

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Шубного Олександра Івановича  
«Резонаторні та хвилеводні методи виміру діелектричної проникності слабо та сильно поглинаючих середовищ в мікрохвильовому діапазоні», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.01 – фізика приладів, елементів і систем

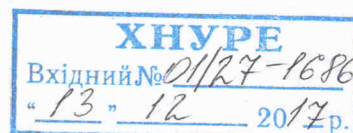
1. Актуальність теми дисертації. У теперішній час дуже велике значення приділяється контролю стану різного роду середовищ: газових, рідинних, твердих, які оточують нас, якими ми користуємось, які ми створюємо, які впливають на умови функціонування технічних та біологічних об'єктів. Для забезпечення такого контролю необхідно постійно вдосконалювати та розвивати на сучасному рівні методи і засоби вимірювання основних параметрів, які характеризують стан середовища, що досліджується. Дисертаційна робота Шубного О.І. присвячена розробці та вдосконаленню мікрохвильових методів та засобів визначення таких фундаментальних параметрів більшості середовищ як комплексні діелектрична і магнітна проникності на основі використання процесів взаємодії високочастотних електромагнітних полів резонаторних та хвилеводних структур з різного роду середовищами. Це доводить її актуальність та сучасність. Додатковим суттєвим аргументом актуальності роботи є те, що вона виконувалась в рамках багатьох держбюджетних НДР.

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

1. Встановлено, що в системі прямокутний хвилевід – діелектричний циліндр, занурений в сильно поглинаючу рідину, тип хвилі  $HE_{11}$  збуджується в циліндрі з найменшими втратами і поширюється уздовж циліндра з найменшим загасанням. Цей результат було використано в розробці диференційної кювети при створенні діелектрометра для експрес-аналізу сильно поглинаючих рідин.

2. Встановлено, що в високочастотних вимірювальних квазіоптичних резонаторах, що оптимізовані по дифракційним втратам на краях дзеркал і омичним втратам, важливим фактором, який впливає на чутливість і точність вимірювань, є втрати на нерезонансне випромінювання і розсіювання резонансного поля на елементах зв'язку.

3. Запропоновано використовувати генерацію квазіоптичного генератора на 2-й гармоніці в активних системах для вимірювання КДП, оскільки при виключенні



навантаження на основній частоті генерації підвищується добротність резонатора за рахунок усунення дифракції на елементі зв'язку. Зміни електродинамічних властивостей коливальної системи генератора на 1-й гармоніці при взаємодії з вимірюваним середовищем з подвоєнням перетворюються в зміни частоти на виході вимірювальної системи, через що підвищується чутливість вимірювань.

4. Оптимізовані розміри хвильоводної узгоджувальної комірки – трансформатора імпедансів напівпровідникового діода, розташованого в комірці, і відкритого резонатора. Визначено оптимальну конструкцію дзеркала з узгоджувальною коміркою, що дозволило знизити внесений рівень втрат за подвійний прохід до величини  $\sim 0,1\%$ .

На мій погляд, дуже цікавою і перспективною для створення вимірювальних засобів є структура на основі діелектричного хвильовода, який занурений в середовище, що досліджується, а також використання в якості інформаційного сигналу 2-ї гармоніки сигналу вимірювального генератора.

Додатковим підтвердженням новизни є наявність 6-х авторських свідоцтв і патентів за темою роботи.

3. Ступень обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.  
Достовірність і обґрунтованість результатів і висновків роботи обумовлені: по-перше, достатньо повним і коректним теоретичним аналізом процесів функціонування вимірювальних систем; по-друге, дуже ретельними експериментальними дослідженнями запропонованих методик і засобів з розробкою завершених вимірювальних приладів включно.

4. Повнота викладу результатів в опублікованих працях. Матеріали дисертації опубліковано у 14 наукових працях автора, з яких 7 статей у наукових фахових виданнях (серед них 3 внесені в міжнародні наукометричні бази). Винесені на захист одержані результати та висновки апробовано на 7 міжнародних науково-технічних конференціях і опубліковано 7 тез доповідей (серед них 4 включені в базу SCOPUS).

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 визначено чітко участь дисертанта у держбюджетних темах, які перелічені в авторефераті і дисертації. Це взагалі перелік тем, чи дисертант був виконавцем у всіх цих темах?



2. При розгляді і аналізі функціональних вимірювальних схем, які використовують системи стабілізації з вимірювальним резонатором в якості еталону, вплив зміни частоти на вихідні параметри аналізується, а вплив зміни добротності ні. Чому?

3. Предметом дослідження визначено взаємозв'язок електромагнітних характеристик полів з діелектричними параметрами середовищ. Однак, в дисертації, на мій погляд, цьому питанню приділено недостатньо уваги.

4. В розділі 2 значну увагу приділено забезпеченню захисту вимірювального резонатора від зовнішніх впливів, з герметизацією включно. Однак при експериментальних дослідженнях характеристик атмосфери деякі фактори впливу не враховуються. Наприклад, можливість конденсації вологи на дзеркалах або осадження пилу.

5. Практична реалізація диференційного радіорефрактометра автоколивального типу, структурна схема якого зображена на рис.2.28, буде пов'язана з рішенням дуже складних задач забезпечення ідентичності передаточних функцій каналів, які містять значну кількість окремих елементів і вузлів.

6. При розгляді характеристик радіопрозорії кювети не розглянуто питання впливу температурних змін параметрів матеріалу, з якого вона виготовлена, на результати вимірювань.

7. Текст дисертації перевантажений технічними описами розроблених пристроїв, що іноді нагадує інструкцію по експлуатації, а не наукове дослідження.

8. На рисунках, де наведені фотографії, ніде не має масштабних порівняльних елементів (лінійки або чогось подібного), що затрудняє їх сприйняття.

9. Не має єдиного підходу до опису рисунків з багатьма елементами. В деяких випадках перелік елементів у підрисуночному тексті, в деяких – в основному тексті.

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 01.04.01 – фізика приладів, елементів і систем.

Відповідно до цього здобувач Шубний О.І. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.01 – фізика приладів, елементів і систем.

**Офіційний опонент,**

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



I.M. Бондаренко

14.12.2017р.

Підпис I.M. Бондаренка засвідчую.

Учений секретар ХНУРЕ



I.V. Магдаліна