

В. Б. Толубко, П. В. Афанасьев, В. М. Бондаренко, М. П. Трёмбовецкий, Т. В. Уварова

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ГАРАНТИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ

Рассмотрены известные структуры построения систем гарантированного электроснабжения. Проанализированы преимущества и недостатки каждой структуры, а также приведены рекомендации по использованию указанных систем.

Ключевые слова: инвертор; система гарантированного электроснабжения; статичный переключатель; By-Pass; электросеть; топология; выпрямитель; аккумуляторная батарея.

V. B. Tolubko, P. V. Afanasev, V. M. Bondarenko, M. P. Trembovetskiy, T. V. Uvarova

CONSTRUCTION OF TELECOMMUNICATION EQUIPMENT GUARANTEED ELECTRIC POWER SUPPLY SYSTEMS

The known structures of guaranteed electric power supply systems are considered as well as preferences and shortages each of them are analysed. The recommendations concerning using this systems are offered.

Keywords: inverter; guaranteed electric power supply system; static switch; By-Pass; electricity supply network; topology; accumulator battery.

УДК 621.398.96

В. А. ДРУЖИНИН, доктор техн. наук, професор;

Я. А. КРЕМЕНЕЦЬКА, О. Р. ЖУКОВА,

Державний університет телекомунікацій, Київ

Аналіз можливостей підвищення ефективності функціонування телекомунікаційних систем із використанням міліметрового діапазону хвиль

Проаналізовано сучасні підходи до використання міліметрового діапазону хвиль для підвищення ефективності телекомунікаційних систем і технологій, а також розкрито можливості реалізації гібридних систем на основі фотоніки.

Ключові слова: міліметровий діапазон; системи безпроводового зв'язку 5G; стратосферні системи зв'язку; гібридна безпроводова система терагерцового зв'язку; фотоніка.

Вступ

Одним зі способів збільшення пропускної здатності радіоканалу є підвищення носійної частоти сигналу, що дає змогу розширити смугу частот до кількох гігагерц. Сьогодні йдеться вже про оптичний діапазон, тобто про хвилі міліметрового (ММД) і субміліметрового (СММД) діапазонів для швидкостей передавання даних понад 1 Гбіт/с. Утім, як зазначають фахівці, це не є єдина перевага застосування цих діапазонів [1–4].

Хвилі ММД і СММД мають властивості, притаманні як радіохвилям, так і оптичному випромінюванню. Особливості поширення та застосування цих хвиль останнім часом інтенсивно досліджуються для застосування в різних телекомунікаційних системах, передусім у системах мобільного стільникового зв'язку.

Основна частина

Спектр міліметрових хвиль дедалі ширше застосовується для реалізації технологій 5G (рис. 1).

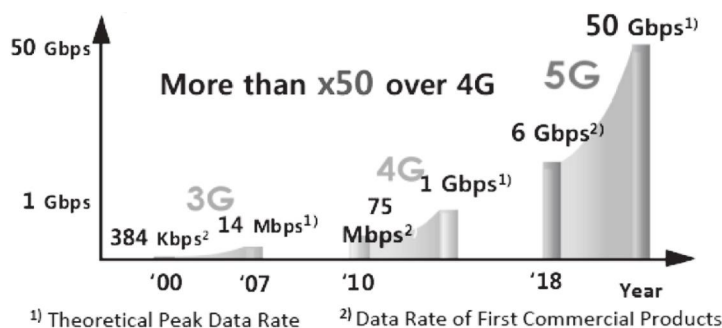


Рис. 1. Швидкості передавання даних для поколінь систем безпроводового зв'язку 3G, 4G і 5G [1]

У вікні загасання 60 ГГц, а також у вікнах прозорості атмосфери 28; 72 ГГц та інших діапазонах ММД здійснюються дослідження щодо поширення радіосигналів в атмосфері в міських умовах. Результати експериментів, проведених під керівництвом професора Нью-Йоркського політехнічного університету Т. Раппопорта та інших учених, засвідчують можливість використання міліметрового діапазону для систем безпроводового зв'язку 5G [1]. Окрім того, зазначені дослідження розкрили деякі важливі особливості міліметрових хвиль.

- У вільному просторі в разі апертурних антен розміри антени не залежать від частоти.
- Втрати на трасі можна подолати створенням діаграми спрямованості, що не залежить від частоти.
- На одиниці площі можна розмістити більшу кількість антен, що дозволяє передавачам і приймачам формувати діаграму спрямованості з великим коефіцієнтом підсилення.

Ці обнадійливі результати, а також розв'язання проблем виділення частотних радіоресурсів одночасно з розвитком фотонних технологій створюють передумови для аналізу способів використання ММД і СММД, які можуть підвищити продуктивність телекомунікаційних систем різного призначення.

З огляду на відомі властивості хвиль ММД і СММД перспективним вбачається використання їх у розглянутих далі системах і технологіях зв'язку.

1. Магістральні радіолинії та малі стільники.

Зокрема, для малих стільників (усередині приміщень) радіусом до 10 м застосовують властивості хвиль 60 ГГц (вікно загасання на молекулах кисню), що дають змогу запобігати несанкціонованому пасивному перехопленню інформації, оскільки вузька спрямованість і сильне загасання відбитого сигналу перешкоджають прояву інтерференційних ефектів. Більш компактні антени можуть підвищити ефективність використання спектра в конфігураціях типу «точка — багато точок» в Е-діапазоні (71...76; 81...86; 92...94 і 94,1...95 ГГц), який є вікном прозорості атмосфери. Фахівці вважають перспективним використання ММД і СММД у стільниках мобільного зв'язку радіусом 500...1000 м [2], а також для організації радіолиній і магістралей («точка — кілька точок») до 7 км [1].

2. Стратосферні системи зв'язку (рис. 2), де використання Е-діапазону енергетично ефективно у вертикальних трасах, що мають найбільше загасання тільки в нижньому (1,5...2 км) шарі [3].

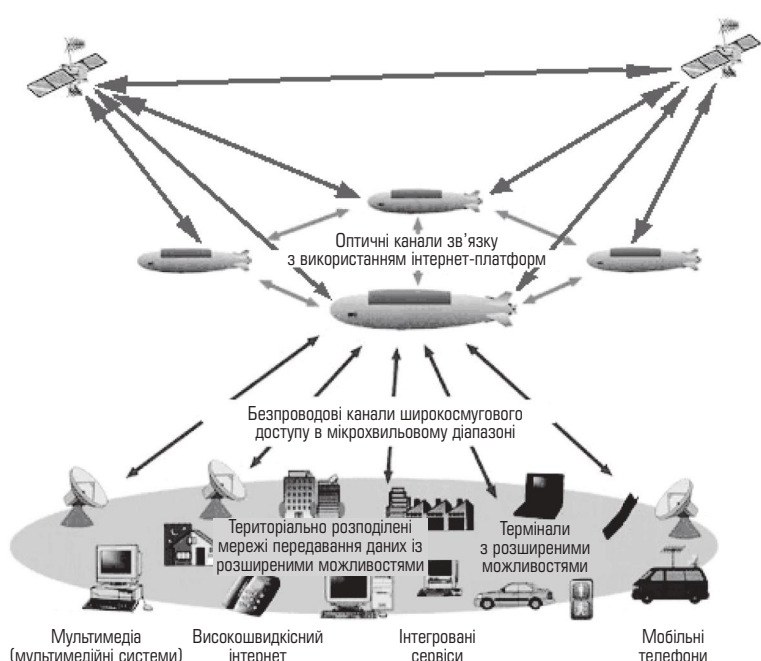


Рис. 2. Принципова схема роботи стратосферного комплексу

Для систем зв'язку ММД немає великої потреби у спектральній ефективності, оскільки тільки в Е-діапазоні вільний частотний ресурс становить 13 ГГц. І тому можливе використання нескладних методів мультиплексування та модуляції.

Теоретичною базою для аналізу спектральної ефективності систем зв'язку є формули Найквіста і Шеннона–Хартлі. Наприклад, із застосуванням теореми Шеннона–Хартлі було встановлено, що для передавання сигналів по каналах ємністю понад 10 Гбіт/с на відстань до кількох кілометрів найбільш прийнятний частотний діапазон становить 100...300 ГГц.

Проте підвищення частоти носійної радіосигналу вимагає, у свою чергу, підвищення тактової частоти обробки інформації. Найбільш ефективним вирішенням тут є застосування фотонних технологій. У перспективних програмах розвитку, наприклад в європейській технологічній платформі «Photonics21», планується перехід від кремнієвої електроніки до аналогічної кремнієвої фотоніки (оптичні мікросхеми).

На даному етапі розвитку фотоніки та електроніки саме поєднання електронних і оптичних пристроїв дозволяє досягати рекордних швидкостей передавання даних. Так, гібридна безпроводова система терагерцового зв'язку може бути реалізована на основі фотоніки та електроніки. Підхід до генерації сигналу в терагерцовому діапазоні на основі технологій фотоніки найбільш доцільний з погляду ширини використовуваної смуги частот можливостей перебудови і стабільності, оскільки дозволяє досягати швидкості передавання даних не менш як 10 Гбіт/с. Окрім того, безумовна перевага підходу на основі фотоніки полягає в тому, що оптоволоконні та безпроводові мережі можуть бути взаємозв'язані в ММД за швидкістю передавання даних, розбіжністю променів і форматом модуляції. Це дуже важливо, бо джерело сигналу та його модуляційні характеристики визначають, зрештою, ефективність передавання та пропускну здатність телекомунікаційної системи.

До найбільших переваг стратосферних систем зв'язку, що сприяють поліпшенню техніко-економічних показників телекомунікаційних систем, можна віднести:

- розширення частотного ресурсу (дефіцит якого є загальносвітовою проблемою) до міліметрового та оптичного діапазонів;
- створення високошвидкісних магістралей, що не поступаються оптичним;
- розширення зони обслуговування;
- істотне зниження показника ціна/якість послуги для забезпечення зв'язку, що може стати стимулом для розвитку інноваційних технологій.

Сьогодні через обмеженість частотного ресурсу активізуються пошуки методів підвищення спектральної ефективності систем зв'язку. Перспективним у цьому плані є застосування ортогональних (OFDM, OFDMA) і неортогональних методів мультиплексування та множинного доступу до середовища передавання (GFDM, FBMC, BFD, GFDM, SCMA).

Із підвищенням спектральної ефективності систем мобільного зв'язку зростає загальна вартість їхніх компонентів, але ймовірність виникнення помилок при передаванні даних не знижується, а також зростає.

Висновок

Застосування хвиль ММД і СММД діапазонів у телекомунікаційних системах новітніх поколінь, які вимагають істотного збільшення швидкості передавання даних для дедалі більшої кількості користувачів, поряд із розробкою та розвитком фотонних пристроїв слід розглядати як ефективний підхід до виконання зазначених завдань.

Література

1. **Rappaport, T. S.** Millimeter Wave Wireless Communications for 5G Cellular: It will work! / T. S. Rappaport // New York University School of Engineering.— Sept. 5, 2014.
2. **Шахнович, И.** Миф о затухании свободного пространства: чего не писал Г. Т. Фриис / И. Шахнович // Первая миля.— 2014.— № 2.— С. 40–45.
3. **Пи, Жою.** Введение в широкополосные системы связи миллиметрового диапазона / Жою Пи, Фарук Хан // Электроника: наука, технология, бизнес.— 2012.— № 3.— С. 86–94.
4. **Дружинін, В. А.** Можливості розширення зони обслуговування та радіочастотного ресурсу в стратосферних системах зв'язку / В. А. Дружинін, Я. А. Кременецька, О. Р. Жукова // Телекомунікаційні та інформаційні технології.— 2016.— № 2.— С. 23–26.
5. **Дружинін, В. А.** Сучасний стан та перспективи розвитку стратосферних систем зв'язку / В. А. Дружинін, Я. А. Кременецька, О. Р. Жукова // Зв'язок.— 2013.— № 3(121).— С. 12–15.
6. **Federici, J.** Review of terahertz and subterahertz wireless communications / J. Federici, L. Moeller // Journal of Applied Physics.— 2010.— V. 107, № 11.— Article ID 111101.— P. 22.

Рецензент: доктор техн. наук, професор **Л. Н. Беркман**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

В. А. Дружинин, Я. А. Кременецкая, Е. Р. Жукова

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН

Проанализированы современные подходы к использованию миллиметрового диапазона волн для повышения эффективности телекоммуникационных систем и технологий, а также раскрыты возможности реализации гибридных систем на основе фотоники.

Ключевые слова: миллиметровый диапазон; системы беспроводной связи 5G; стратосферные системы связи; гибридная беспроводная система терагерцевой связи; фотоника.

V. A. Druzhinin, I. A. Kremenetska, O. R. Zukova

ANALYSIS OF POSSIBILITIES FOR EFFICIENCY FUNCTIONING TELECOMMUNICATION SYSTEMS INCREASE USING MILLIMETER WAVES

This paper analyzes possible approaches of using millimeter waves to improve the efficiency of various telecommunications systems and technologies. As well as the possibility to implement hybrid systems based on photonics.

Keywords: millimetric range; wireless communication systems 5G; stratospheric communication systems; hybrid wireless system of THz communication; Photonics.

Шановні колеги!

Передплата на загальногалузевий науково-виробничий журнал завжди триває!

її ви можете оформити за «Каталогом видань України» та «Каталогом видань зарубіжних країн»:

- ❖ у відділеннях поштового зв'язку
- ❖ в операційних залах поштамтів
- ❖ у пунктах приймання передплати
- ❖ на сайті ДП «Преса» www.presa.ua
- ❖ на сайті УДППЗ «Укрпошта» www.ukrposhta.ua

**ПЕРЕДПЛАТНИЙ ІНДЕКС
74224**



Підтримуйте фахове галузеве видання — завжди надійне джерело достовірної інформації!