

ОПТИМІЗАЦІЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлене дослідження спрямоване на вирішення завдань з актуальних проблем розвитку фізики і техніки ММХ і СубММХ.

Ключові слова: *міліметровий діапазон, радіометричний приймач, інфокомунікаційна система*

Abstract

The presented research is aimed at solving problems related to the actual problems of the development of physics and technology of millimeter waves and submillimeter waves

Keywords: millimeter range, radiometer receiver, infocommunication system

Вступ

Діапазон частот від 30 ГГц до 3000 ГГц, який називають відповідно до довжини хвиль міліметровим (ММ, до 300 ГГц) і субміліметровим (субмм, понад 300 ГГц), займає більшу частину спектру електромагнітних хвиль, який відноситься до радіофізики, як в сфері наукових досліджень, так і для різноманітних використань.

До найбільш актуальних напрямків розвитку ММХ і СубММХ можна віднести: ближню радіолокація на ММХ [1], завдяки високій роздільній здатності малогабаритних антен, яка стає потужним інструментом для контролю трафіку руху на транспорті, антиаварійне попередження, керування технологічними процесами і в телемедицині; радіометричні системи ММХ і СубММХ [2, 3] для дистанційного зондування можуть дати важливу інформацію про газовий склад атмосфери, так як коливальні і обертальні рівні молекул газів, що представляють великий інтерес, лежать в цьому діапазоні довжин хвиль. Ці ж системи можуть бути застосовані в пасивних і активних системах побудови радіозображень [4] з високою роздільною здатністю, які вкрай необхідні в пристроях контролю безпеки. Особливе місце в дослідженнях ТГц хвиль займає спектроскопія матеріалів [5] і, особливо, біологічних об'єктів. Ці дослідження спрямовані на пошук нових можливостей для медичної діагностики і навіть для резонансної терапії на ММХ [3, 5].

Можливість створення малогабаритних антен з гнучким формуванням спрямованих променів і практично необмежені смуги пропускання характеризують діапазон ММХ як найкращий варіант для стільникових систем зв'язку п'ятого покоління (5G) [6]. Перехід на ММХ дозволить значно підвищити ємність мереж і швидкість передачі інформації [7].

Для успішного досягнення цих цілей необхідне рішення ряду актуальних завдань - створення зручних, компактних і доступних джерел ММХ і, особливо, СубММХ; дослідження і створення високочутливих і швидкодіючих детекторів та приймачів; дослідження хвилеводних структур СубММХ діапазону, придатних для інтегральних технологій; дослідження особливостей поширення ММХ в навколишньому середовищі.

Метою роботи є дослідження особливостей створення радіометричних приймачів та оцінювання з їх допомогою нелінійних властивостей різних слабосвязаних структур ВТНП з метою створення на їх основі високочутливих перетворювачів і детекторів ТГц хвиль. Дослідження різних металодіелектричних електродинамічних хвилепровідних структур в ММ і субмм діапазонах довжин хвиль з метою створення ряду функціональних пристроїв для різних систем та приладів.

Основна частина

Розвиток ТГц діапазону вимагає розробки чутливих та швидкодіючих детекторів, які можуть бути реалізовані на основі надпровідникових переходів. В роботах [1-3] було показано, що ВТНП структури володіють високою нелінійністю і навіть характеризуються джозефсонівськими властивостями, однак вони мають низьку відтворюваність і недостатні характеристики для практичних застосувань. Специфічні властивості оксидних ВТНП, такі як мала довжина когерентності, сильна анізотропія, ускладнюють виготовлення гетероструктур, використовуваних в традиційній надпровідниковій електроніці. Найбільш відтворювана технологія отримання надпровідних переходів на металооксидних надпровідниках з високою критичною температурою досягнута при отриманні бікристалічних джозефсонівських переходів, які створюються при контакті двох різноорієнтованих кристалів (або епітаксійних плівок).

Для визначення можливої області застосування міліметрових радіосистем необхідно в першу чергу визначити довжину надійного зв'язку. Основним фактором, обмежуючим цю величину є втрати поширення міліметрових хвиль в атмосфері, включаючи резонансне поглинання газів і загасання на гідрометеорах (дощ, сніг і інші).

Особливим питанням є розробка принципів побудови радіосистем ММ діапазону, тому що традиційні методи широко застосовуються в см діапазоні, засновані на багаторазовому збільшенні, фільтрації і підсиленні сигналу, сформованого на проміжній частоті, призводять до різкого ускладнення і подорожчання пристроїв в ММ діапазоні. У той же час, сучасний стан елементів і техніки ММ хвиль відкриває перспективи нових методів, заснованих на прямому перетворенні і відновленні базового сигналу. Такзвані приймачі прямого перетворення або гомодинного, що виключають численні перетворення за проміжними частотам і утворення дзеркального каналу, відрізняються винятковою простотою, відсутністю фільтруючих схем і можливістю інтегрального виконання всього приймача на єдиному чіпі.

Одним з основних труднощів, що перешкоджають широкому впровадженню приймача прямого перетворення, є поява постійної складової на виході змішувачів, однією з причин якого може бути просочування гетеродинної напруги на сигнальний вхід перемножувача через неідеальну розв'язку останньої і вхідного низькошумного підсилювача. Цю проблему можна вирішити технологічним шляхом, виготовленням високоякісних елементів - змішувачів, фільтрів і підсилювачів, в яких досягнуто високе придушення завад. Однак, дуже важко досягнути таких параметрів, які повинні задовольняти вимогам приймачів прямого перетворення, що пояснює їх високу собівартість. Портативні пристрої ближнього виявлення ММХ викликають все більший інтерес для багатьох цивільних і військових застосувань, таких, як системи попередження зіткнень, або виявлення цілей в системах безпеки [3]. Останнім часом ця сфера їх застосування перейшла виключно на безперервні РЛС з ЛЧМ, які дозволяють виявляти і вимірювати дальність і радіальну швидкість точно так само, як і імпульсні РЛС, відрізняючись від останніх низькою вартістю, малими габаритними розмірами, меншим енергоспоживанням і відсутністю сліпої зони. Складність побудови РЛС ближньої дії полягає в необхідному поєднанні суперечливих вимог. Наприклад, застосування комбінованої приймально-передавальної антени призводить до скорочень загальних розмірів системи, але виключає можливість використання відносно високої потужності передавача для збільшення дальності виявлення цілей з огляду на зростання потужності завад до неприйнятно високого рівня. Іншою відмінною рисою РЛС ближньої дії є дуже великий динамічний діапазон по дальності виявлення більше 30 дБ, що відповідає динамічному діапазону прийнятих сигналів близько 120 дБ.

Такі суперечливі вимоги диктують необхідність ретельного проектування всіх підсистем з метою оптимального поєднання переваг кожної з них [5, 9].

Застосування прямої модуляції на несучій частоті або повторного множення частоти з більш низьких частот призводить до неприйнятно високих рівнів фазового шуму.

З цією метою був використаний стабілізований діелектричним резонатором і охопленою схемою ФАПЧ генератор на частоті 15 ГГц з внутрішнім опорним генератором, який характеризується рівнем фазового шуму -96 ДБм / Гц при розстройці 1кГц [7].

Така побудова завдяки розподілу загального підсилення між підсилювачами на різних частотах забезпечує одночасне досягнення як високого рівня лінійності в широкому динамічному діапазоні, так і отримання необхідного наскрізного підсилення [7].

Подальший розвиток системи полягає в усуненні характерних недоліків, властивих одноантенним об'єднаним системам, а саме, у використанні двох роздільних передавальної і приймальної антен, що неминує призводить до збільшення загальних розмірів системи, але при цьому істотно зменшує рівень наведеної потужності (-20 дБ у порівнянні з одноантенним рішенням) на вхід приймача. Таким чином, рівень амплітудних шумів на вході в порівнянні з одноантенною системою також зменшується на 20 дБ. Такий спосіб коригування шумів може забезпечити підвищення дальності дії РЛС більш ніж в 3 рази.

Висновки

У радіолінії ММДХ дальність надійного зв'язку визначається тільки умовами поширення і практично не залежить від параметрів радіоприймальних пристроїв. Переважною архітектурою трансиверів ММДХ є прямиї синтез і пряме перетворення сигналів. У радарях з OFDM-сигналами і з QPSK-модуляцією шляхом визначення параметрів спотворення сигнальної решітки можливе одночасне визначення часу затримки (відстань до цілі) і доплеровської частоти (радіальної швидкості цілі).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. S. Rongan, T.S. Rappaport, E. Erkip. Millimeter-Wave Cellular Wireless Network: Potentials and Challenger, Proceedings of The IEEE, vol.102, N 3, pp.366-385, 2014.
2. Song H-J., Kim J-Y., Ajito K., Kukutsu N., Yaita M. 50Gb/s Direct Conversion QPSK Modulator and Demodulator MMICS for Terahertz Communications at 300GHz, IEEE Trans. on MTT, vol. 62, Issue 3, pp. 600-609, 2014.
3. Hakhoumian A.A. Thermo-power of highly anisotropic oxide mixtures // Armenian Journal of Physics. 2014. vol. 7, issue 3. pp. 155-159.
4. Hakhoumian A. A., Tovmasyan Kh., Gabrielyan E. Doppler Shift Extraction from QPSK Mapped OFDM Signal Constellation // Global Journal of Science Frontier Research. 2014. Vol. 14-A, Issue 1, Version 1.0. pp. 39-42.
5. Hakhoumian A.A. Target distance extraction from QPSK-OFDM radar signal // Armenian Journal of Physics. 2014. vol. 7, issue 3. pp. 160-165.
6. Hakhoumian A.A., Avagyanand H., Tovmasyan Kh. QAM mapped OFDM signal processing on Radar applications // Telecommunications and Radio Engineering. 2014. □ Vol. 73, Issue 6. pp. 529-535.
7. Hakhoumian A. A., Hovhannisyanyan G. D. Dynamics of Difference Frequency Radiation Generation in the Field of Few-Cycle Laser Pulse Propagating in GaAs Crystal with Domain Structure // Journal of Contemporary Physics (Armenian Academy of Sciences). 2014. Vol. 49, No. 2, pp. 60–68. /Published in Izvestiya NAN Armenii, Fizika. 2014. Vol. 49, No. 2. pp. 99–113.
8. Hakhoumian A. A. Target Distance Direct Determination from QPSK Modified Radar Signal. Global Journal of Science Frontier Research, GJSFR Volume 14 Issue 5 Version 1.0, pp. 43-47, 2014.

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Юй Чанхао - студент групи ТКС-18мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Vasykivskyi Mikola V. – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Yu Changhao - student of the group TKS-18mi, Faculty of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.