

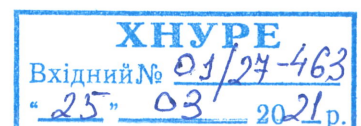
## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Рассохіної Юлії Валентинівни  
**«Методи аналізу неоднорідностей у багатошарових планарних  
структурах»**, поданої на здобуття наукового ступеня  
доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика

**Актуальність теми дисертації.** В наш час одним з пріоритетних напрямів науково-технічного прогресу в мікрохвильовій техніці є розробка розвинених інтегральних схем на базі ліній передачі планарного типу. Сфера застосування інтегральних схем є широкою і включає у себе активні і пасивні пристрої мікрохвильового діапазону частот, зокрема високоякісні технологічні вузли приймально-передавального обладнання, радіолокаційних систем, систем бездротового зв'язку та інше. При створенні вузлів сучасної мікрохвильової техніки основна увага приділяється проектуванню у гібридно-інтегральному виконанні. Відносно кожного пристрою розробляються сучасні методи його розрахунку, які базуються на застосуванні матриці розсіяння, яка найбільше пристосована до алгоритмізації й використанню ЕОМ. Розробляються сучасні методи конструювання багатофункціональних пристроїв (приймачів, передавачів, прийомопередавачів) у гібридно-інтегральному виконанні на єдиній підкладці.

Таким чином, тема дисертаційної роботи, предметом дослідження якої є методи аналізу розподілених та багатоплощинних неоднорідностей у лініях передачі планарного типу, є актуальною. Відповідно **проблемою**, що розв'язується в роботі є розвиток теорії та удосконалення методів аналізу цих неоднорідностей, що складають основу розвинених інтегральних схем.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана в рамках пріоритетних напрямів науково-технічної діяльності Міністерства освіти і науки України, а саме розвитку інформаційних та комунікаційних технологій. Дослідження проводилися у рамках виконання держбюджетних тем, на яких працювала автор, на протязі мінімум десяти років: 2011–2012 роки – «Розробка високоефективних підсилювачів потужності на базі схем із маніпуляцією гармонік», номер держреєстрації 0111U000405, 2013–2014 роки «Розробка просторово-розвинених схем підсилення та перетворення сигналів на базі високоефективних активних пристроїв» 0113U001534, 2015–2016 роки «Розробка високоефективних передавачів телекомунікаційної апаратури на базі



підсилювачів з високим ККД за інтегральною технологією та енергоресурсозбереження при виробництві сталі в агрегаті ківш-піч» 0115U000089, 2017–2018 роки «Високоєфективні вузли радіопередавальних систем на базі підсилювачів та автогенераторів класів E та об'ємних інтегральних схемах» 0117U002363.

**Структура роботи та наукова новизна одержаних результатів.** Дисертаційна робота складається з восьми розділів. У **першому розділі** дано опис поточного стану проблеми, її аналіз і зазначено, що на теперішній час найбільш поширеним способом проектування схем мікрохвильового діапазону частот є комерційні програми-симулятори, що працюють за прямими чисельними (сітковими) методами. Доведено, що актуальною залишається задача розробки аналітичних та піваналітичних методів аналізу складних планарних схем. **Другий розділ** присвячено розробці уніфікованих алгоритмів розрахунку дисперсійних характеристик базових ліній передачі планарного типу: екранованої мікросмужкової, щілинної ліній передачі та їх різновидів. Крім того, наведений приклад аналізу складної планарної схеми на базі хвилеводно-щілинної лінії, яка містить металеве-діелектричне включення, що моделює запертий PIN-діод. У **третьому розділі** наведено теорію методу поперечного резонансу та його розвинення для аналізу симетричних розподілених неоднорідностей у багат шарових планарних структурах для 2- та 4-портових планарних схем.

У наступних розділах розглядається аналіз неоднорідностей у планарних лініях передачі по мірі їх ускладнення методом поперечного резонансу. **Четвертий розділ** присвячений аналізу вузьких прямокутних щілинних резонаторів у заземлюючій підкладці мікросмужкової лінії передачі, а також періодичні структури на їхній основі. У **п'ятому розділі** розглядаються щілинні резонатори складної форми із прямокутними координатними границями, і також періодичні структури на них. У **шостому розділі** проаналізований поворот щілинної лінії передачі на прямий кут, а також розсіяння на індуктивному та ємнісному відрізку мікросмужкової лінії передачі. У **сьомому розділі** аналізуються вже 2-площинні неоднорідності, а у **восьмому розділі** наведено приклади проектування пристроїв на основі розподілених неоднорідностей у тришарових планарних структурах: високоєфективного підсилювача, скорочених смуго-пропускних та смуго-запірних фільтрів.

У дисертації вперше отримано ряд важливих результатів, серед яких виділимо наступні:



Доведено, що клас неоднорідностей у планарних схемах, які можливо проаналізувати за методом узгодження мод, є доволі вузьким.

Розроблено теорію методу поперечного резонансу для 2-портових планарних схем, симетричних у поперечному напрямку. Показано зв'язок елементів матриці розсіяння на них із спектрами власних частот, отриманих з розв'язків крайових задач для резонаторів.

Вперше отримано умову поперечного резонансу для 4-портової схеми у вигляді схрещення мікросмужкової та щілинної лінії передачі. Описано спосіб розв'язання задачі розсіяння на цій неоднорідності за методом поперечного резонансу.

Розроблено методи аналізу неоднорідностей у вигляді щілинних резонаторів із прямокутними координатними границями у заземлюючій площині мікросмужкової лінії та вперше наведено спектри власних частот резонаторів, що включають ці неоднорідності. На базі отриманих з розв'язків крайових задач спектральних кривих вперше вивчено явище взаємного зв'язку між цими неоднорідностями, у тому числі – у періодичних структурах на їх основі.

Методом поперечного резонансу вперше проаналізований поворот щілинної лінії передачі на прямий кут.

Вперше побудовано двовимірні власні функції магнітного і електричного векторних потенціалів для опису густини струму у смужковій лінії передачі із східчастою неоднорідністю у ній.

Отримано характеристики розсіяння ряду 2-площинних неоднорідностей у мікросмужковій лінії передачі, за результатами яких зроблений висновок про розширення функціональних можливостей мікрохвильових схем на їхній основі.

Незважаючи на теоретичний характер, робота має **практичне значення**, оскільки за її результатами можна проектувати компактні планарні схеми мікрохвильового діапазону частот із поліпшеними характеристиками та вивчити природу електромагнітних явищ та хвильових процесів у таких структурах.

**Обґрунтованість та достовірність наукових положень та висновків**, отриманих у дисертаційній роботі, зумовлено строгим математичним формулюванням задач, використанням строгих методів їх розв'язання та порівнянням отриманих результатів із добре відомими результатами за попередніми дослідженнями інших авторів та із результатами вимірювання експериментальних макетів.

**Результати** досліджень у повній мірі опубліковані в 1-й монографії, 1-му розділі монографії, 22 статтях у профільних та періодичних наукових виданнях, виданих в Україні та США (21 з них входять до переліку ВАК України); у 3 патентах України на корисну модель; апробовані на 29-х міжнародних науково-технічних конференціях високого професійного рівня.

В дисертації не виявлені недоліки, які суттєво вплинули б на загалом високу оцінку наукового рівня і результатів дисертаційної роботи.

Автореферат дисертації повністю відображає зміст роботи.

**Висновок.** Дисертаційна робота Рассохіної Юлії Валентинівни «Методи аналізу неоднорідностей у багатошарових планарних структурах» є завершеним науковим дослідженням, що вирішує актуальну наукову проблему радіофізики та прикладної електродинаміки – розробки теорії та удосконалення методів аналізу розподілених неоднорідностей у лініях передачі планарного типу, що розташовані у багатошарових планарних структурах, у мікрохвильовому діапазоні частот. Робота задовольняє вимогам Порядку присудження наукових ступенів, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.04 «радіофізика».

Офіційний опонент

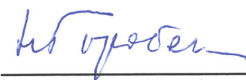
Завідувач кафедри прикладної електродинаміки

Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

доктор фізико-математичних наук професор,

лауреат Державної премії України

в галузі науки й техніки



Микола Горобець

«22» березня 2021 р.

Підпис Миколи Миколайовича Горобця засвідчую

Начальник служби управління персоналом

доктор педагогічних наук, професор



Сергій Куліш