

ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІОФОТОНІХ СИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Представлені аспекти використання терагерцових хвиль в різних галузях науки і техніки. Визначено розширені функціональні параметри волоконно-оптичних систем передавання та способи підвищення ефективності роботи волоконно-оптичних лінійних трактів. Виконано оцінювання завадостійкості когерентних ВОЛТ.

Ключові слова: формат модуляції, когерентна система, спектральна ефективність, OSNR, волоконно-оптичний тракт, співвідношення сигнал/шум, пропускна здатність.

Abstract

The aspects of the use of terahertz waves in various fields of science and technology are presented. Expanded functional parameters of fiber optic transmission systems and ways of increasing the efficiency of fiber optic linear paths are determined. The noise immunity of coherent volts was evaluated

Keywords: modulation format, coherent system, spectral efficiency, OSNR, fiber-optic path, signal-to-noise ratio, bandwidth.

Вступ

Збільшення темпів використання інформаційних послуг вимагає покращення функціональних характеристик телекомунікаційних систем. При цьому, більшість оптичних телекомунікаційних систем побудовані на основі волоконно-оптичних лінійних трактів (ВОЛТ) з пропускною здатністю каналів передавання 10 Гбіт/с та з використанням технології OTN-OTN [1]. Покращення функціональних характеристик ВОЛТ можна здійснити за рахунок модового, просторового або поляризаційного мультиплексування при використанні нових типів оптичних волокон (ОВ) зі збільшеною робочою смугою; шляхом використання багатопозиційних форматів модуляції оптичних сигналів та високощільного спектрального мультиплексування оптичних каналів [2]. Широке застосування технології щільного мультиплексування HDWDM та спектральних суперканалів на основі OFDM стимулює дослідження методів покращення характеристик існуючих ВОЛТ та перспектив їх модернізації за рахунок використання стандартних та нових ВОЛЗ, оптичних трансиверів, комутаторів, форматів кодування оптичних сигналів [3].

Радіоелектронні системи на основі радіофотонних компонентів дозволяють радикально збільшити смуги робочих частот в порівнянні з традиційними НВЧ системами, що робить розвиток даного напрямку актуальним.

Враховуючи значну кількість факторів та фізичних явищ, які обмежують пропускну здатність ВОСП (дисперсія, загасання, втрати на з'єднаннях) актуальною задачею є визначення шляхів мінімізації їх впливу на ВОСП та знаходження оптимального варіанту підвищення ефективності ВОСП, зокрема спектральної ефективності використання оптичних каналів у ВОЛТ.

Таким чином, актуальною задачею є вибір ефективного способу оцінювання завадостійкості когерентних ВОСП, який забезпечить врахування впливу всіх завад на довгих ВОЛТ, що дозволить зберегти високу спектральну ефективність використання оптичних каналів.

Метою роботи: є дослідження широкосмужових ліній передачі НВЧ сигналу на основі радіофотонних компонентів, призначених для високошвидкісної передачі цифрових потоків даних складно-модульованих і шумоподібних сигналів, що забезпечують якісне підвищення технічних характеристик приймально-передавальних телекомунікаційних пристроїв та засобів радіолокації.

Результати дослідження

До найбільш актуальних напрямків розвитку ММХ і СубММХ можна віднести: ближню радіолокацію на ММХ [1], яка завдяки високій роздільній здатності малогабаритних антен стає потужним інструментом для контролю трафіку руху транспорту, антиаварійного попередження, керування технологічними процесами і в телемедицині; радіометричних систем ММХ і СубММХ [2, 3] для дистанційного зондування газового складу атмосфери. Ці ж системи можуть бути застосовані в пасивних і активних системах радіозображень [4] з високою роздільною здатністю, які вкрай необхідні в пристроях контролю безпеки. Особливе місце в дослідженнях ТГц хвиль займає спектроскопія матеріалів [4] і, особливо, біологічних об'єктів. Ці дослідження спрямовані на пошук нових можливостей для медичної діагностики і навіть для резонансної терапії на ММХ [3, 4]. Можливість створення малогабаритних антен з гнучким формуванням спрямованих променів і практично необмеженими смугами пропускання характеризують діапазон ММХ як найкращий варіант для стільникових систем зв'язку п'ятого покоління (5G) [2]. Перехід на ММХ значно підвищує ємність мереж та швидкість передачі інформації [1]. Для успішного досягнення цих цілей необхідним рішенням ряду актуальних завдань є створення зручних, компактних і доступних джерел ММХ і, особливо, СубММХ; створення високочутливих і швидкодіючих детекторів та приймачів; використання хвилеводних структур СубММХ діапазону, придатних для інтегральних технологій; дослідження особливостей поширення ММХ в навколишньому середовищі.

При підвищенні швидкості передачі з 10 Гбіт/с до 40 Гбіт/с при незмінній схемі модуляції оптичних сигналів зростають вимоги до OSNR на 6 дБ, допуск для хроматичної дисперсії зменшується в 16 разів, а норматив для ПМД зменшується в 4 рази. Тому, для забезпечення швидкості передачі 40 Гбіт/с необхідно внести значні технологічні корективи, а саме використовувати корекцію помилок (FEC), підсилення потужності та адаптивну компенсацію дисперсії [1].

Використання завадостійкого формату модуляції DPSK істотно обмежує кількість задіяних на ділянці оптичного підсилення динамічних мультиплексорів ROADM. Це обмеження знижує ефективність використання ROADM в інфокомунікаційних мережах (таблиця 1) [2].

Таблиця 1 – Порівняльне оцінювання форматів модуляції при реалізації ВОЛТ з ЦОС на основі надпровідної технології

Функціональні характеристики ВОЛТ	Формат модуляції оптичних сигналів у ВОСП				
	NRZ	DB	CS-RZ	RZ-DPSK	RZ-DQPSK
Стійкість до шуму	Погана	Дуже погана	Середня	Дуже хороша	Хороша
Стійкість до хром. дисп.	Середня	Хороша	Середня	Середня	Хороша
Стійкість до ПМД	Погана	Середня	Середня	Середня	Хороша
Стійкість до нелін. еф.	Середня	Погана	Хороша	Хороша	Хороша
Стійкість до фільтрів ROADM	Середня	Хороша	Середня	Середня	Хороша

Висновки

Очевидні переваги ТГц-діапазону полягають у відсутності іонізуючого впливу, великій інформаційній ємності, здатності проникати через непрозорі об'єкти, можливості високонаправленого випромінювання і деякі інші – зумовили швидкий розвиток терагерцової техніки. Ці переваги визначають привабливість практичного застосування Т-хвиль для створення високошвидкісних ліній зв'язку, високоточних РЛС, здатних працювати в складній електромагнітній обстановці, систем отримання зображень підвищеної роздільної здатності, пристроїв дистанційної ідентифікації хімічних речовин та іншої військової та цивільної техніки.

Подальше вдосконалення радіоелектронних приладів і компонентів ТГЧ-діапазону вимагає розвитку метрологічної бази, включаючи розробку нормативно технічної документації, стандартів, методів вимірювання параметрів, необхідного контрольно-вимірювального обладнання.

Для подальшого підвищення лінійної швидкості передачі інформації понад 100 Гбіт/с необхідно збільшувати розрядність формату модуляції, що дозволить зменшити швидкість передачі символів в кілька разів. В роботі виконано порівняльний аналіз багаторівневих форматів модуляції та стан розробок компонентів телекомунікаційного обладнання на основі надпровідних технологій для каналних швидкостей понад 100 Гбіт/с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мазур А.В., Васильківський М.В., Резцов О.О. Високопродуктивні телекомунікаційні системи на основі кріоелектронних приймачів // Молодіжна науково-практична інтернет-конференція студентів аспірантів та молодих науковців Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2019): Збірник доповідей Електронне мережне наукове видання (22 жовтня – 10 травня 2019 року) ВНТУ. –Вінниця, 2019. – С. 352-354.

2. Васильківський М.В., Чанхао Юй Оптимізація інфокомунікаційних систем міліметрового діапазону // Молодіжна науково-практична інтернет-конференція студентів аспірантів та молодих науковців Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2019): Збірник доповідей Електронне мережне наукове видання (22 жовтня – 10 травня 2019 року) ВНТУ. –Вінниця, 2019. – С. 391-393.

3. Васильківський М.В., Мазур А.В., Хуторний О.В. Технології обробки сигналів на основі квантових інтерферометрів // Молодіжна науково-практична інтернет-конференція студентів аспірантів та молодих науковців Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2019): Збірник доповідей Електронне мережне наукове видання (22 жовтня–10 травня 2019 року) ВНТУ. – Вінниця, 2019. – С. 393-396.

4. Васильківський М.В. Інфокомунікаційні системи терагерцового діапазону // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2019 Збірник доповідей Електронне мережне наукове видання (13-15 березня 2019 року) ВНТУ. – Вінниця, 2019. – С. 1756-1759.

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Крещенко Маріна Сергіївна – студентка групи ТКТ-186, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kreschenkomarina@gmail.com

Vasykivskyi Mikola V. – Phd, Assistant Professor of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Kreschenko Marina S. – Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kreschenkomarina@gmail.com