

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Проценко Ірини Олександрівни

“Мікрохвильовий відгук квазіоптичних діелектричних резонаторів із сильнопоглинаючою рідиною”,

представленої на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03- радіофізика

Актуальність теми дисертації. Резонаторні пристрої широко використовуються в мм діапазоні довжин хвиль. Вивчення радіофізичних характеристик резонаторів представляє не тільки фундаментальний інтерес, але є необхідним етапом при створенні виміральної техніки для визначення властивостей твердих тіл та рідин резонаторними методами. У роботі запропоновано використовувати квазіоптичні діелектричні резонатори (КДР) для визначення діелектричних властивостей сильнопоглинаючих рідин. На базі діелектричних резонаторів з неоднорідностями створено вимірювальні комірки, які дозволяють з високою точністю визначати комплексну діелектричну проникність рідин за виміряними резонансною частотою і добротністю резонатора. Перевагою цих вимірювальних комірок є те, що вони не потребують великого об'єму рідини для дослідження, що робить можливим їх використання в біології та медицині – галузях, які пов'язані з науками про життя, що входить у перелік пріоритетних напрямків розвитку науки, визначеним Верховною Радою України. Так, в роботі визначено властивості низки розчинів біологічних рідин, і показано, що характеристики резонаторів чутливі до навіть до невеликої зміни концентрації розчину, що робить їх перспективними, наприклад, для визначення вмісту різних речовин у біологічних рідинах.

Про актуальність роботи свідчить також і те, що її було виконано відповідно до планів державних НДР, апробацію роботи було проведено на конференціях досить високого рівня, а результати роботи було опубліковано в фахових виданнях України та закордонних виданнях з високим імпакт-фактором.

Таким чином, приймаючи до уваги все вищесказане, вважаю, що тема дисертації є актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових положень дисертації, їхньої достовірності і новизни. В роботі удосконалено відомі і запропоновано нові структури вимірювальних комірок на базі квазіоптичних діелектричних резонаторів для визначення комплексної діелектричної проникності рідин, які займають малі об'єми. Використовувалися резонатори,

для дослідження яких в даний час відсутні аналітичні підходи, тому було створено моделі цих резонаторів для визначення їх характеристик чисельними методами з подальшим співставленням зазначених характеристик з експериментальними даними. В роботі розв'язано задачу знаходження дійсної та уявної частин комплексної діелектричної проникності сильнопоглинаючих рідин безпосередньо за виміряним відгуком резонатора, для чого запропоновано оригінальну калібрувальну процедуру. Вперше досліджено діелектричні властивості розчинів різних білків у 8-мм діапазоні довжин хвиль і розчинів глюкози в короткохвильовій частині мм діапазону (частота 150-170 ГГц), отримано концентраційні залежності дійсної та уявної частин комплексної діелектричної проникності цих розчинів. Для підтвердження достовірності і обґрунтованості цих результатів було проведено експериментальні та чисельні дослідження резонаторів з рідинами, властивості котрих приведено в інших літературних джерелах, і ці дослідження показали взаємну узгодженість. Достовірність експериментальних досліджень не викликає сумніву також тому, що всі експериментальні дослідження було проведено за допомогою сучасної вимірювальної техніки. Чисельні методи було протестовано на простих резонаторних структурах, і результати розрахунку було співставлено з результатами, отриманими іншими авторами за допомогою аналітичних методів.

Повнота викладу основних результатів дисертації в наукових фахових виданнях. Основні результати дисертації викладено в 6 наукових статтях, опублікованих в фахових виданнях. Всі публікації відповідають спеціальності 01.04.03. Результати дисертаційної роботи апробовано на 7 наукових конференціях та симпозіумах. Автореферат повністю і правильно відбиває основний зміст дисертації. Його оформлено у відповідності до вимог МОН України.

Практична значущість отриманих результатів. Дослідження відгуку квазіоптичних діелектричних резонаторів з неоднорідностями, заповненими рідиною необхідне для створення вимірювальних комірок, призначених для визначення комплексної діелектричної проникності рідин. В роботі розв'язано задачі визначення характеру розподілу поля і знаходження частоти і добротності резонаторів з неоднорідностями у вигляді порожнини та мікрофлюїдного каналу, що дозволило створити вимірювальні комірки для визначення діелектричної проникності сильнопоглинаючих рідин, зокрема біологічних рідин, які займають малі об'єми (до 400 нл). Уявлення про діелектричні властивості таких розчинів можуть мати практичне значення в медицині або біофізиці чи біоелектроніці для визначення процентного вмісту різних компонентів біологічних рідин). Також такі вимірюва-

льні комірки є перспективними для створення сенсорів, які дозволять контролювати зміну складу діелектричних рідин.

До **недоліків дисертації** слід віднести:

1. Обраний спосіб герметизації резонаторної структури з порожниною за допомогою бутіральфенольного клею вносить обмеження на дослідження деяких рідин (наприклад, спиртових розчинів). Бажано було б принаймні запропонувати альтернативну технологію або аргументувати неможливість її реалізації.
2. Метод визначення радіаційних добротностей резонаторних структур не дозволяє урахувати втрати, які обумовлено присутністю елементів зв'язку, що може бути причиною деякого розбігу між даними експерименту та чисельного розрахунку.
3. Спостерігаються неточності в термінології. Так, наприклад, представлену в розділі 4 резонаторну структуру здобувач в декількох місцях називає «резонатор, покритий шаром пластику», хоча, по суті, шар пластику є складовою частиною резонатора.

Проте зауваження, які наведено вище, не мають принципового значення, мають рекомендаційний характер і не впливають на загальну високу оцінку дисертації. Тому вважаю, що дисертаційна робота Проценко І. О. відповідає усім вимогам, які ставляться МОН України до кандидатських дисертацій. Її автор безумовно заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03- радіофізика

Кандидат фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник
кафедри теоретичної радіофізики
Харківського національного
університету імені В.Н. Каразіна,

Ніколов

О.Т. Ніколов

Підпис кандидата фізико-математичних наук,
старшого наукового співробітника О.Т. Ніколова засвідчую
Начальник відділу кадрів
Харківського національного
університету імені В.Н. Каразіна



Куліш С.М. Куліш