка направлена в напрямку, визначеному при дослідженні ЗО.

Зниження вартості послуги реалізується за рахунок використання терагерцового частотного діапазону (в даному випадку на трасі розповсюдження використовувався діапазон в районі 140ГГц через порівняно невисоку вартість обладнання та наявність «провалу» залежності втрат на трасі) та створення локальної безпроводової мережі в стандарті 802.11n, що дозволяє із незначними матеріальними тратами підключити значну кількість абонентів в межах хот-споту або хот зони, створених згідно технічних рішень [2] та [3].

Електромагнітна сумісність із зовнішніми випромінюючими системами забезпечується використанням частотного діапазону, який на сьогодні практично не використовується в системах безпроводового доступу та передачі даних.

Компенсація впливу луна сигналів та їм подібних виконується за рахунок використання багаточастотної модуляції (OFDM) та високоякісного завадостійкого кодування.

В якості мережестворюючої системи використовувалася система із однією центральною станцією. На рис.1 показано приклад одного сектора зони покриття ЦС із використанням чотирьох інформаційних мультиплексів

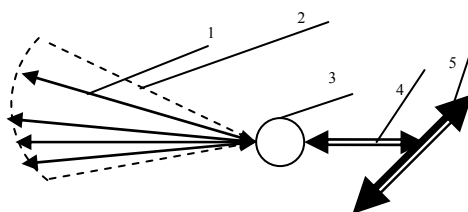


Рис.1 Ілюстрація варіанту покриття одного сектора системи із однією центральною станцією: 1 – канали мережі backhaul; 2 – зона покриття сектора центральної станції; 3 – центральна станція канали мережі backhaul; 4 – канал доступу до магістральної мережі; 5 – канал магістральної інформаційної мережі;

Широкосмуговим каналом передачі даних ЦС підключається до магістрального інформаційного каналу, а каналами мережі backhaul до ЦС підключаються до точки доступу локальних абонентських мереж.

Мережа backhaul виконується в терагерцовому діапазоні, канал підключення до магістралі також

може використовувати терагерцовий діапазон при безпроводовому доступі.

Висновок

Описане технічне рішення використання терагерцового діапазону для створення мережі безпроводового широкосмугового доступу дозволяє суттєво підвищити ефективність використання частотного і інформаційного ресурсів.

Література

1. Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи терагерцового діапазону. Монографія.//Житомир.: ФОП «Євенко О.О.».--2014.-394с. Кравчук С.О., Наритник Т.М.
2. Пат. 84923 Україна, МПК H04B 7/165 (2006/0). Приймально-передавальний формувач інформаційного потоку для каналу зв'язку із підвищеною спектральною ефективністю та пропускною здатністю. Ільченко М.Ю., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Войтенко О.Г., Радзіховський В.В., Свириденко В. Заявник і патентовласник Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут».-.№u201303679, заявл. 26.03.2013; опубл.11.11.2013, Бюл.№21.- 4с: іл.
3. Пат. 93139 Україна, МПК H04B 7/165 (2006.01). Канал передачі даних в терагерцовому діапазоні з пропускною 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.
4. Пат. 79483 Україна, МПК H04B 7/165 (2006.01). Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система широкосмугового мультисервісного радіодоступу з підвищеною пропускною здатністю UMDS-K/ Наритник Т.М., Ременець М.І., Казіміренко В.Я., Войтенко О.Г., Свириденко В.М. –Заявник і патентовласник Спільне підприємство «Інститут електроніки та зв'язку УАННП».-.№u2012 11866, заявл.15.10.2012 ; опубл. 25.04.2013, Бюл.№8.-4с: іл.
5. Пат. 96519 Україна, МПК H04B 7/165 (2006.01). Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система мультисервісного радіодоступу UMDS-NGN/Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Сайко В.Г., Осама Турабі, А.Ібрагім Ідріс–Заявник і патентовласник Спільне підприємство «Інститут електроніки та зв'язку УАННП».-.№u2014 09155, заявл.14.08.2014; опубл. 10.02.2015, Бюл.№3.-4с: іл.
6. Заявка на корисну модель № U2015 06281 від 25.06./2015. Україна, МПК H04B 7/165 (2015.01). Канал безпроводового широкосмугового абонентського доступу до інформаційних ресурсів в терагерцовому діапазоні/ /Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Сайко В.Г., Коритова О.А., Лутчак О.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. 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., Kazimirenko V.Ya., Voytenko O.H., Radzikhovskyy V.V., Svyrydenko V. Zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy tekhnichnyy universytet «Kyivskyy politekhnichnyy instytut».-.№u201303679, zayavl. 26.03.2013; opubl.11.11.2013, Byul.№21.- 4s: il.
3. 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., Kazimirenko V.Ya., Radzi-khovskyy V.V, Kuz'min S.Ye.-Zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy tekhnichnyy universytet «Kyivskyy politekhnichnyy instytut».-.№u20140189, zayavl. 25.02.2014; opubl. 25.09.2014, Byul.№8.-5s: il.
4. Pat. 79483 Ukrayina, MPK H04B 7/165 (2006.01). Mikrokhvyl'ova intehrovana teleradioinformatsiyna systema shyrokosmuhovoho mul'tyservisnoho radiodostupu z pidvyshchenoyu propusknoyu zdattistyu UMDS-K/ Narytnyk T.M., Remenets' M.I., Kazimirenko V.Ya., Voytenko O.H., Svyrydenko V.M. –Zayavnyk i patentovlasnyk Spil'ne pidpryyemstvo «Instytut elektroniky ta zv'yazku UANNP».-.№u2012 11866, zayavl.15.10.2012 ; opubl. 25.04.2013, Byul.№8.-4s: il.
5. Pat. 96519 Ukrayina, MPK H04B 7/165 (2006.01). Mikrokhvyl'ova intehrovana teleradioinformatsiyna systema mul'tyservisnoho radiodostupu UMDS-NGN/Narytnyk T.M., Kazimirenko V.Ya., Sayko V.H., Osama Turabi, A.Ibrahim Idris–Zayavnyk i patentovlasnyk Spil'ne pidpryyemstvo «Instytut elektroniky ta zv'yazku UANNP».-.№u2014 09155, zayavl.14.08.2014; opubl. 10.02.2015, Byul.№3.-4s: il.
6. Zayavka na korisnu model' №u2015 06281 vid 25.06./2015. Ukrayina, MPK H04B 7/165 (2015.01). Kanal bezprovodovoho shyrokosmuhovoho abonent's'koho dostupu do informatsiynykh resursiv v te-rahertsovomu diapazoni/ /Narytnyk T.M., Kazimirenko V.Ya., Sayko V.H., Korytova O.A., Lutchak O.V.–Zayavnyk Natsional'nyy tekhnichnyy universytet «Kyivskyy politekhnichnyy instytut».