

Голові спеціалізованої вченої ради

Д 26.062.19

Національного авіаційного університету

доктору технічних наук, професору

Козловському В.В.

-----  
03680, м. Київ, пр-т. Любомира Гузара, 1.

### **ВІГУК**

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора

Климаша Михайла Миколайовича на дисертаційну роботу

Ліщиновської Наталії Олександрівни на тему «Метод синтезу розподілених

високодобротних резонаторів з розрідженим діапазоном частот для

радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій», представлену на

здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю

05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій

#### **Актуальність обраної теми.**

Розвиток сучасних телекомунікаційних комплексів характеризується, з одного боку, широким застосуванням радіоелектронних засобів (РЕЗ) і радіотехнічних систем, а з іншого боку, обмеженими можливостями радіочастотного спектру сигналів, що використовуються. Технічна недосконалість застосовуваних РЕЗ приводить до того, що поряд з корисним сигналом у робочий канал проникають і сигнали-завади, що знижують працездатність радіотехнічних систем, або взагалі роблять їх непрацездатними.

Одним із методів підвищення якості роботи засобів телекомунікацій є підвищення частотної селективності використовуваних фільтруючих

структур, основним елементами яких є резонатори. Для забезпечення малої ваги та невеликих габаритів найбільш прийнятним є використання фільтрів на основі резонаторів смужкової конструкції. Однак традиційні смужкові резонатори через великі втрати мають досить низьку добротність, що є причиною сильного загасання в смузі пропускання і порівняно низьку крутизну схилів амплітудно-частотної характеристики фільтру. Крім того, сучасні розподілені резонансні системи мають декілька резонансних частот, що призводить до появи паразитних каналів прийому, та є причиною зменшення чутливості прийомних пристроїв, скорочення дальності дії телекомунікаційних систем, погіршення завадостійкості та завадозахищеності РЕЗ.

Використання відомих традиційних підходів, запозичених з теорії зосереджених кіл, для підвищення частотної вибіркової, в діапазоні надвисоких частот (НВЧ) себе вичерпало і не дозволяє поліпшити характеристики фільтрів.

З огляду на вищенаведене можна стверджувати, що тема дисертаційної роботи Ліщиновської Н.О., яка присвячена розробці науково-методичного апарату синтезу високодобротних резонаторів з розрідженим спектром для фільтруючих систем засобів телекомунікацій є актуальною, а вирішення поставленої в роботі науково-технічної задачі має велике наукове та практичне значення.

Детальний аналіз дисертації дозволяє зробити висновок, що мета дисертаційних досліджень, а також постановка задач, які потребують свого вирішення для досягнення поставленої мети, сформульовані коректно і цілком відповідають логічній послідовності завершеного наукового дослідження.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота Ліщиновської Н.О. пов'язана з актуальними науково-практичними розробками та виконана відповідно до поточного та перспективного планів наукової та науково-технічної діяльності

Національного авіаційного університету та Державного університету телекомунікацій, згідно з Законом України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки». Виконані в дисертації дослідження проводились в рамках НДР «Дослідження застосування міліметрового та мультиміліметрового діапазону в телекомунікаційних системах» (державний реєстраційний номер 0114U006294, ДУТ, м. Київ), особисто автором в зазначеній НДР запропоновано математичну модель резонатора, відмінною рисою якої є мінімальне число змінних параметрів при використанні чисельних методів оптимізації.

### **Аналіз структури та змісту роботи.**

Робота складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, трьох розділів, загальних висновків, додатків, списку використаних джерел і має 125 сторінок основного тексту, 51 рисунок, 5 таблиць, 2 сторінки додатків. Список використаних джерел містить 138 найменувань і займає 19 сторінок. Загальний обсяг дисертаційної роботи – 146 сторінок.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації та її відповідність науковим програмам, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт та предмет дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, зазначено особистий внесок автора, а також наведені дані щодо апробації та публікацій результатів дослідження.

У **першому розділі** проведено аналіз перспективних та існуючих в даний час систем фільтрації. Обґрунтовано, що найбільш перспективними є пристрої селекції на відрізках неоднорідних смужкових і коаксіальних ліній передачі, що забезпечують задану щільність спектру резонансних частот і мають максимально високу добротність. Обрано основний метод дослідження, що полягає в підході до синтезу високодобротних резонансних систем з позицій спектральної теорії неоднорідних ліній в поєднанні з методами чисельного синтезу.

**Другий розділ** присвячений питанню синтезу високодобротних резонаторів на нерегулярних лініях передачі. Розроблено методика синтезу

коаксіальних короткозамкнутих високодобротних резонаторів з розрідженим спектром. Розглянуто різні варіанти зміни конструктивних параметрів для досягнення максимальної добротності при заданій розрядці резонансних частот.

У третьому розділі було виконано синтез резонатора на відрізьку нерегулярної мікрополоскової лінії передачі. Наведено методи оцінки допусків по контролю в процесі виробництва найбільш важливих параметрів конструкції і діелектричних матеріалів, які використовуються при виготовленні резонаторів. Розроблено пристрій для більш точного вимірювання діелектричної проникності та пристрій для вимірювання інтенсивності позасмугових випромінювань, що дозволяє видати рекомендації для необхідної області загородження. Проведено експериментальні дослідження, які підтвердили правильність розробленого методу синтезу резонаторів з підвищеною добротністю.

У висновках підведений підсумок отриманих наукових та практичних результатів досліджень.

У додатках наведені акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

#### **Наукова новизна та практична цінність одержаних результатів.**

Основною заслугою автора є розробка науково-методичного апарату синтезу високодобротних резонаторів з розрідженим спектром для фільтруючих систем засобів телекомунікацій.

Більш конкретно наукова новизна виявляється у наступному.

1. Вперше розроблено метод синтезу резонаторів на нерегулярних лініях передачі, який дозволяє одночасно синтезувати розподілені коливальні системи за заданим розподілом резонансних частот в заданій частотній області і величиною добротності основного типу коливань.

2. Отримані уточнюючі аналітичні вирази, які дозволяють визначати добротність при довільних залежностях хвильового опору і розподілених втрат від координати.

3. На основі використання чисельних методів розроблений метод синтезу високодобротних резонаторів з розрідженим спектром.

4. Розроблена математична модель резонатора на неоднорідній лінії, відмінною рисою якої є мінімальне число змінних параметрів при використанні чисельних методів оптимізації.

5. Розроблено алгоритми синтезу нерегулярних резонаторів з добротністю, близькою до теоретичної межі.

6. Розроблено методи оцінки допусків по контролю в процесі виробництва найбільш важливих параметрів конструкції і діелектричних матеріалів, які використовуються при виготовленні резонаторів.

Практична цінність роботи полягає в:

1) розробці методів побудови нових фільтруючих структур НВЧ, що мають підвищену частотну вибірковість;

2) експериментальному підтвердженні отриманих результатів і доведення розроблених фільтруючих пристроїв до практичного використання.

#### **Публікації та апробація роботи.**

Основні результати дисертаційного дослідження викладено в 11 наукових статтях, серед яких є видання країни, що входять до Євросоюзу, видання, що входять до бази даних Scopus, видання, що входять до переліку наукових фахових видань України. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на 4 міжнародних наукових конференціях, за матеріалами виступів опубліковано тези доповідей.

#### **Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Результати роботи є науково обґрунтованими і не суперечать фізичним законам та існуючим уявленням про взаємодії об'єктів матеріального світу. Усі наукові положення ґрунтуються на математичному моделюванні реальних процесів та глибокому аналізі об'єкту дослідження. При виконанні

роботи коректно використано положення теорії розподілених мереж, зокрема, теорія багатоступеневих і плавно-нерегулярних ліній передачі.

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, обумовлена їх апробацією на національному та міжнародному рівнях та підтверджується експериментальними дослідженнями.

**Відповідність роботи встановленим вимогам оформлення дисертацій.**

Дисертація написана з використанням сучасної наукової термінології. Робота являє собою завершену працю, виконану на високому науковому рівні, має суттєве практичне значення та містить нові науково обгрунтовані теоретичні і практичні результати, що в сукупності вирішують важливу науково-технічну задачу розробки науково-методичного апарату синтезу високочастотних резонаторів з розрідженим спектром для фільтруючих систем засобів телекомунікацій. Зміст дисертації виважений та цілісний, робота відповідає темі досліджень, вимогам п. 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, а також паспорту спеціальності 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертаційної роботи.

#### **Недоліки дисертаційної роботи:**

1. При розробці методу синтезу розподілених високочастотних резонаторів автор не взяв до уваги появу вищих типів хвиль в неоднорідних лініях. Тому при досить великих змінах конструктивних параметрів розрахункові формули можуть призводити до великих помилок при синтезі.

2. У дисертації нічого не сказано про вибір початкових точок в алгоритмах синтезу, що може привести до неприпустимо великих витрат машинного часу.

3. У дисертації не розглянуті питання визначення добротності резонаторів в разі великих втрат. Узагальнена формула для добротності резонаторів на неоднорідних лініях справедлива тільки для малих втрат і тому з їх зростанням точність результатів синтезу буде зменшуватися.

4. В анотації дисертації українською мовою (сторінка дисертації 2), використовується скорочення РЕМ, пояснення якому не додається.

5. У дисертації схеми на Рис 1.1 та 2.8 слід подати більш структуровано і інформативно.

6. В таблиці 3.2, сторінка 131 дисертації, стовпчик " Тип резонатора" містить певні скорочення, що не розшифровуються надалі.

#### **Висновки та загальна оцінка роботи.**

Зазначені недоліки не мають принципового характеру і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Ліщиновської Наталії Олександрівни, що є завершеною науково-дослідною працею.

Тема дисертації «Метод синтезу розподілених високодобротних резонаторів з розрідженим діапазоном частот для радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій» відповідає паспорту спеціальності 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

Дисертація є завершеною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати, що в сукупності вирішують задачу розробки науково-методичного апарату синтезу високодобротних резонаторів з розрідженим спектром для фільтруючих систем засобів телекомунікацій.

За актуальністю, обсягом проведених досліджень, науковою новизною, практичною цінністю та обґрунтованістю отриманих результатів дисертація

відповідає вимогам, що зазначені у документі «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, та вимогам МОН України до кандидатських дисертацій і авторефератів. Дисертація та автореферат відповідають паспорту спеціальності 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій, а її автор Ліциновська Наталія Олександрівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Завідувач кафедри телекомунікацій

Національного університету

"Львівська політехніка",

д.т.н., проф.



М. М. Климаш

Підпис професора Климаша М. М. засвідчую,

Вчений секретар

Національного університету

"Львівська політехніка"



Р. Б. Брилинський