

## **ВІДГУК**

### **офіційного опонента**

на дисертаційну роботу Баранника Олександра Анатолійовича  
"Квазіоптичні діелектричні резонатори з елементами незвичайних  
надпровідників", представлену на здобуття наукового ступеня доктора фізико-  
математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика.

При переході в міліметровий діапазон хвиль спектр резонансних частот порожніх об'ємних резонаторів сантиметрового діапазону швидко згущується і резонатори втрачають свої частотно-вибірчі властивості. Зменшення розмірів резонатора з метою збереження рідкісного спектра коливаний призводить до швидкого зниження добротності і, в кінцевому рахунку, також до втрати частотної вибірковості. Більш рідкісним спектром і високою добротністю володіють резонатори відкритого типу, в яких можливо випромінювання частини енергії коливань у зовнішній простір. Характеристики таких резонаторів є добре відомими і їх застосування в різних пристроях мм діапазону довжин хвиль є поширеним явищем.

В дисертаційній роботі Баранника О.А. викладені результати досліджень, які продовжують напрям вивчення характеристик квазіоптичних діелектричних резонаторів (КДР), але для специфічного напрямку – комбінованих метало-діелектричних квазіоптичних резонаторів з використанням високотемпературних надпровідників (ВТНП).

В роботі вивчаються умови та з'ясовуються параметри, при яких метало-діелектричні квазіоптичні резонатори можуть використовуватися для виміру характеристик високотемпературних надпровідників, а також як елементи мікрохвильових пристроїв.

Автором розв'язано низку наукових задач: від розрахунку електродинамічних характеристик КДР, їх застосування для вимірювання та створення мікрохвильових пристроїв.

До важливих та істотних (на мій погляд) результатів, що викладені у дисертаційній роботі, відносяться:

1. Запропоновано та досліджено можливість використання напівсферичних, конічних і асферичних КДР на основі як ізотропного, так і анізотропного діелектрика з торцевими провідними стінками для вимірювання характеристик незвичайних надпровідників в мм діапазоні довжин хвиль, в тому числі тонких плівок та зразків малих розмірів.
2. Використання таких КДР дало змогу провести вимірювання температурних залежностей мікрохвильового поверхневого імпедансу і комплексної провідності ряду зразків незвичайних надпровідників з різною геометрією. Такі вимірювання показали, що, наприклад, залишковий поверхневий опір купратної плівки  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\sigma}$  має частотну залежність  $\omega^{3/2}$ . Це вказує на можливість реалізації  $d$ -хвильової симетрії параметра порядку надпровідника. Для широкого кола зразків досліджені температурні залежності комплексної провідності пніктиду  $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ .
3. Показано, що на основі високотемпературних надпровідників можливо створення метало-діелектричних квазіоптичних резонаторів. Запропоновані, виготовлені пробні зразки та виміряні їх характеристики

Аналіз сучасного стану робіт у напрямку використання КДР з надпровідними елементами підтверджує актуальність робіт, результати яких викладені в дисертації. Результати також представляють перспективну основу для розвитку мікрохвильового методу дослідження незвичайних надпровідників у мм діапазоні довжин хвиль.

Наукова та практична значущість дисертаційної роботи полягає у тому, що запропоновані рішення можуть широко застосовуватися при створенні та

оптимізації приладів, що використовують метало-діелектричні квазіоптичні резонатори з ВТНП. Результати досліджень дозволяють надати рекомендації щодо вибору оптимальних параметрів таких приладів; а розвинений метод вимірювання характеристик ВТНП стане у нагоді при вивченні нових надпровідникових матеріалів.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень і висновків дисертації зумовлюється використанням для рішення задач добре апробованих методів та кодів для розрахунку характеристик КДР, та тим, що здобуті результати є фізично прозорими і не суперечать фізичним уявленням про процеси, які вивчаються. В усіх випадках, коли це було можливим, автор здобув результати, які співпадають з такими, що були отримані раніше.

Основні матеріали та результати дисертаційної роботи достатньо повно висвітлені в опублікованих наукових роботах автора. Судячи зі списку робіт автора, його особистий внесок суттєвий. Рівень отриманих і опублікованих результатів досить високий, що підтверджується статусом тих журналів, в яких вони опубліковані.

Автореферат відповідає змісту й основним положенням дисертації.

Дисертація та автореферат, на мій погляд, не вільні від недоліків:

1. Оскільки автор хотів привести занадто багато результатів, то стиль викладення матеріалу часто затрудняє його сприйняття. Маються на увазі часті посилання дисертанта до надрукованих статей як самого автора дисертації, так і других авторів. Читач повинен весь час знаходити і читати ці роботи для порівняння отриманих автором результатів з іншими або розуміння підстав використання методів.
2. Невдало, на мій погляд, сформульована в авторефераті проблема, яка вирішена в ході проведення досліджень : «В результаті виконання дисертаційної роботи розвинено основи електродинаміки КДР з елементами незвичайних надпровідників в мм діапазоні хвиль». Також в розділі «Висновки» автореферату

та дисертації викладені в основному отримані результати, а не висновки, які з них витікають.

3. Немає обговорення впливу розділу діелектрик-надпровідник на значення вимірюваних характеристик у мм діапазоні довжин хвиль при різних температурах.

4. При викладені результатів дослідження електродинамічних властивостей КДР з радіальною щілиною і малим надпровідним зразком в щілині (розділ 3) мало уваги приділено причині виникнення додаткових коливань і залежності їх характеристик від геометрії щілини та її заповнення. Крім того, не викладено результатів досліджень впливу можливих щілин між зразком і поверхнею діелектрика.

5. Відсутні значення похибок вимірювань Тільки декілька рисунків мають такі похибки (рис.5.3).

6. Більш уваги, на мій погляд, потребує вивчення фізичного підґрунтя існування моди ШГ в діелектричному шарі під металевим диском

7. Не в повній мірі викладена постановка задачі в розділі 6 відносно вибору геометрії планарного квазіоптичного резонатора з хвилями шепочучої галереї. Чому вибрано два резонатора з різними розмірами і чи є між ними мікрохвильовий зв'язок?

8. Дуже стисло викладена постановка задачі в розділі 6 відносно смуго-пропускнуго фільтру з двосторонньою ВТНП Е-вставкою, наприклад перехід з прямокутного до хрестоподібного хвилевода.

9. В дисертації не вказано на базі яких центрів проводилася експериментальна робота. Також не показаний зв'язок автора з міжнародною спільнотою.

В цілому, вказані недоліки не зменшують загального позитивного враження від дисертаційної роботи, яка є завершеною науковою працею.

Дисертаційна робота Баранника О.А. "Квазіоптичні діелектричні резонатори з елементами незвичайних надпровідників" виконана на високому науковому рівні і присвячена рішення важливої наукової проблеми – створенню фізичного та

технічного підґрунтя для використання високотемпературних надпровідників у техніці мм діапазону довжин хвиль.

За актуальністю, обсягом досліджень, науковим рівнем і практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота "Квазіоптичні діелектричні резонатори з елементами незвичайних надпровідників" повністю відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» (зокрема пп. 9, 10,12) до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук. Вважаю, що Баранник О.А. заслуговує присудження наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика (фізико-математичні науки).

Офіційний опонент,

Заступник директора Науково-дослідного комплексу "Прискорювач"

Національного наукового центру "Харківський фізико-

технічний інститут" НАН України,

доктор фізико-математичних наук, професор



М.І. Айзацький

20.01.2020