

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Проценко Ірини Олександрівни
«Мікрохвильовий відгук квазіоптичних діелектричних резонаторів із сильно
поглинаючою рідиною», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата
фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика

1. Актуальність теми дисертації. Останні роки в багатьох країнах дуже активно займаються дослідженням властивостей води і вологовмістних матеріалів. Пов'язано це з тим, що від стану і структури вільної і пов'язаної води залежать як властивості багатьох матеріалів, так і хід процесів при їх взаємодії, а також процеси забезпечення життєдіяльності живих, в тому числі рослинних об'єктів. Вода та більшість середовищ, які її містять, є діелектриками і тому можуть вивчатися і вивчаються за допомогою електрофізичних методів аналізу з використанням відповідно різного роду випромінювань, мікрохвильових також. Однак вода має велике значення діелектричної проникності і великі втрати у мікрохвильовому діапазоні. До того ж останні роки велика увага приділяється дослідженню біоматеріалів, які на практиці можуть бути отримані в малих кількостях і об'ємах. Виникає задача дослідження таких малооб'ємних та великовтратних зразків. Мета дисертаційної роботи Проценко І.О. полягає в дослідженні мікрохвильового відгуку квазіоптичних діелектричних резонаторів (КДР) з діелектричними рідинами і впливу властивостей рідин, що характеризуються високими втратами і займають малі об'єми, на характеристики зазначених резонаторів, в створенні вимірювальної комірки для визначення комплексної діелектричної проникності рідин, в тому числі біологічних, та розробки відповідного методу визначення проникності рідин. Це доводить актуальність теми дисертації на теперішній час та осяжне майбутнє. Додатковим суттєвим аргументом актуальності роботи є те, що вона виконувалась і виконується в рамках держбюджетних НДР, а також міжнародного співробітництва.

2. Наукова новизна отриманих результатів. Під час розв'язання поставлених наукових завдань автором були отримані такі нові наукові результати:

– створено моделі для дослідження мікрохвильового відгуку реальних квазіоптичних діелектричних резонаторів (КДР) двох типів, а саме, радіально двошарових та резонаторів з мікрофлюїдним каналом (МФК), що містять діелектричну рідину, і дозволяють чисельним методом визначати частоту і добротність резонаторів в межах

похибки вимірювання цих величин. Продemonстровано, що результати чисельного розрахунку відповідають результатам експериментальних досліджень.

- експериментально і шляхом чисельного моделювання показано, що радіально двошаровий діелектричний резонатор і резонатор з МФК, виготовлені з лейкосапфіру, можуть бути використані у 8-мм діапазоні довжин хвиль як основа вимірювальної комірки для визначення комплексної діелектричної проникності рідин з великими втратами за умови, що рідина займає малий об'єм (менше 1 мкл);

- показано, що радіаційні втрати в досліджених КДР нехтовно малі в порівнянні із втратами в рідині. Визначено переваги резонатора з МФК як основи вимірювальної комірки;

- показана можливість застосування кварцового резонатора з МФК для визначення властивостей рідин у субТГц діапазоні;

- розроблено методику визначення комплексної діелектричної проникності рідин з великими втратами по вимірюваному мікрохвильовому відгуку резонатора з рідиною, що досліджується.

На мій погляд, головним в роботі є те, що при її виконанні вдалося створити плідний симбіоз аналітичного методу, методу чисельного моделювання та експериментальних методів дослідження, які взаємно доповнюють один одного і спрямовані на досягнення поставленої мети – створення засобів і методів вимірювання діелектричних характеристик рідин з великими втратами при малих розмірах зразків.

3. Ступень обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Достовірність і обґрунтованість результатів і висновків роботи обумовлені: по-перше, достатньо повним і коректним використанням теоретичного аналізу на основі відомих аналітичних уявлень, а також дуже професійним чисельним моделюванням структур та процесів, які досліджувались за допомогою модуля Radiofrequency Module програми Comsol MULTIPHYSICS; по-друге, дуже ретельними експериментальними перевірками практично всіх запропонованих методик і засобів, порівнянням отриманих результатів контрольних вимірювань відомих матеріалів з довідковими даними.

4. Повнота викладу результатів в опублікованих працях.

Матеріали дисертації опубліковано у 13 наукових працях автора, з яких 6 статей у наукових фахових зарубіжних і вітчизняних виданнях. Винесені на захист одержані результати та висновки апробовано на 7 міжнародних науково-технічних конференціях і опубліковано в їх матеріалах.

Винесені на захист результати роботи повністю відображені у наведених публікаціях.

5. Недоліки і зауваження. Робота добре написана і оформлена, але у процесі її вивчення виникають деякі зауваження.

1. Не зрозуміла використана термінологія стосовно резонаторів, які досліджуються. Використовуються терміни КДР (квазіоптичний діелектричний резонатор) та резонатори з коливаннями шепочучої галереї (ШГ) або WGM (Whispering-Gallery-Mode) resonator. Якщо це одне і теж, треба визначитись. Якщо ні, теж.

2. В пункті 2.4.1 приводяться результати модельного дослідження резонатора з азимутальною щілиною. Однак в подальшому такий або подібний резонатор не розглядається. До того ж, на мій погляд, практична реалізація такого резонатора дуже проблематична. Не має обґрунтування доцільності цього матеріалу.

3. Розроблені і досліджені вимірювальні комірки, на мій погляд, дуже індивідуальні, особливо з мікрофлюїдним каналом, тому що виготовити такі структури ідентичними складно, і треба буде кожного разу створювати відповідні номограми шляхом зіставлення модельних і експериментальних даних.

4. В резонаторах з мікрофлюїдним каналом чутливість залежить від місця розташування каналу, а це веде до того, що при великій різниці у втратах матеріалів, які досліджуються, треба обирати інше розташування каналу для іншого матеріалу.

5. Точність і чутливість проведених експериментальних досліджень визначається не тільки добротністю резонаторних структур, що застосовані, а також вимірювальною схемою і апаратурою в її складі. Однак, в дисертації ніде не має опису вимірювальної системи. Це було б доречно, оскільки заявлена при експериментальних дослідженнях чутливість вимірів зсувів частоти і значень добротності висока, а як вона досягається не наведено.

6. В тексті дисертації зустрічаються деякі описки, наприклад, на сторінці 61 стверджується, що добротність резонатора визначається за формулою (1.2), однак правильно за формулою (1.1).

Однак, ці зауваження принципово не впливають на позитивну в цілому оцінку дисертаційної роботи.

За кількістю публікацій, їх науковим рівнем та апробацією робота відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій.

Дисертація і автореферат оформлені відповідно до вимог. Автореферат правильно відображає основний зміст дисертаційної роботи.

Дисертація в цілому відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, що висуваються до кандидатських дисертацій. Зміст дисертації відповідає спеціальності 01.04.03 – радіофізика.

Відповідно до цього здобувач Проценко І.О. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика.

Офіційний опонент,

доктор фізико-математичних наук, професор,
завідувач кафедри мікроелектроніки, електронних
приладів та пристроїв Харківського національного
університету радіоелектроніки

Підпис І.М. Бондаренка засвідчую.
Учений секретар ХНУРЕ



15.12.2017р


І.М. Бондаренко


І.В. Магдаліна