

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Косяка Олега Сергійовича
"Квазіоптичні поляризаційні перетворювачі терагерцового діапазону",
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних
наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика

У дисертації Косяка О.С. розглянуто електродинамічні властивості квазіоптичних поляризаційних перетворювачів, що представляють собою багат шарові структури пластин із різними діелектричними проникностями і мають властивість подвійного променезаломлення форми.

Актуальність теми дисертації. Випромінювання терагерцового (ТГц) діапазону має унікальні властивості, які роблять його привабливим для фундаментальних і прикладних досліджень у галузі фізики, хімії, біології та медицини. Так в цьому діапазоні знаходиться велика кількість обертальних переходів молекул, а також лінії коливальних і коливально-обертальних переходів великих молекул, в тому числі органічних. Це відкриває можливості для їх дослідження. Хвилі терагерцового діапазону перспективні для діагностики та спектроскопії різних середовищ, включаючи методи електронного парамагнітного резонансу і ядерного магнітного резонансу з високою роздільною здатністю. Через малу енергію терагерцового випромінювання воно є відносно безпечним для людини і тому може бути застосовано для томографії та медичних досліджень, зокрема таких, як діагностика раку, контролю опікових поверхонь. Висока проникаюча здатність хвиль цього діапазону дозволяє використовувати його для виявлення та ідентифікації предметів, прихованих під одягом людини, що необхідно для вирішення цілого ряду завдань забезпечення безпеки в місцях великого скупчення людей. Наприклад у таких, як аеропорти та вокзали. В даний час активно досліджуються процеси взаємодії хвиль ТГц діапазону з біологічними тканинами, полімерами, надпровідними плівками, керамікою,

метаматеріалами. Крім цього знаходять все більш широке застосування терагерцеві телескопи для дослідження фонового космічного випромінювання, для аналізу спектрів окремих зірок і галактик, астероїдів, комет та інших космічних об'єктів. Терагерцеві хвилі також представляють великий інтерес для радіолокаційних і телекомунікаційних застосувань. Для успішного вирішення багатьох з перерахованих вище завдань крім джерел випромінювання необхідна сучасна елементна база ТГц діапазону. У той же час для отримання розгорнутої інформації про досліджуваний об'єкт доцільно контролювати не тільки амплітуду сигналу, але ще і зрушення фази. Для цих цілей використовуються включені в приймальний тракт квазіоптичні поляризаційні перетворювачі. Таким чином, тема дисертації, в якій аналізується взаємодія електромагнітних хвиль ТГц діапазону зі структурами з подвійним променезаломленням форми, є **актуальною**.

Дисертація виконана в рамках наукових програм досліджень, що проводяться у відділі квазіоптики Інституту радіофізики та електроніки ім. А. Я. Усикова НАН України, що є ще одним свідченням актуальності обраної теми дисертаційної роботи.

Наукова новизна результатів, отриманих автором роботи, полягає у наступному:

1. Вперше створено і досліджено структури, що мають штучне подвійне променезаломлення форми. Показано, що при $\alpha < 0,2$ ($\alpha = t / \lambda$, t - період структури, λ - довжина хвилі) розрахунок таких структур з достатньою для практичних цілей точністю може бути проведений за аналітичними виразами.

2. Вперше запропоновано способи узгодження структур з подвійним променезаломленням форми з квазіоптичним трактом за допомогою елементів самої структури.

3. Вперше запропоновано і реалізовано широкосмугові чвертьхвильові і напівхвильові диференційні фазові секції, що перестроюються, які

складаються з декількох елементів з подвійним променезаломленням, що не перестроюються.

4. Вперше створені і експериментально досліджені ширококутовий обертач площини поляризації і ширококутовий поляризаційний фазообертач. Застосування в них ширококутових диференційних фазових секцій дозволило розширити їх робочу смугу частот більш ніж у два рази, в порівнянні з відомими пристроями, і зменшити поляризаційні втрати.

В процесі проведення досліджень дисертантом були встановлені основні фізичні властивості та закономірності, що мають місце при взаємодії електромагнітних хвиль із структурами з подвійним променезаломленням форми.

Достовірність отриманих результатів і висновків підтверджується тим, що для дослідження структур з подвійним променезаломленням форми автором використані добре відомі та апробовані методи: модифікований матричний метод Джонса і метод інтегральних функціоналів. Результати теоретичних досліджень підтверджені експериментальними даними. При проведенні експериментів використовуються стандартні хвильові і оригінальні квазіоптичні методи вимірювань амплітудно-фазових і поляризаційних характеристик електромагнітних полів, розсіяних на досліджуваних структурах.

Наукова і практична значущість дисертаційної роботи полягає в розробці фізичних основ для створення приладів і пристроїв у терагерцовому діапазоні частот на базі розглянутої автором взаємодії електромагнітних хвиль з квазіоптичними поляризаційними перетворювачами на основі штучних структур з подвійним променезаломленням форми. Результати теоретичних та експериментальних досліджень таких структур можуть бути використані при створенні поляризаційних пристроїв терагерцового діапазону частот, наприклад, таких як еліпсометри.

Результати, викладені в дисертаційній роботі Косяка О.С., представляють інтерес для фахівців в області радіофізики, квазіоптики,

дифракційної і твердотільної електроніки та можуть бути використані при створенні поляризаційних пристроїв радіовиміральної апаратури, таких як фільтри, фазообертачі і т. ін. Результати, отримані в дисертації, можна рекомендувати для використання, як в наукових, так і в науково-виробничих установах, а також на радіофізичних факультетах університетів.

У дисертаційній роботі є деякі недоліки.

1. В роботі відсутнє пояснення ефекту, при якому спостерігається зменшення коефіцієнта відбиття електромагнітної хвилі від багатошарової структури, узгодження якої здійснюється за допомогою елементів самої структури. Це відноситься як до «ізотропного» узгодження, так і до «анізотропного» узгодження.

2. У розділі 2 в формулах (2.13) - (2.17) не визначені деякі параметри, що входять в ці вирази.

3. Відсутнє порівняння характеристик вже існуючих перетворювачів поляризації терагерцового діапазону з пристроями, розробленими в дисертаційній роботі.

4. У дисертаційній роботі є деякі недоліки у викладенні матеріалу. Наприклад, відсутній опис ряду графіків. Так з тексту не зрозуміло, що означають криві на рис. 4.11. і рис. 4.17. З рис. 4.16, на якому наведено схему виміральної установки, не зовсім зрозумілий принцип роботи пристрою. Деякі малюнки невдало розташовані по тексту дисертації, що ускладнює її читання.

Зазначені зауваження та недоліки не зачіпають принципових положень і висновків дисертації, не порушують її суть і не впливають на загальну позитивну оцінку проведених в роботі досліджень.

Дисертаційна робота Косяка О.С. написана логічно і аргументовано, оформлена відповідно до вимог, що пред'являються до кандидатських дисертацій. Матеріали роботи пройшли необхідну апробацію на конференціях і семінарах. Її основні результати опубліковані в 5 статтях і в 5 тезах доповідей на українських та міжнародних конференціях.


Автореферат в повному обсязі відображає основні положення і зміст дисертації. Робота написана в загальноприйнятому в науковій літературі стилі.

Висновки по роботі. Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою у галузі радіофізики. Здобувач виконав велику роботу і виконав цікаві численні дослідження, виявив нові ефекти і закономірності в досліджуваних структурах з подвійним променезаломленням форми. Їм були отримані нові фізичні результати, що мають наукове і практичне значення.

В цілому кандидатська дисертація Косяка Олега Сергійовича "Квазіоптичні поляризаційні перетворювачі терагерцевого діапазону" є завершеною науковою роботою. Дисертація і автореферат свідчать про те, що автор є кваліфікованим фахівцем, який володіє широким колом знань і навичок, здатним на фізичне і математичне моделювання фізичних процесів. Дисертація в цілому по отриманим результатам, за змістом та оформленням задовольняє всім вимогам, що пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор, Косяк Олег Сергійович, безумовно, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 - радіофізика.

Офіційний опонент:

доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
відділу теоретичної радіофізики
Радіоастрономічного інституту
НАН України

 О. В. Грибовський

Підпис О.В. Грибовського засвідчую:
Вчений секретар РІ НАН України,
кандидат фіз.-мат. наук

А.П. Удовенко

"14" грудня 2017 р.

