

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЙМАЧІВ СЛАБОІНТЕНСИВНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі виконується дослідження приймачів слабоінтенсивних телекомунікаційних сигналів, що працюють в терагерцовому діапазоні випромінювання.

Ключові слова: НЕВ-детектор, НЕВ-змішувач, приймач, передавач, гетеродин, субміліметровий діапазон.

Abstract

In this paper is studied the receivers of low-intensity telecommunication signals operating in the terahertz range of emission.

Keywords: NEB detector, NEB mixer, receiver, transmitter, heterodyne, submillimeter range.

Вступ

Однією з областей застосувань терагерцових приймачів та джерел випромінювання є отримання зображення об'єктів за допомогою радіохвиль [1]. Актуальність цієї роботи пов'язана з необхідністю детального дослідження чутливих приймачів терагерцового діапазону частот для забезпечення можливості побудови сучасних систем радіосканування зображень [2]. Проведемо дослідження фізичних основ формування дрейфових шумів у вихідному сигналі НЕВ-змішувача, а також комплексне вивчення впливу НВЧ випромінювання на функціонування НЕВ-пристрою, що використовується в рамках гетеродинної приймальної системи і приймача прямого детектування.

Основна частина

Надпровідні фотонні детектори за рахунок підвищеної чутливості в робочому діапазоні ВОСП, забезпечують нові можливості для вимірювання характеристик ВОЛЗ. У роботі [3] описаний ряд охолоджуваних болометрів, призначених для роботи у фотометрії і спектрометрії дальнього інфрачервоного та субміліметрового (терагерцового) випромінювання. Фотометр складається з двох матриць фокальної площини та охолоджується до $T = 0,3$ К. Попередні результати випробувань [2] показали, що величина ПЕШ складала близько 10^{-16} Вт Гц^{-0,5}. В якості детекторів на основі надпровідників використовуються також структури з різними способами розділення куперовських пар. Одним із таких детекторів є STJ-детектор з надпровідним тунельним переходом. Ампер-ватна чутливість ФП розраховувалась для стаціонарного значення струму. Флуктуаційна чутливість гетеродинного приймача є функцією його шумової температури, шумової смуги спостереження сигналу ПЧ і часу накопичення сигналу [4]. Флуктуації вихідної потужності приймача на ПЧ складаються з таких складових: нестабільності джерела зсуву; температурного дрейфа навантаження; флуктуації потужності гетеродина; флуктуації ефективної електронної температури і Джозефсонівського шуму НЕВ-пристрою.

Діапазон флуктуацій робочої температури змішувача, залежить від теплового навантаження ступенів охолоджувача і для охолоджувача на пульсуючих трубках може в середньому становити 200-250 мК поблизу номінального значення ~ 4 К. На рисунку 1 [5] зображена ВАХ НЕВ-пристрою під дією випромінювання з частотою 1,5 ГГц. Вихідна потужність складала 1,5 мкВт. Як видно з рисунка, на кривій відсутня гістерезисна ділянка а також спостерігається невелика ділянка крутизни ВАХ в точці зміщення 2,35 мВ, 74 мкА.

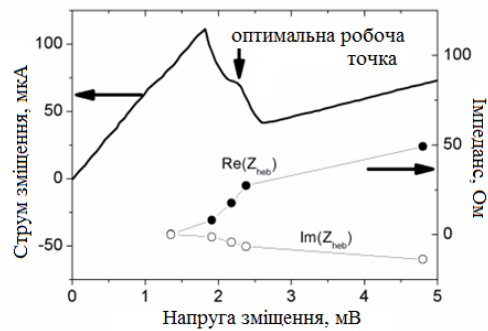


Рисунок 1 – ВАХ НЕВ-пристрою під дією НВЧ випромінювання з частотою 1,5 ГГц і потужністю 1,5 мкВт

Було встановлено, що болометр демонструє найбільшу чутливість в цій робочій точці. Було показано, що модульований сигнал на виході підсилювального каскаду пов'язаний з модуляцією імпедансу НЕВ-пристрою внаслідок зміни входних ЧТ навантажень.

Спектр вихідного сигналу приймача не містить гармонійних компонентів, відповідних коливань робочої температури змішувача на основній частоті та вищих гармоніках. Простота схеми НВЧ автоналаштувань повинна сприяти зміцненню позицій машин замкнутого циклу, що не вимагають рідкого холодоагенту, як охолоджувачів для НЕВ-змішувачів. А також продемонстровано спосіб експлуатації НЕВ-пристрою в болометричному режимі. Даний спосіб пов'язаний з використанням НВЧ рефлектометра для реєстрації вихідного сигналу прямого НЕВ-детектора. Зондуєчий НВЧ сигнал малої амплітуди використовується одночасно і для зміщення болометра в робочу область ВАХ. При роботі в метастабільній області ВАХ виявлена лінійна залежність частоти власних релаксаційних коливань НЕВ-пристрою від потужності вхідного терагерцового сигналу в діапазоні 3-70 нВт.

Висновки

За підсумками виконаних досліджень були отримані наступні результати:

Встановлена точна кількісна кореляція між стабільністю вихідної потужності НЕВ-змішувача і робочим струмом зміщення. На основі цього розроблена і реалізована автономна система НВЧ підігріву електронної підсистеми НЕВ-змішувача з негативним зворотним зв'язком за струмом зміщення для стабілізації робочої точки змішувача за постійним струмом.

Досліджено стабільність гетеродинного приймача на основі НЕВ-змішувача, виявлені домінуючі джерела корельованого шуму у вихідному сигналі приймача. На основі цього запропоновано прототип приймальної гетеродинної системи на основі НЕВ-змішувача в машині замкнутого циклу. Частота джерела гетеродина - 1310 ГГц, флуктуаційна чутливість - 0,5 К, час Аллана - 5 с (флуктуації температури і вібрації, що викликаються машиною, компенсовані).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В.М. Кичак, І.А. Самолюк, М.В. Васильківський «Квантові приймачі для терагерцового спектру частот» Матеріали конференції «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах (ВОТТП-2018)», Одеса, 2018 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://biblio.onat.edu.ua/bitstream/handle/123456789/1991/vottp-2018-konf.pdf?Sequence=1&isAllowed=y>. Дата звернення: Березень 2020.
2. Васильківський М. В., Самолюк І. А. «Дослідження джозефсонівських наносистем на основі ВТНП», Матеріали конференції «XLVIII Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (2019)», Вінниця, 2019
3. В. М. Васильківський, І. А. Самолюк «Інфокомунікаційні системи на основі інтелектуальних оптичних мультиплексорів» Матеріали конференції «XLVII Науково-технічна

конференція факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінниця, 2018 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-frtzp/all-frtzp-2018/paper/view/4595>. Дата звернення: Березень 2018.

4. Shurakov A., Mikhalev P., Mikhailov D. et al. Ti/Au/n-GaAs planar Schottky diode with a moderately Si-doped matching sublayer // Microelectron. Eng. 2018. Vol. 195. Pp. 26–31.

5. Krause S., Mityashkin V., Antipov S. et al. Reduction of phonon escape time for NbN Hot Electron Bolometers by using GaN buffer layers // IEEE Trans. Terahertz Sci. Technol. 2017. Vol. 7, no. 1. pp. 53–59.

Самоліук Ірина Анатоліївна — студентка групи ІТТ-19м, факультет інфокомунікацій радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tkp15b.samoliuk@gmail.com.

Науковий керівник: **Васильківський Микола Володимирович** - к.т.н., доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Samoliuk Iryna — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tkp15b.samoliuk@gmail.com.

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