

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра лазерной физики и спектроскопии

ЛЕБЕДЕВ
Александр Сергеевич

ГЕНЕРАЦИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ЧАСТОТНО-
МОДУЛИРОВАННЫХ СВЧ-СИГНАЛОВ МЕТОДОМ
САМОГЕТЕРОДИНИРОВАНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРНЫХ
ДИОДОВ

Реферат дипломной работы

Научный руководитель:
кандидат физико-математических
наук, доцент
Горбач Дмитрий Владиславович
Научный консультант:
кандидат физико-математических
наук, зам. заведующего лабораторией
ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и
лазерная техника»
Микитчук Кирилл Борисович

Минск, 2023

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 56 страниц, 28 рисунков, 29 источников.

Генерация сверхширокополосных частотно-модулированных СВЧ-сигналов методом самогетеродинамирования излучения лазерных диодов

Научные руководители – заместитель заведующего лабораторией радиофотоники ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника» НАН Беларуси, кандидат физико-математических наук Микитчук Кирилл Борисович, доцент кафедры лазерной физики и спектроскопии БГУ, кандидат физико-математических наук Горбач Д.В.

Ключевые слова: самогетеродинамирование, волоконно-оптический интерферометр Майкельсона, сверхширокополосные СВЧ-сигналы, линейная частотная модуляция, радиофотоника.

Цель работы – анализ выходных характеристик макета устройства по генерации СВЧ-сигналов с линейной частотной модуляцией при прямой модуляции лазерного диода, разработка методов, способствующих линеаризации сверхширокополосных СВЧ-сигналов.

Объект исследования: устройство для генерации СВЧ-сигналов с линейной частотной модуляцией на основе волоконного интерферометра Майкельсона.

Основные методы исследований: сравнительный анализ с существующими методами радиофотоники по генерации СВЧ-сигналов с линейной частотной модуляцией. Проведение эксперимента по генерации сигналов с линейной частотной модуляцией на основе интерферометра Майкельсона.

Полученные результаты и их новизна: были получены СВЧ-сигналы на основе метода самогетеродинамирования излучения лазерного диода с шириной полосы до 5 ГГц и длительностью до 140 мкс. По результатам дипломной работы опубликовано 2 статьи в сборнике трудов конференций и журнале:

1) 8-ой Всероссийской Микроволновой конференции, которая проходила в г. Москва, 23-25 ноября 2022г. Название статьи "Метод генерации сверхширокополосных СВЧ-сигналов с линейно-частотной модуляцией на основе самогетеродинамирования излучения лазерного диода" (авторы К.Б.Микитчук, А.Л.Чиж, Лебедев А.С.)

2) «Журнал радиоэлектроники» – 2022г., №12. «Метод генерации сверхширокополосных СВЧ-сигналов с линейно-частотной модуляцией на основе самогетеродинамирования излучения лазерного диода» (авторы К.Б.Микитчук, А.Л.Чиж, Лебедев А.С.).

Рекомендация по внедрению: Использование сверхширокополосных сигналов в технике радиолокации значительно расширяет возможности радиолокационных станций по формированию радиоизображений с высоким пространственным разрешением. Таким образом, данный метод генерации СВЧ-сигналов может быть использован при решении задач радиолокации.

РЭФЕРАТ

Дыпломная работа 56 старонак, 28 малюнкаў, 29 літаратурных крыніц.

Генерацыя звышшырокапалосных частотна-мадуляваных ЗВЧ-сігналаў метадам самагетэрадзінавання выпраменьвання лазерных дыёдаў

Навуковыя кіраўнікі – намеснік загадчыка лабараторыі радыёфатонікі ДНВА «Оптыка, оптаэлектроніка і лазерная тэхніка» НАН Беларусі, кандыдат фізіка-матэматычных навук Мікітчук К. Б, дацэнт кафедры лазернай фізікі і спектраскапіі БДУ, кандыдат фізіка-матэматычных навук Д. В. Горбач.

Ключавыя словы: самагетэрадзінаванне, валаконна-аптычны інтэрферометр Майкельсана, звышшырокапалосныя ЗВЧ-сігналы, лінейная частотная мадуляцыя, радыёфатоніка.

Мэта працы - аналіз выходных характарыстык макета прылады па генерацыі ЗВЧ-сігналаў з лінейнай частотнай мадуляцыяй пры прамой мадуляцыі лазернага дыёда, распрацоўка метадаў, якія спрыяюць лінеарызацыі звышшырокапалосных ЗВЧ-сігналаў.

Аб'ект даследавання: прылада для генерацыі ЗВЧ-сігналаў з лінейнай частотнай мадуляцыяй на аснове валаконнага інтэрферометра Майкельсана.

Асноўныя метады даследаванняў: параўнальны аналіз з існуючымі метадамі радыёфатонікі па генерацыі ЗВЧ-сігналаў з лінейнай частотнай мадуляцыяй. Правядзенне эксперыменту па генерацыі сігналаў з лінейнай частотнай мадуляцыяй на аснове інтэрферометра Майкельсана.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: былі атрыманы ЗВЧ-сігналы на аснове метаду самогетэрадынавання выпраменьвання лазернага дыёда з шырынёй паласы да 5 ГГц і працягласцю да 140 мкс. Па выніках дыпломнай працы апублікаваны 2 артыкулы ў зборніку прац канферэнцый і часопісе:

1) 8. Усерасійскай Мікрахвалевай канферэнцыі, якая праходзіла ў г. Масква, 23-25 лістапада 2022г. Назва артыкула "Метад генерацыі звышшырокапалосных ЗВЧ-сігналаў з лінейна-частотнай мадуляцыяй на аснове самагетэрадзінавання выпраменьвання лазернага дыёда" (аўтары К.Б.Мікітчук, А.Л.Чыж, Лебедзеў А.С.)

2) "Журнал радыёэлектронікі" - 2022г., № 12. "Метад генерацыі звышшырокапалосных ЗВЧ-сігналаў з лінейна-частотнай мадуляцыяй на аснове самагетэрадзінавання выпраменьвання лазернага дыёда" (аўтары К.Б.Мікітчук, А.Л.Чыж, Лебедзеў А.С.).

Рэкамендацыя па ўкараненні: Выкарыстанне звышшырокапалосных сігналаў у тэхніцы радыёлакацыі значна пашырае магчымасці радыёлакацыйных станцый па фарміраванні радыёмалюнкаў з высокім прасторавым дазвалам.

Такім чынам, дадзены метада генерацыі ЗВЧ-сігналаў можа быць скарыстаны пры рашэнні задач радыёлакацыі.

ABSTRACT

Thesis work 56 pages, 28 figures, 29 sources

Self-heterodyne generation of ultrawideband linear frequency modulated microwave signals based on Michelson interferometer

Scientific supervisors – Deputy Head of the Radio Photonics Laboratory of the SNPO "Optics, Optoelectronics and Laser Technology" of the National Academy of Sciences of Belarus, Candidate of Physical and Mathematical Sciences K. B. Mikitchuk, Associate Professor of the Department of Laser Physics and Spectroscopy of Belarusian State University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences D.V. Gorbach.

Keywords: self-heterodyne, fiber optic Michelson interferometer, ultra-wideband microwave signals, linear frequency modulation, radio photonics

The aim of the work: analysis of the output characteristics of a prototype device for generating microwave signals with linear frequency modulation with direct modulation of a laser diode, development of methods that contribute to the linearization of ultra-wideband microwave signals.

Object of study: a device for generating microwave signals with linear frequency modulation based on a Michelson fiber interferometer.

Main research methods: comparative analysis with existing methods of radio photonics for generating microwave signals with linear frequency modulation. Conducting an experiment on generating signals with linear frequency modulation based on the Michelson interferometer.

The results obtained and their novelty: microwave signals were obtained based on the method of self-heterodyning of laser diode radiation with a bandwidth of up to 5 GHz and a duration of up to 140 μ s. According to the results of the thesis work, 2 articles were published in the collection of conference proceedings and the journal:

1) The 8th All-Russian Microwave Conference, which was held in Moscow, November 23-25, 2022. Title of the article "Method of generation of ultra-wideband microwave signals with linear frequency modulation based on self-heterodyning of laser diode radiation" (authors K.B. Mikitchuk, A.L. Chizh, Lebedev A.S.)

2) "Journal of Radio Electronics" - 2022, No. 12. "Method of generation of ultra-wideband microwave signals with linear frequency modulation based on

self-heterodyning of laser diode radiation" (authors K.B. Mikitchuk, A.L. Chizh, A.S. Lebedev).

Implementation recommendation: The use of ultra-wideband signals in radar technology significantly expands the capabilities of radar stations in the formation of radio images with high spatial resolution. Thus, this method of generating microwave signals can be used in solving radar problems.