

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Радіотехнічний факультет

РТПСАС **2020** ***RTPSAS***

Міжнародна науково-технічна конференція
РАДІОТЕХНІЧНІ ПОЛЯ, СИГНАЛИ, АПАРАТИ ТА СИСТЕМИ

Матеріали конференції
16 – 22 листопада 2020
Київ, Україна

International
Scientific and Technical Conference
RADIOENGINEERING FIELDS, SIGNALS, DEVICES AND SYSTEMS

Conference Proceeding
November 16– 22, 2020
Kyiv, Ukraine

Київ — 2020

УДК 621
ISSN 2311-4169
ISSN 2311-4177

Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи». Київ, 16 – 22 листопада 2020 р.: матеріали конференції — Київ, 2020. — 200 с.

До збірника матеріалів конференції включено тези представлених доповідей, в яких наведені результати досліджень в радіотехнічній та суміжних галузях, за тематикою напрямків роботи секцій: теоретична радіотехніка. Радіотехнічні системи та мікрохвильова техніка. Теорія та практика радіовимірювань. Електроніка, нанотехнології, біомедичні системи, радіовимірювання.

Збірник призначений для науковців та спеціалістів, працюючих в галузі теоретичних досліджень та практичного використання методів і засобів радіотехніки. Збірник буде корисним викладачам, аспірантам та студентам радіотехнічних, телекомунікаційних, радіоелектронних, радіофізичних факультетів вищих навчальних закладів.

Програмний комітет конференції

Антипенко Р. В., к.т.н., доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна — голова програмного комітету;

Члени програмного комітету

Бондаренко Ю PhD, Сіетл, США
Бойко Р. інж., Ханчжоу Huawei Telecommunications Communications Co. Ltd., Китай
Кураєв О. О. д.ф.-м.н., проф., Білоруський держ. ун-т інформатики і рад.-ел., Білорусь
Достал Томаш проф., Прага, Чеська республіка
Дубровка Ф. Ф. д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
Дубровка Р. Ф. PhD, Лондонський ун-т королеви Мері, Великобританія
Жук С. Я. д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
Іхсан Джджіжек Asst. Prof. Dept. of Electrical-Electronics Engineering Istinye University, Стамбул, Туреччина
Зінковський Ю. Ф. д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
Калюжний О. Я д.ф.-м.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
Карташов В. М. д.т.н., проф., Харківський нац. ун-т., Україна
Кичак В. М. д.т.н., проф., Вінницький нац. техн. ун-т, Україна
Мартинюк В. В. д.т.н., проф., Хмельницький нац. ун-т, Україна
Мозильний С. Б. к.т.н., доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
Найденко В. І. д.ф.-м.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
Нелін Є. А. д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
Прокопенко І. Г. д.т.н., проф., Нац. авіаційний ун-т, Україна
Прудіус І. Н. д.т.н., проф., Нац. ун-т України «Львівська політехніка», Україна
Райда Збінек проф., Брно, Чеська республіка
Солошенко Н. В. інж. з польових застосувань, Würth Elektronik GmbH & Co. KG, Німеччина
Цвеліх І. С. к.т.н., інженер Huawei Technologies Infineon Technologies AG, Мюнхен, Німеччина
Чміль В. М. к.т.н., гол. правл., ПАТ "Науково-виробниче підприємство "Сатурн", Україна
Шайко-Шайковський О. Г. проф., ЧНУ ім. Юрія Федьковича, Україна
Яненко О. П. д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

Організаційний комітет конференції

Мартинюк С. Є. — к.т.н., доц., голова організаційного комітету;

Члени організаційного комітету:

Лашевська Н. О., Захарченко О. С., Сушко І. О., Головня В. М.

Розроблення та супроводження сайту конференції: Захарченко О. С.

Адреса оргкомітету: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2100, радіотехнічний факультет, корп. 17, кім. 300, пр-т Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна. **Тел.** (+38044) 362-98-51. **e-mail:** rtpsas@kpi.ua **Сайт:** <http://rtpsas.rtf.kpi.ua>

Рекомендовано до друку рішенням програмного комітету конференції та вченої ради радіотехнічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 11/2020 від 30.11.2020 р.)

UDK 621
ISSN 2311-4169
ISSN 2311-4177

International scientific and technical conference «Radioengineering fields, signals, apparatus and systems». Kyiv, March, 19 – 25, 2018: conference proceedings — Kyiv: 2018. — 284 p.

Collection of the conference materials include theses of reports in which the results of research in radio and related fields, according to the section subjects: theoretical radio engineering, radio engineering systems and microwave technique, IT and telecommunication systems, electronics, nanotechnologies, biomedical electronic systems, radio measurements.

Collection of is designed for a wide range of scientists and specialists, working in the field of theoretical research and practical application of methods and means of radioengineering. The collection will be useful to teachers, graduate students and students of radioengineering, telecommunication, electronic, radio-physical faculties of higher educational institutions.

Conference Program Committee:

Antypenko R. V., Cand. Of Sci (Techn.), prof., Igor Sikorsky KPI, Ukraine — Chairman of Program Committee

Program Committee Members:

Bondarenko Y. PhD, Seattle, USA
Boyko R. Engineer B, Huawei Technologies / Hangzhou Huawei Telecommunications Communications Co. Ltd., Hangzhou, China
Dubrovka F. F. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Igor Sikorsky KPI, Ukraine
Dubrovka R. F. PhD, Queen Mary University of London, London, Great Britain
Zbynek Raida Professor, Brno, Czech Republic
Zinkovsky Y. F. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Igor Sikorsky KPI, Ukraine
Zhuk S. Y. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Igor Sikorsky KPI, Ukraine
Ihsan Cicek PhD, Asst. Prof. Dept. of Electrical-Electronics Engineering Istinye University, Istanbul Turkey
Kalyuzhnyi O. Ya. Doc. Of Sci (Physics-Math.), prof., Igor Sikorsky KPI, Ukraine
Kartashov V. M. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Kharkiv National Univ. of Radio Electronics, Ukraine
Kryzhanivsky V. G. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Donetsk National University, Ukraine
Kychak V. M. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Vinnytsia National Techn. Univ., Ukraine
Kuraev O. O. Doc. Of Sci (Physics-Math.), prof., Minsk, Belarus
Manoylov V. P. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Zhytomyr National Univ. of Technology, Ukraine
Martyniuk V. V. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Khmelnytskyi National Univ., Ukraine
Mogylnyi S. B. Cand. Of Sci (Techn.), Assoc. Prof., Igor Sikorsky KPI, Ukraine
Naidenko V. I. Doc. Of Sci (Physics-Math.), prof., Igor Sikorsky KPI, Ukraine
Nelin Ye. A. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Igor Sikorsky KPI, Ukraine
Pravda V. I. Cand. Of Sci (Techn.), prof., Igor Sikorsky KPI, Ukraine
Prokopenko I. H. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Nat. aviation Univ., Ukraine
Prudius I. N. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Nat. Univ. of Ukraine «Lviv Polytechnic», Ukraine
Chmil V. M. Cand. Of Sci (Techn.), NVP «Saturn», Ukraine
Soloshenko N. V. Field Applications Engineer, Würth Elektronik GmbH & Co. KG, Germany
Shaiko-Shaikovskyi O. H. prof., Yurii Fedkovych Cher. Nat. Univ., Ukraine
Tomash Dostal Professor, Prague, Czech Republic
Tsvelyh I. S. PhD, Infineon Technologies AG, Munich, Germany
Yanenko O. P. Doc. Of Sci (Techn.), prof., Igor Sikorsky KPI, Ukraine

Organize Committee conference:

Martyniuk S. — Chairman of the Organizing Committee;

Organize Committee Members:

Lashchevska N., Zakharchenko O., Sushko I., Holovnia V.

Produce and technical support of the conference site: O. Zakharchenko

Organize Committee address: 2100, radioengineering department. National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Peremogy Str., 37, Kyiv, 03056, Ukraine.

Tel. (+38044)454-94-23. **E-mail:** rtpsas@kpi.ua **Site:** <http://rtpsas.rtf.kpi.ua>

It is recommended to seal by the decision of the programme committee and Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute Radioengineering Department Scientific Council (Record № 11/2020 of 30.11.2020).

Середін А. П., Мовчанюк А. В. Аналіз методик та модифікація існуючих виразів для розрахунку опору втрат дроселів на ультразвукових частотах	52
Слюсар В. І., Слюсарь І. І. Вплив конструктивних елементів колісних антен на їх властивості	55
Сушко О. Ю., Циганчук Т. Г. Параболічна рефлекторна антена Ку-діапазону із фазованою решіткою в якості опромінювача	58
Трубчанінова К. А. Антенна система для реалізації технології мобільного надширококутного зв'язку	61
СЕКЦІЯ 3. ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА РАДІОВИМІРЮВАНЬ	
Ahmad Al Khas, Ihsan Cicek. A novel BRAM based PUF for FPGA based embedded systems	65
Ahmad Al Khas, Ihsan Cicek. FPGA implementation of a data acquisition system for random number generators	69
Hlukhov V. S. Hybrid quantum coprocessors	72
Nguyen Thi Hong Yen. Chirp based adaptive optimal kernel for limited nonstationary signals	75
Vo Duy Phuc. The design of simulator for nonlinear junction detector	78
Абрамович А. О., Піддубний В. О. Нелінійний перехід метал-оксид як базовий фактор підвищення дальності роботи ідентифікатора металів	81
Балахонова Н. О., Войтко А. С. Вейвлет-аналіз для віброакустичної діагностики механізмів обертового руху	84
Герасименко А. О., Жук С. Я. Аналіз точності позиціонування БПЛА на зображенні з використанням кореляційно-екстремального методу	87
Головін В. А. Програма розрахунку діаграми зворотнього розсіювання 3D моделей	90
Гонсьор О. Й. Розроблення структури смарт-системи для контролю якісних параметрів питної води в режимі реального часу	93

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОЛІСНИХ АНТЕН НА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ

Слюсар В.І.¹, д.т.н., професор; Слюсарь І.І.², к.т.н., доцент

¹ *Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, Україна*

² *Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна*

Серед різних типів антен, що можуть використовуватися на борту транспортних засобів, новим різновидом є антени [1], які конструктивно інтегруються до коліс рушія. Особливу привабливість такому підходу надає поява малих тактичних безекіпажних платформ (UGV), в яких колеса є одними з найбільших елементів конструкції й виступають над верхньою поверхнею корпусу. Суттєво, що такі UGV мають зберігати працездатність незалежно від штатного чи перевернутого догори дном положення. Очевидно, що при такому підході не можуть бути використані традиційні штиркові антени, які при перекиданні платформи будуть упиратися в ґрунт і позбавлять безекіпажний засіб рухомості та можливості радіообміну.

Для подолання зазначеного протиріччя пропонується використовувати колеса в якості антенних елементів. За прототип таких антен слід взяти двострічкові антени, запропоновані в [2 - 4] та модифіковані шляхом введення радіальних елементів міцності, що поєднують обидві стрічкові поверхні між собою (рис. 1). Введення до запропонованих в [2 - 4] компоновок антен додаткових вставок-супортів суттєво впливає на властивості антени. Як наслідок, проведені дослідження були спрямовані на аналіз характеристик синтезованих кільцевих двострічкових антен з різним конструктивним виконанням та розташуванням супортів. При цьому необхідно було дослідити вплив на властивості синтезованих антен різних варіантів матеріалу вставок-супортів, у тому числі металу.

З огляду на складність опису взаємодії з радіохвилями розглянутих типів антен, що відносяться до неевклідової геометрії, для їх синтезу, аналізу та оптимізації необхідно використовувати методи чисельного моделювання. Для цього було використано програмне забезпечення ANSYS Electromagnetics. З урахуванням обраного плану експерименту на початковому етапі було проаналізовано властивості конструкції з розрізом у верхній стрічці в напрямку осі X (рис. 1), яка зарекомендувала себе як найбільш широкопasmова у попередніх дослідженнях [2]. При цьому супорти заглиблювалися у кожен з максимальних за висотою виступів верхньої стрічки й розташовувалися по центру міжстрічкового коридору (рис. 1). В якості матеріалу супортів було обрано діелектричний матеріал Rogers RO3210 з бібліотеки ANSYS Electromagnetics з відносною діелектричною

проникливістю 10,15. Варіюванню підлягала єдина змінна *vstavka_thickness*, що характеризувала товщину вставки й обиралась з діапазону значень 0,5 - 1 мм. При цьому ширина стрічок становила 4,5 м, а зовнішній діаметр антени – 25,4 мм.

Як і очікувалося, найкращі результати були отримані у випадку найтонкішого варіанту супорту, що менше впливав на поширення електромагнітних хвиль. На рис. 2 наведено залежність зворотних втрат (Return Loss) досліджених конструкцій антен у діапазоні частот від 0,1 до 40 ГГц.

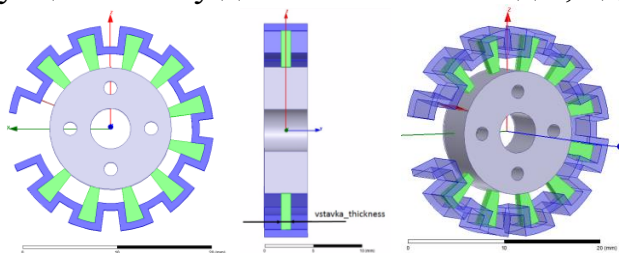


Рис. 1. Приклад використання вставок-супортів у двострічковій колісній антені

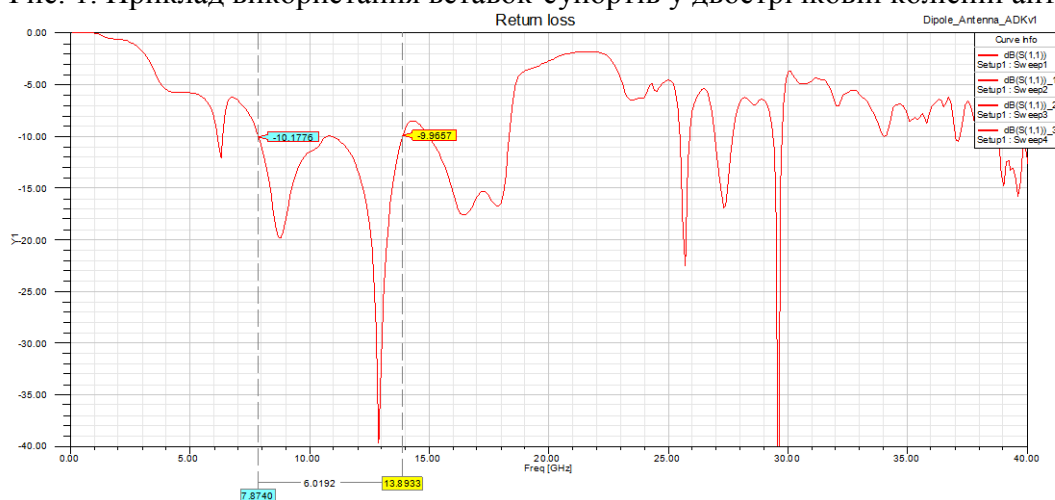


Рис. 2. Частотна залежність величини зворотних втрат для антени на рис. 1.

Ширина смуги пропускання антени, наведеної на рис. 1, становить понад 6 ГГц у смузі частот від 7,87 до 13,9 ГГц. Крім того, існують вузько-смугові робочі зони на частотах міліметрового діапазону стільникових мереж 5G з досить вираженими резонансними властивостями.

Подальший синтез та аналіз колісних антен пропонованого типу був спрямований на отримання широкої смуги пропускання в діапазоні частот 27 - 30 ГГц зі збереженням працездатності в означеному діапазоні 10 ГГц.

Одним з варіантів конструкції, що задовольнила зазначеним вимогам, стала антена з шаховим варіантом розташування супортів та додатковим супортом у розрізі зовнішньої стрічки (рис. 3). Залежність її коефіцієнта стоячих хвиль (VSWR) від частоти наведена на рис. 4. Як свід-

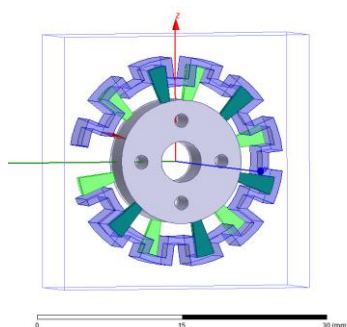


Рис. 3. Конструкція колісної антени з шаховим розташуванням супортів

чить вказаний графік, умові $VSWR < 2$ задовольняють частотні інтервали 7,73 – 13,6 ГГц та 21,94 – 34,3 ГГц. Таким чином, синтезована антена може бути використана в інтегрованій радарно-комунікаційній системі безекіпажної платформи з охопленням діапазону зв'язку 5G.

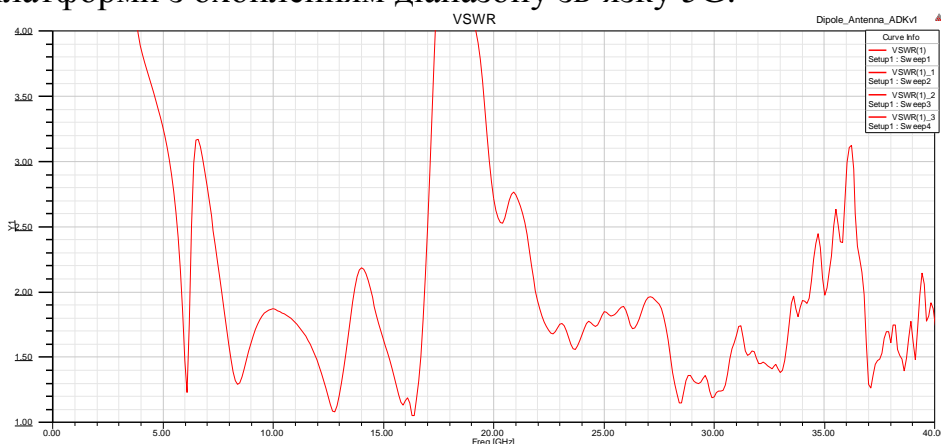


Рис. 4. Залежність коефіцієнта стоячої хвилі антени на рис. 3 від частоти.

Проведені дослідження підтвердили можливість використання вставок супортів у складі двострічкових колісних антен. Подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію їх параметрів та аналіз впливу ґрунтових сумішей та води на частотні характеристики.

Перелік посилань

1. Слюсар В., Слюсарь И., Шуть В. Колёсные антенны ММО для роверов.// V Міжнародна науково-практична конференція “Study of modern problems of civilization”, 19 - 23 жовтня, 2020. - Осло, Норвегія. - С. 471 - 478. - DOI: 10.46299/ISG.2020.II.V.
2. Широкопосмугові антени на основі кільцевої геометрії / І.І. Слюсарь, В.І. Слюсар, С.В. Зуб, Д.Ю. Телешун // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2020. – № 2. – С. 173-179. – DOI:10.26906/SUNZ.2020.2.173.
3. Sliusar I.I., Slyusar V.I., Voloshko S.V., Zinchenko A.O., Degtyareva L.N. Synthesis of quasi-fractal ring antennas.// 6th International Scientific-Practical Conference “Problems of Infocommunications. Science and Technology” (PICS&T’2019). October 8-11, 2019. – Kyiv, Ukraine. – Pp. 741 - 744. – DOI: 10.1109/PICST47496.2019.9061286.
4. I. Sliusar, V. Slyusar, S. Voloshko, A. Zinchenko, Y. Utkin. Synthesis of a Broadband Ring Antenna of a Two-Tape Design. // 12th International Conference on Antenna Theory and Techniques (ICATT-2020), 22 - 27 June 2020, Kharkiv, Ukraine. - Pp. 161 - 165.

Анотація

Запропоновано та досліджено новий тип дводіпазонних широкопосмугових антен, що інтегруються до колеса транспортного засобу і дозволяють одночасно вирішувати радарні та комунікаційні завдання.

Ключові слова: колісна антена, безекіпажна платформа.

Abstract

A new type of dual-band broadband antennas that are integrated into the vehicle wheel and allow to solve radar and communication tasks at the same time is proposed and investigated.

Keywords: wheeled antenna, UGV.

Петров Д. О.	133
Піддубний В. О.	81
Пілінський В. В.	120
Політанський Л. Ф.	181
Політанський Р. Л.	24
Попсуй В. І.	175
Прогонов Д. О.	108
Пятін І. С.	49
Сафаров О. О.	111
Семенов О. В.	178
Середін А. П.	52
Слюсар В. І.	114
Слюсар В. І.	55
Слюсарь І. І.	55
Сльотов М. М.	181
Сльотов О. М.	181
Соколов К. А.	117
Стешенко В. Д.	184
Сушко О. Ю.	46, 58
Тітков Д. В.	120
Троц А. А.	148
Трубчанінова К. А.	61
Фриз С. П.	123
Ходнєв Т. А.	126
Цветков В. І.	187
Циганчук Т. Г.	58
Шайко-Шайковський О. Г.	190
Шульга А. В.	99
Яненко О. П.	193

Підп. до друку _____ р. Формат 60x84 1/16. Комп'ютерна верстка В. М. Головня.
Папір офс. Computer Modern
Спосіб друку — ризографічний. Ум. друк. арк. _____. Обл.-вид. арк. _____. Наклад ____ пр.
Зам. № _____

Національний технічний університет України
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського.,
Видавництво Політехніка.
Свідоцтво ДК № 1665 від 28.01.2004 р.
03056, Київ, вул. Політехнічна, 14, корп. 15
тел. (044) 204-81-78.