

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію
Дормідонтова Анатолія Вікторовича

"Взаємодія заряджених частинок і електромагнітних хвиль в циліндричних твердотільних структурах",

яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика

Актуальність теми

Дисертаційна робота А. В. Дормідонтова за своєю тематикою відноситься до одного з актуальних напрямків сучасної радіофізики, який пов'язаний з освоєнням міліметрового діапазону електромагнітних хвиль методами, в основі яких лежать процеси та механізми взаємодії рухомих заряджених частинок з електромагнітними полями.

Сучасний стан проблеми освоєння міліметрового діапазону характеризується інтенсивним впровадженням малорозмірних структур, в тому числі і таких, що містять плазмові середовища, а також різноманітні наноструктурні елементи, до яких, наприклад, належить електронний 2D-газ. Наявність електронного плазмового шару на поверхні твердотільних структур створює умови для збудження поверхневих плазмових хвиль, які розповсюджуються вздовж поверхні електродинамічної структури. Дослідження електромагнітних властивостей вказаних структур дає змогу конструювати генератори поверхневих хвиль. Безумовно, дослідження втрат енергії зарядженої частинки в процесі взаємодії з просторово-обмеженою твердотільною структурою заслуговують на увагу, оскільки дають змогу зрозуміти елементарні механізми генерації електромагнітних хвиль та коливань в різних електродинамічних системах, які базуються на відборі енергії електронного потоку.

Дослідження полів та спектральних характеристик власних хвиль твердотільних діелектричних і напівпровідникових структур, моделювання розподілу полів власних коливань резонаторів дозволяє розробляти такі пристрої, як генератори і фільтри, які є необхідними майже в усіх електромагнітних приладах та апаратах різноманітного призначення, а також покращити характеристики існуючих пристроїв.

Оскільки тема і мета дисертації А. В. Дормідонтова мають прямий зв'язок із вказаною проблематикою, актуальність та своєчасність дисертаційної роботи не викликають сумніву.

Основні результати, що підтверджують новизну

1. Автором здійснено подальший розвиток електродинамічної теорії поля власних і вимушених хвиль квазіоптичних циліндричних твердотільних структур, в тому числі тих, що містять плазмоподібні середовища, а також у розв'язанні задачі побудови джерел електромагнітного випромінювання міліме-

- трового діапазону з використанням високодобротних циліндричних діелектричних резонаторів
2. Проаналізовано механізми збудження власних хвиль діелектричного і напівпровідникового циліндрів, як вкритих тонким плазмовим шаром, так і циліндрів без такого шару, за допомогою частинки, що рухається навколо поверхні вказаних структур.
 3. Автором проведено класифікацію механізмів збудження різних типів власних хвиль досліджуваних структур – об'ємно-поверхневих, поверхневих, хвиль електростатичного походження, плазмонів і плазмових хвиль.
 4. Отримано універсальні вирази для втрат енергії на випромінювання частинки, що рухається навколо циліндричних твердотільних структур у повздовньому магнітному полі. Універсальність виразів полягає в узагальненні результатів, які при відповідних наближеннях дозволяють розглянути окремо черенковські та магнітогальмівні резонанси взаємодії випромінювання частинки та власних хвиль структур.
 5. Вперше знайдено ефект невзаємності збудження власних хвиль напівпровідникового циліндра, вкритого тонким плазмовим шаром, з ідентичною структурою розподілу полів, але таких, що відрізняються напрямом поширення за азимутальною координатою.

Обґрунтованість наукових положень та висновків

Всі висновки роботи мають чітке фізичне та математичне обґрунтування. Для теоретичних досліджень використовуються загально прийняті рівняння та методи (рівняння Максвела, методи математичної фізики та розв'язання диференціальних рівнянь, числові методи для знаходження комплексних корнів трансцендентних комплексних рівнянь). Достовірність експериментальних результатів дисертації забезпечена використанням сучасних методик досліджень, які широко використовуються та всебічно апробовані.

Обґрунтованість наукових положень та висновків підтверджується комплексним підходом автора до вирішення проблеми: від постановки задачі, розробки методології теоретичного дослідження до узгодження основних результатів експерименту з даними, що були отримані шляхом математичного моделювання. Основним підтвердженням достовірності отриманих результатів є перевірка розвинутої теорії власних хвиль та коливань циліндричних твердотільних структур на добре вивчених у теоретичному плані об'єктах.

Важливість для науки та практичне значення результатів дисертації

Важливість для науки результатів дисертації полягає у тому, що застосована дисертантом методологія електродинамічного аналізу може бути використана для дослідження різноманітних твердотільних структур міліметрового та субміліметрового діапазонів. Таким чином, потенційні можливості розробленого автором комплексного (теоретичного та експериментального) підходу до аналізу складних структур в його роботі далеко не вичерпані і мають перспективу подальшого використання. Отримані знання та розроблений і реалізований фізичний інструмент досліджень твердотільних хвилеводів та резонаторів з мо-

дами високого порядку є передумовою для створення нових електродинамічних структур, що можуть бути використані для проведення фундаментальних наукових досліджень у міліметровому діапазоні хвиль.

Практичне значення результатів дисертації полягає у тому, що їх можна застосувати при розробці квазіоптичних резонансних структур різноманітного призначення у ВВЧ діапазоні. Теорія власних коливань, а також результати експериментальних досліджень автоколивальної системи на базі циліндричного діелектричного резонатора дозволяють створювати нові та вдосконалювати існуючі ВВЧ-пристрої. Знання механізмів збудження власних коливань твердотільних структур циліндричної конфігурації є необхідним для їх використання у радіофізиці та радіотехніці. Використаний підхід до вивчення розподілу енергії власних коливань в циліндричному діелектричному резонаторі може бути широко застосований для дослідження взаємодії електромагнітного поля з речовинами, які його оточують, в тому числі навколишнім середовищем. Наукові результати дисертаційної роботи уже впроваджені та використовуються в процесах експериментальних досліджень, які проводяться в ННЦ "ХФТІ", що підтверджується публікаціями автора.

Автореферат повністю відображає основний зміст дисертації. Матеріали дисертації опубліковані у вітчизняній та закордонній літературі, в тому числі і англійській, та пройшли апробацію на міжнародних конференціях. Серед них є публікації у спеціалізованих фахових наукових виданнях України, що задовольняють вимогам МОН України до публікацій за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика: "Радиофизика и электроника"; статті у авторитетних закордонних журналах: "Technical Physics Letters", "Technical Physics", "Radiophysics and Quantum Electronics", "Telecommunications and Radio Engineering", "Журнал технической физики", "Письма в Журнал технической физики", "Известия вузов. Радиофизика". Загалом за темою дисертації автор опублікував у співавторстві 7 статей і 13 доповідей на міжнародних наукових конференціях і симпозіумах.

Таким чином, в цілому дисертація оцінюється як робота, що має високий науковий рівень. Однак **слід зазначити деякі недоліки:**

1. При проведенні числових розрахунків в дисертаційній роботі недостатньо обґрунтовано вибір швидкості електронів. Також не приділено належну увагу аргументації при виборі матеріалу для напівпровідникової структури.
2. Наведені в розділі 5 результати експериментальних досліджень збудження мод «шепечучої галереї» в діелектричному резонаторі електронним потоком недостатньо забезпечені відповідним теоретичним аналізом у попередніх розділах роботи. Так, в розділах 2 – 4 описано взаємодію однієї зарядженої частинки з хвилеводною структурою, в розділі 5 розглядаються колективні процеси.
3. На наш погляд, обсяг оглядової частини (розділ 1) міг би бути дещо більшим, щоб докладніше охопити сучасний стан теоретичних досліджень за тематикою роботи.
4. Незважаючи на ретельно вичитаний текст дисертаційної роботи, все ж мають місце окремі неузгодженості в її оформленні, наприклад, перше поси-

лання на рис. 4.1 зустрічається на дві сторінки раніше місця розташування цього рисунка (с. 97 та с. 99 відповідно). Також мають місце незначні відхилення від ДСТУ 3008:2015 (наприклад, формули 2.2.1 та 2.2.2).

Разом з тим, вказані зауваження не порушують принципово суть роботи, не впливають істотно на кінцеві результати досліджень, виконаних автором, не зменшують наукову значущість і актуальність дисертації та не знижують високу оцінку наукового рівня дисертаційної роботи.

Загальний висновок

Дисертаційна робота А. В. Дормідонтова "Взаємодія заряджених частинок і електромагнітних хвиль в циліндричних твердотільних структурах" є закінченим і цілісним дослідженням, з чіткою структурою, логічним викладенням матеріалу і свідчить про значний внесок автора в науку. В дисертації відображені нові науково обґрунтовані та практично значимі результати, в яких набула подальшого розвитку електродинамічна теорія власних і вимушених коливань у твердотільних структурах циліндричної конфігурації міліметрового діапазону і розв'язано складну науково-технічну задачу створення автоколивальної системи з використанням резонатора з коливаннями "шепочучої галереї". В цілому, розвинутий в дисертаційній роботі новий комплексний підхід до теоретичного та експериментального аналізу полів та спектральних характеристик резонаторів та хвилеводів, в тому числі за наявності на їх поверхнях тонкого плазмового шару, створює засади нового перспективного наукового напрямку.

Дисертація повністю відповідає вимогам Положення Кабінету Міністрів України про порядок присудження наукових ступенів щодо кандидатських дисертацій за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика, а її автор Дормідонтов Анатолій Вікторович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика.

Офіційний опонент
доктор фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.04.04 –
фізична електроніка,
професор кафедри мікроелектроніки,
електронних приладів та пристроїв
Харківського національного
університету радіоелектроніки

«Підпис д.ф.м.н. Грицунова О.В. засвідчую»

Учений секретар Харківського
національного університету
радіоелектроніки



О.В. Грицунов

25.04.2019

I.В. Магдаліна