

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Острижного Євгенія Михайловича
«Електродинамічні властивості кіральних об'єктів зі штучною оптичною
активністю в мікрохвильовому діапазоні»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 –
Природничі науки за спеціальністю 104 – фізика та астрономія

Актуальність дослідження. У сучасних системах радіозв'язку, радіолокації, радіоастрономії тощо є актуальним створення масогабаритних обертачів поляризації з покращеними характеристиками. Їх розробка вимагає створення нових штучних середовищ та дослідження фізичних процесів, що відбуваються при поширенні в них електромагнітних хвиль.

У дисертаційній роботі розглянуто різноманітні конструкції хвилевідних вузлів у круглому хвилеводі, що перетворюють поляризацію сигналів шляхом використання метаматеріальних комірок, які забезпечують штучну оптичну активність.

На прикладі обертачів площини поляризації, утворених двома спряженими діафрагмами з прямокутними щілинами, в роботі всебічно досліджено тонку структуру явища штучної оптичної активності в двошарових об'єктах з дієдральною симетрією. При цьому проаналізовано вплив геометричних параметрів не лише на амплітудно-частотні характеристики, але й на частоти власних коливань, дієдральна симетрія яких забезпечує оптичну активність пристрою.

Ступінь наукової обґрунтованості та наукова новизна результатів роботи.

Достовірність наведених у роботі результатів теоретичних розрахунків є очевидною, оскільки вони отримані за допомогою строгої теорії та неодноразово підтверджені як експериментами, так і порівнянням з розрахунками в комерційних пакетах. Розрахунки виконано за допомогою програмного забезпечення, розробленого у лабораторії обчислювальної

електродинаміки, яке ґрунтується на методах часткових областей і узагальнених матриць розсіювання. Завдяки всебічному фізичному аналізу отриманих результатів, дисертант аргументовано пояснює знайдені ефекти наявністю власних коливань, зокрема відповідністю резонансів виявленим власним частотам, що підтверджує достовірність зроблених висновків.

Наукова новизна полягає у виявленні нових фізичних особливостей та закономірностей штучної оптичної активності структур з дієдральною симетрією в круглому хвилеводі. Так, вперше показано наступне:

1. Спряжена двошарова структура в хвилеводі за своїми властивостями подібна до двопортового елемента. Це зумовлено 90-градусною різницею фаз коефіцієнтів проходження та відбиття, існуванням точок повного узгодження, а також можливістю оцінки характеру АЧХ за спектром власних частот за допомогою аналітичних формул.

2. Частоти резонансів оптичної активності можна знизити шляхом збільшення ступеня поворотної симетрії об'єкта.

3. Введення додаткових концентричних кілець у метакомірку створює нові резонанси штучної оптичної активності.

4. Дієдральна симетрія пристрою забезпечує штучну оптичну активність навіть у випадках, коли окремі компоненти двошарової структури не є плоско-кіральними.

Структура і зміст дисертації.

Результати дисертаційної роботи повністю викладено у 12 публікаціях, з яких 4 – наукові статті. Три статті індексуються в міжнародних наукометричних базах даних Scopus. Одну статтю опубліковано у фаховому науковому виданні України. Основні результати також були представлені у 8 тезах міжнародних наукових конференцій.

Дисертація містить анотацію, вступ, п'ять розділів, висновки, перелік використаних джерел та список публікацій автора.

У вступі висвітлено актуальність теми дослідження, сформульовано мету та завдання роботи, наведено стислу характеристику результатів, ступінь їх апробації та список публікацій автора.

Перший розділ присвячено огляду наукової літератури з тематики дослідження. Особливу увагу приділено дослідженням поляризаторів, кіральних середовищ та метаматеріалів.

У другому розділі проведено результати порівняння властивостей обертачів площини поляризації з різною симетрією та показано, що об'єкти з дієдральною симетрією є найкращими з точки зору повороту площини поляризації.

Третій розділ присвячено дослідженню обертачів з дієдральною симетрією. Показано, як топологія діафрагм впливає на резонансні частоти та їх кількість.

У четвертому розділі запропоновано оригінальну конструкцію обертача площини поляризації в круглому хвилеводі, утворену двома з'єднаними гофрованими фланцями.

П'ятий розділ присвячено детальному опису експериментальної установки, яка використовувалася для проведення досліджень.

Практичне значення.

З практичної точки зору важливими є запропоновані конструкції компактного обертача площини поляризації в круглому хвилеводі з загальним поздовжнім розміром $\lambda/30$, утвореного двома спряженими діафрагмами, що дозволяє налаштовуватися на потрібний кут обертання площини поляризації, а також оригінального обертача, утвореного двома гофрованими фланцями круглого хвилеводу.

Відомості про дотримання академічної доброчесності.

У дисертаційній роботі та публікаціях Острижного Є.М. не виявлено неправомірних запозичень та ознак порушення академічної доброчесності.

Зауваження до дисертаційної роботи.

До недоліків слід віднести наступне:

1. Ефект оптичної активності було досліджено в 3-см діапазоні довжин хвиль. При цьому було виявлено залежності характеристик від робочої довжини хвилі та параметрів діафрагми: її геометричних розмірів і форми. Враховуючи достатньо великі розміри хвилеводів у цьому діапазоні, виготовлення діафрагм із заданою точністю не викликає особливих труднощів під час проведення експериментальних досліджень. Однак з переходом до короткохвильової частини електромагнітного спектру, а саме до міліметрових хвиль, проведення подібних експериментальних досліджень може бути ускладнено через труднощі виготовлення діафрагм із заданою точністю розмірів і форм щілин. Тому не зовсім зрозуміло, чи існують обмеження ефекту оптичної активності за робочим частотним діапазоном, особливо з точки зору практичного використання. Також не досліджено вплив омичних втрат, що може бути суттєвим у більш короткохвильовому діапазоні.

2. У дисертаційній роботі приділено недостатньо уваги точності результатів, отриманих експериментальним шляхом. Не надано кількісної оцінки систематичної та можливої випадкової похибки вимірювань, що є особливо важливим при порівнянні експериментальних і розрахункових результатів.

Зроблені зауваження не є принциповими і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації Острижного Є.М.

Висновок щодо відповідності дисертації нормам.

Вважаю, що дисертаційна робота Острижного Є.М. "Електродинамічні властивості кіральних об'єктів зі штучною оптичною активністю в мікрохвильовому діапазоні" є завершеною науковою працею, яка містить низку нових, актуальних і достовірних результатів. Дисертація повністю відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертацій» (з наступними змінами) та

«Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р., а її автор, Острижний Євгеній Михайлович, заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Рецензент

доктор фізико-математичних наук,
старший дослідник,
старший науковий співробітник
відділу теорії дифракції
та дифракційної електроніки
Інституту радіофізики та електроніки
ім. О. Я. Усикова НАН України

Едуард ХУТОРЯН

Підпис Е.М. Хуторяна засвідчую,
ВО вченого секретаря
ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України
кандидат фіз.-мат. наук



Олена КРИВЕНКО