

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Хе Ши

“Розсіяння електромагнітних хвиль на відокремлених і періодичних хвилевідних неоднорідностях”, яку представлено на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – “радіофізика”.

Фізико-математичні концепції взаємодії електромагнітних хвиль з поодинокими і періодичними анізотропними та ідеально провідними неоднорідностями, розташованими у хвилеводах і їх з'єднаннях, є ємними теоретичними моделями багатьох реальних фізичних приладів, і тому теоретичний та експериментальний аналіз взаємодії хвиль з такими об'єктами має першорядне значення для широкого кола наукових областей (фізика напівпровідників, волоконна оптика, магнітооптичні явища, антенно-хвилевідна техніка і т.д.). Немає необхідності доводити важливість аксіально-симетричних періодичних хвилеводів у різних галузях техніки. На їхньому використанні базується прискорювальна техніка, низка перспективних напрямів антенної техніки і електродинаміки великих потужностей (резонансні прискорювачі, сепаратори частинок тощо).

Завдяки великій практичній значущості результатів досліджень поширення електромагнітних хвиль у хвилеводах з анізотропним заповненням, вони були у полі зору багатьох дослідників. Однак, як правильно зазначає дисертант в оглядовій частині своєї роботи, багато важливих в теоретичному і прикладному відношенні аспектів взаємодії електромагнітних хвиль з просторово неоднорідними і анізотропними

включеннями у резонаторах або у хвилеводах, залишилися ще невивченими. Розроблені до цього часу фізико-математичні моделі були обмежені або ізотропією матеріалу, або частинними випадками анізотропії. У прикладній електродинаміці надвисоких частот доводиться розглядати задачі, коли в хвилеводі розташовано ідеально провідне включення. В першу чергу такі структури є актуальними при розробці теорії відкритих і закритих резонаторів. У зв'язку з цим дисертаційна робота Хе Ши помітно заповнює наявні «прогалини» з досліджуваної тематики, і є досить **актуальною** як в науковому плані, так і з точки зору різноманітних технічних додатків.

Наукова новизна дисертаційної роботи визначається наступними найважливішими та оригінальними результатами:

1. Дисертантом досліджено трансформацію власних мод кожного з типів хвиль діафрагмованого хвилеводу при зміні геометричних параметрів структури в широкому діапазоні.
2. Вперше отримано чисельно-аналітичний розв'язок тривимірної задачі по визначенню електромагнітного поля в хвилеводі з анізотропною вставкою, що володіє анізотропією як електричних так і магнітних властивостей.
3. За допомогою теореми Гріна в строгій постановці розв'язано задачу розсіювання електромагнітних хвиль на включенні в Т-образному з'єднанні двох прямокутних хвилеводів, що дозволило отримати всехвильову матрицю розсіяння вказаної структури.
4. Теоретично та експериментально досліджено поглинання і розсіяння електромагнітного випромінювання дуже тонкими металевими дротиками як у вільному просторі, так і в прямокутному хвилеводі. Досліджено ефект аномально сильного розсіяння та поглинання випромінювання тонкими дротиками у вільному просторі та у хвилеводі.

Структурно дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку.

Перший розділ є вступним, він містить огляд літератури, в якому визначені завдання, які підлягають вивченню, та методи їх розв'язання.

У **другому розділі** за допомогою строгих чисельних розрахунків діаграм Бріллюена в багатомодовому режимі для довільних розмірів структури досліджено поширення власних H_{oi} - і E_{oi} - хвиль періодичного діафрагмованого круглого хвилеводу.

У **третьому розділі** розв'язано дві задачі. Спочатку за допомогою методу скінчених різниць та методу нелокальних граничних умов досліджено розсіювання електромагнітних хвиль на неоднорідному довільно анізотропному включенні, розташованому в середині прямокутного хвилеводу. Далі в дисертації у строгій постановці за допомогою теореми Гріна розв'язано задачу розсіювання електромагнітної LM-хвилі на ідеально провідному включенні довільної форми в середині T-образної області взаємодії двох прямокутних хвилеводів.

Четвертий розділ присвячений вивченню взаємодії електромагнітної хвилі з дуже тонким металевим циліндром. Досліджено ефект аномально великого поглинання випромінювання такими циліндричними дротами у хвилеводі.

Достовірність і обґрунтованість результатів роботи впливає із строгої електродинамічної постановки досліджуваних задач і підтверджується тим, що прийняті моделі і допущення фізично коректні, розв'язання задач проводяться добре апробованими чисельними методами електродинаміки, а отримані результати в ряді окремих випадків збігаються з даними, отриманими іншими авторами.

Наукова і практична значимість результатів дисертаційної роботи визначається перш за все тим, що основні результати досліджень доведені до

ефективних швидкодіючих розрахункових алгоритмів і прикладних програм. Ця обставина в поєднанні з аналітичним характером проведених досліджень дозволяє в принципі виявити ряд цікавих якісних і кількісних закономірностей по кожному з розглянутих автором напрямків. Якісні та кількісні результати, отримані в дисертаційній роботі, можуть бути використані для широкого класу прикладних задач.

Матеріали роботи пройшли необхідну **апробацію** на конференціях і семінарах за участю фахівців з даної тематики. Всі нові результати дисертанта досить повно представлені в 7 публікаціях у фахових журналах і 3 тезах доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях. Автореферат дисертації досить повно відображає її зміст.

В цілому дисертація оцінюється як робота, яка має високий науковий та професійний рівень, проте слід зазначити деякі її **недоліки**:

1. Варто було б на початку роботи більш чітко вказати, що теоретичне моделювання проводиться тільки для монохроматичних полів. Це обмеження відразу б «зняло» виникаючі питання про повноту використаних в літературному огляді джерел і про обґрунтування вибору математичних методів при розв'язанні досліджуваних задач.

2. У методі скінчених різниць точно не вказані межі розбиття елементів анізотропної структури, фізична сутність такої дискретизації.

3. На рисунках другого розділу дисертації відсутнє позначення осі абсцис і ординат (рисунки 2.2-2.6), що не зовсім зручно.

4. Ряд зауважень необхідно зробити з приводу оформлення роботи і її мови: деякі громіздкі формули розділу 3 (коефіцієнти матриці і праві частини, формули (3.8)-(3.15)) можна було б винести в Додаток; вираз на стор. 61 «Проинтегрируем уравнения Максвелла (3.1), (3.2) в трех взаимно ортогональных плоскостях» на мій погляд більш доречно представити як «Проинтегрируем уравнения Максвелла (3.1), (3.2) в трех взаимно ортогональных плоскостях x_0y , x_0z , y_0z ».

5. У висновках роботи недостатньо акцентована новизна отриманих результатів.

Зазначені недоліки в роботі не мають принципового значення і не знижують її високий науковий рівень. Тому на підставі вищевикладеного вважаю, що робота цілком відповідає вимогам ДАК України до кандидатських дисертацій, а її автор, Хе Ши, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03- "радіофізика".

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

О.В. Грибовський

Підпис Грибовського О.В.
ЗАСВІДЧУЮ

Вчений секретар РІ НАН України,
к.ф.-м.н. А.П.Удовенко

