

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію

Овсяннікової Олени Євгенівни на тему «Електромагнітні поля в ближній зоні апертурних антен», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата фіз.-мат. наук за спеціальністю 01.04.03 - радіофізика

**Актуальність обраної теми дисертації, її зв'язок із державними науковими програмами, пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки.**

Дисертація Овсяннікової О. Є. пов'язана як із розвитком теорії тривимірних векторних задач випромінювання й дифракції електромагнітних хвиль для випадків, так і із застосуванням отриманих у дисертації результатів для розв'язання ряду актуальних задач науки і техніки. За останні роки інтенсивно розвивається теорія й техніка підповерхневої радіолокації, радіоелектронної боротьби, неминуче пов'язані з необхідністю обробляти інформаційні сигнали від об'єктів, які розташовані в ближній та проміжній зонах спостереження антен. Не менш інтенсивно розвиваються технологічні напрямки в промисловості та медицині. За рахунок використання мікрохвильового нагріву, сублімаційної сушки та інших мікрохвильових технологій вдається отримати високоякісні екологічно чисті продукти, чого не можна отримати іншими способами. Слід згадати гіпертермію як метод лікування онкологічних захворювань.

Очевидно, що для всіх можливих застосувань мікрохвиль на практиці необхідно знати розподіл амплітуд електричних і магнітних полів, їх стан поляризації, активної та реактивної потужності електромагнітного поля в ближній, проміжній і дальній зонах антени. Для отримання цих знань необхідні достовірні теоретичні методи й великі обсяги громіздких обчислень складних інтегралів від швидкоосцилюючих функцій, що вимагає певних зусиль. Ці обставини пояснюють причини, за якими багато питань теорії та практики антен до теперішнього часу не вивчені.

Дисертаційні дослідження проводилися відповідно до таких фундаментальних НДР кафедри прикладної електродинаміки Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна:

- «Дослідження амплітудних, фазових та поляризаційних характеристик електромагнітних полів в ближній зоні випромінюючих систем» (номер державної реєстрації 0106U003134, 2006 –2008 рр.);
- «Оптимізація просторового розподілу поля поблизу пристроїв, які випромінюють електромагнітні хвилі» (номер державної реєстрації 0109U000537, 2009 –2011 рр.);
- «Електромагнітні поля поблизу випромінюючих систем великих електричних розмірів» (номер державної реєстрації 0112U000545, 2012 –2014 рр.);
- «Багатопроменеві багатоканальні двохполяризаційні гостроспрямовані випромінюючі системи мікрохвильового діапазону» (номер державної реєстрації 0113U001321, 2013 –2015 рр.);
- «Аналіз і синтез заданого просторового розподілу електромагнітного випромінювання антенних решіток на довільних відстанях» (номер державної реєстрації 0116U000811, 2016 –2018 рр.).

У зв'язку з викладеним тема дисертаційної роботи О. Є. Овсяннікової, присвячена розвитку теорії ближньої зони безперервних апертурних антен, є актуальною й важливою в практичному відношенні.

**Ступінь обґрунтованості наукових результатів, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.**

1. Представлені в дисертації теоретичні дослідження розподілу електричних і магнітних полів у ближній та проміжній зонах випромінювання безперервних апертурних антен зрозуміло й досить повно описані автором і коректно використані.

2. Дисертант грамотно застосувала сучасні методи обчислювальної математики для обчислення амплітуд і фаз електричних та магнітних полів на кінцевій відстані від антени.

3. Дисертант правильно використовувала результати великого обсягу обчислень для обґрунтування наукових результатів і висновків у частині динаміки формування просторового розподілу полів у ближній зоні при зміні електричних розмірів розкриву антени в широких межах.

Обґрунтованість наукових результатів, висновків і рекомендацій підтверджується також опублікованими в профільних наукових журналах статтями і апробацією на українських та міжнародних наукових конференціях високого професійного рівня.

**Достовірність і новизна отриманих результатів, повнота їх викладу в опублікованих роботах.**

Усі результати, отримані автором дисертації, є **достовірними** й визначаються використанням широко апробованих сучасних методів електромагнітної теорії, обчислювальної математики і програмних пакетів. У граничних переходах, як отримані в дисертаційній роботі, результати збігаються з отриманими раніше результатами інших авторів. Також результати дисертації пройшли апробацію в профільних виданнях і доповідях на наукових конференціях.

Основні публікації автора включають 7 статей в спеціалізованих фахових наукових виданнях. Серед цих видань українські професійні видання – Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка», «Прикладна радіоелектроніка» і зарубіжні фахові видання - «Telecommunications and Radio Engineering». З них 2 статті входять до наукометричної бази даних Scopus.

Результати дисертаційної роботи Овсяннікової О. Є. повністю відображені в публікаціях автора. Опубліковані статті за змістом не дублюють одна одну.

Усі результати, отримані автором дисертації, є **новими**. Найбільш важливі з них наступні:

1. Уперше зовнішня векторна задача електродинаміки про випромінювання апертурних антен в їх ближній зоні розв'язана в декартовій системі координат. Розроблене математичне забезпечення дозволяє обчислювати електромагнітні поля в ближній і проміжній зонах випромінювання при будь-якій формі випромінюючого розкриву.

2. Уперше визначено відстані дальньої зони слабоспрямованих випромінювачів з малими електричними розмірами апертури. Показано, що такі випромінювачі не формують прожекторний промінь ні за якої форм розкриву випромінюючої системи.

3. Уперше систематично досліджено вплив форми розкриву на розподіл електромагнітного поля поблизу апертурних антен. Показано, що за розмірів розкриву, які більші 1.5–2 довжини хвилі, у ближній зоні формується прожекторний промінь, у якому середня амплітуда поля дорівнює його значенням у середині розкриву незалежно від його розмірів і форми. Мінімальні рівні поля всередині прожекторного променя спостерігаються в круглих апертурах і досягають –50дБ.

4. Уперше показано, що вибором відношення сторін розкриву прямокутної форми можна забезпечити однорідне поле в обмеженому обсязі або на обмеженій площині поблизу розкриву антени.

### **Практична значимість отриманих результатів.**

Отримані в роботі розв'язок задачі про знаходження електромагнітних полів у ближній зоні безперервних апертурних антен і розроблене математичне забезпечення дозволяють створювати проблемно-орієнтовані випромінюючі системи з максимально досяжними енергетичними характеристиками в заданому обсязі простору, в тому числі в разі сфокусованого в ближню або проміжну зони випромінювання антен.

Вивчене в дисертації явище порушення рівномірності осциляцій амплітуди електромагнітного поля в ближній зоні апертур прямокутної форми дозволяє оптимізувати розподіл активної потужності поля в заданому обсязі або на заданій площадці, зокрема, створити однорідне поле для технологічних установок, що використовують електромагнітне випромінювання в ближній зоні антен (обробка сільськогосподарської продукції, вивчення впливу електромагнітного випромінювання на біологічні об'єкти, вплив сфокусованих хвиль на органи людини або тварин і т.п.).

Уточнені межі дальньої зони апертурних слабонаправлених антен можуть бути використані при вимірах характеристик спрямованості антен, а також для визначення робочої області безлунних камер і відкритих вимірювальних полігонів.

До **недоліків** роботи слід віднести наступне:

1. Деякі малюнки в дисертаційній роботі складні для сприйняття через малий розмір графіків (2.13-2.15, 3.5, 3.6, 3.15).

2. Представляє інтерес дослідження полів в ближній зоні апертурних антен більш складної форми, наприклад, еліптичної.

3. У тексті дисертації містяться громіздкі формули, частину з них можна було викласти в доповненнях.

### **Висновки про відповідність дисертації вимогам МОН України.**

Перераховані недоліки не змінюють загального позитивного враження про дисертацію. У дисертації виконано широкий спектр актуальних досліджень, отримані нові фізичні результати, що мають наукову і практичну значимість.

У цілому дисертаційна робота Овсяннікової О. Є. «Електромагнітні поля в ближній зоні апертурних антен» є завершеною науково-дослідною роботою. Отримані в дисертації результати є новими, науково обґрунтованими і широко апробованими. В роботі розв'язана актуальна задача розвитку теорії електромагнітних полів у ближній зоні апертурних антен.

Дисертаційна робота в цілому по отриманим результатам, за змістом і оформленням задовольняє всім вимогам МОН України, які пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор Овсяннікова О. Є. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 - радіофізика.

Офіційний опонент

Головний науковий співробітник

відділу радіофізичної інтроскопії

Інституту радіофізики та електроніки ім. А. Я. Усикова

Національної академії наук України

доктор фізико-математичних наук, професор

С. О. Масалов

Підпис доктора фізико-математичних наук,  
професора Сергія Олександровича Масалова  
засвідчую

Вчений секретар Інституту радіофізики

і електроніки ім. А. Я. Усикова

Національної академії наук України

кандидат фізико-математичних наук



І. Є. Почаніна

3 грудня 2019 р.