

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова комісії з реорганізації  
Національного авіаційного  
університету, в. о. ректора



Ксенія СЕМЕНОВА



« 25 » *березня* 2024 року.

### **ВИСНОВОК**

**Національного авіаційного університету (далі – НАУ) про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Дудника Владислава Басіровича на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» на тему: «Синтез розподілених структур фільтрації для підвищення ефективності радіотехнічних та телекомунікаційних систем на основі неоднорідних ліній»**

### **ВИТЯГ**

із протоколу № 9 розширеного засідання  
кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем  
Національного авіаційного університету від 18 березня 2024 року

Голова засідання: д.т.н. , професор, Заліський М.Ю.

Секретар засідання: д.т.н., професор, Авер'янова Ю.А.

**Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем:**

Гнатюк В.О., к.т.н, доцент, завідувач кафедри;  
Одарченко Р.С., д.т.н. , професор, професор кафедри  
Голубничий О. Г., д.т.н., професор, професор кафедри;  
Климчук В.П., д.т.н., професор, професор кафедри;  
Козлюк І.О., д.т.н., професор, професор кафедри;  
Конахович Г.Ф., д.т.н., професор, професор кафедри;  
Прокопенко І.Г., д.т.н., професор, професор кафедри;  
Соломенцев О.В., д.т.н., професор, професор кафедри;  
Антонов В.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри;  
Бахтіяров Д.І., к.т.н., доцент, доцент кафедри;  
Завгородній С.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри;

Зуєв О.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри;  
Курушкін В.Є., к.т.н., доцент кафедри;  
Малоєд М.М., к.т.н., доцент кафедри;  
Петрова Ю.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри;  
Соколов Г.Є., к.т.н., доцент, доцент кафедри;  
Соловійов Д.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри;  
Тараненко А.Г., к.т.н., доцент, доцент кафедри;  
Чуприн В.М., к.т.н., доцент, доцент кафедри;  
Лавриненко О.Ю., к.т.н., старший викладач кафедри;  
Осіпчук А., к.т.н., старший викладач кафедри;  
Мігель С.В., асистент кафедри;  
Чумаченко Б.С., асистент кафедри;  
Чумаченко С.С., асистент кафедри;  
Яшов І.М., асистент кафедри.

**Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники інших кафедр НАУ:**

Козловський В.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри засобів захисту інформації НАУ;

Павленко П.М., д.т.н., професор, професор кафедри організації авіаційних перевезень НАУ;

Нечипорук О.П., д.т.н., доцент, професор кафедри комп'ютеризованих систем управління НАУ.

**Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники з інших навчальних закладів:**

Мартинюк Г.В., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри системного аналізу та інформаційних технологій Маріупольського державного університету;

Фесенко А.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри кібербезпеки та захисту інформації КНУ ім. Т. Шевченка.

**Слухали:**

Доповідь аспіранта кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем Національного авіаційного університету Дудника Владислава Басіровича на тему: «Синтез розподілених структур фільтрації для підвищення ефективності радіотехнічних та телекомунікаційних систем на основі неоднорідних ліній» на основі неоднорідних ліній», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

Тему дисертаційного дослідження «Синтез розподілених структур фільтрації для підвищення ефективності радіотехнічних та телекомунікаційних систем на основі неоднорідних ліній» скореговано та затверджено на засіданні вченої ради Факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій 17 травня 2024 року, протокол № 4.

Науковий керівник Кубів С.І., д.е.н., професор кафедри засобів захисту інформації НАУ.



Доповідач обґрунтував актуальність обраної теми, визначив мету, завдання, методи дослідження, охарактеризував об'єкт та предмет дисертації, виклав основні наукові положення та висновки, що виносяться на захист, вказав науково-практичну значущість роботи, зазначив про впровадження результатів дослідження.

Автором проведено аналіз сучасних теоретичних підходів та засад щодо розподілених структур фільтрації. Дослідником встановлено, що розроблені наразі методи мають як свої переваги, так і недоліки. Автором проведено дослідження сучасних систем аналізу та сучасних методів дослідження розподілених структур.

Дослідником розроблено варіанти топології реалізації фільтрів низьких частот (ФНЧ) та фільтрів верхніх частот (ФВЧ). Показано, що при використанні зосереджених елементів  $L$ ,  $C$  ступінчастих ліній для підвищення точності розрахунків необхідно враховувати індуктивності та ємності стрибків хвильового опору. При цьому для збільшення частотної області реалізації зосереджених елементів необхідно скоригувати хвильові опори та час затримки відрізків однорідних ліній, отриманих при врахуванні параметрів стиків ліній.

Дудником В.Б. Показано, що для покращення характеристик пасивних пристроїв надвисоких частот (НВЧ) як базовий елемент доцільно використовувати неоднорідні лінії, в яких опір хвиль залежить від поточної довжини. Отримання кращих характеристик пристроїв досягається підбором закону зміни хвильового опору.

Дослідником встановлено, що основною перешкодою використання неоднорідних ліній НЛ є неможливість отримання в загальному випадку точних розв'язків телеграфних рівнянь, що не дозволяє визначити параметри НЛ як чотириполосника.

Дослідником визначено вхідний опір НЛ та хвильовий опір при зміщенні дійсного нуля або полюса вхідного опору однорідної лінії, навантаженої на активний опір. Для даного типу НЛ, а також НЛ з хвильовим опором, зворотним квадрату гіперболічного косинуса, отримані аналітичні вирази для визначення чотириполосних параметрів неоднорідної лінії передачі.

Аналіз амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) синтезованих фільтрів на НЛ різними відомими методами показав, що незалежно від методу, що використовується, зі збільшенням смуги пропускання відбувається зменшення мінімуму загасання в області загородження. При цьому при використанні паралельних шлейфів АЧХ в області загородження сильно порізана. Максимум загасання виникає на частотах послідовного резонансу

паралельних шлейфів. Мінімуми загасання розташовані між цими частотами. Тому збільшення загасання у сфері загородження необхідно використовувати резонатори з розрядженим спектром частот паралельного і послідовного резонансу.

Автором досліджено роботу програмно-апаратного комплексу шляхом проведення експериментів. Експериментальні дослідження полягали в аналізі дописів конкретних публічних сторінок у соціальних мережах, аналізі пулу інформаційних повідомлень та оцінюванні конкретного допису за ключовими словами.

Структура та обсяг дисертації зумовлена метою і логікою дослідження та складаються з анотації, вступу, чотирьох розділів, які об'єднують 22 підрозділи,



висновків, списку використаних джерел, та додатків.

**Запитання до здобувача:**

1. **Заліський М.Ю.**, д.т.н., професор, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем НАУ.

**Запитання:** Що показує характеристичний опір, що наведено у виразі 3.20?

**Відповідь:** Дякую за запитання. Він означає, що при різних значеннях ємності  $C$  характер зміни характеристичного опору не змінюється. Тобто для отримання малого згасання в смузі прозорості фільтра потрібне навантаження з опором, близьким до характеристичного. Якщо опір навантаження сильно відрізняється від характеристичного, то забезпечення якісної фільтрації та узгодження можливе у вузькій області частот.

2. **Заліський М.Ю.**, д.т.н., професор, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем НАУ.

**Запитання:** Від чого залежить характеристичний опір ланки на ОЛ?

**Відповідь:** Дякую за запитання. Характеристичний опір ланки на ОЛ переважно залежить від хвильового опору. При зміні ємності характер зміни характеристичного опору у смузі пропускання та загородження не змінюється. Тому активний опір навантаження у діапазоні фільтрації має повторювати характеристичний опір. Чим сильніше відрізняється опір навантаження від характеристичного, тим більший рівень загасання смуги пропускання.

3. **Гнатюк В.О.**, к.т.н., доцент, завідувач кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем НАУ.

**Запитання:** Яка перевага використання НЛ в якості резонаторів?

**Відповідь:** Дякую за запитання. Використання НЛ як резонаторів дозволяє вибором хвильового опору збільшити смугу загородження СПФ порівняно з СПФ на резонаторах на основі однорідних ліній.

4. **Козловський В.В.**, д.т.н., професор, професор, завідувач кафедри засобів захисту інформації НАУ.

**Запитання:** Що демонструють розроблені вами варіанти топології реалізації ФНЧ та ФВЧ?

**Відповідь:** Дякую за запитання. Вони демонструють, що при використанні зосереджених елементів  $L$ ,  $C$  ступінчастих ліній для підвищення точності розрахунків необхідно враховувати індуктивності та ємності стрибків хвильового опору. При цьому для збільшення частотної області реалізації зосереджених елементів необхідно скоригувати хвильові опори та час затримки відрізків однорідних ліній, отриманих при врахуванні параметрів стиків ліній.

5. **Нечипорук О.П.**, д.т.н., доцент, професор кафедри комп'ютеризованих систем управління НАУ.

**Запитання:** Який результат ви отримали після аналізу АЧХ синтезованих фільтрів на НЛ різними відомими методами?

**Відповідь:** Дякую за запитання. Результат показав, що незалежно від методу, що використовується, зі збільшенням смуги пропускання відбувається зменшення мінімуму загасання в області загородження. При цьому при використанні паралельних шлейфів АЧХ в області загородження сильно порізана.



**6. Конахович Г.Ф.,** д.т.н., професор, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем НАУ.

**Запитання:** Яка основна перешкода використання НЛ?

**Відповідь:** Дякую за запитання. Встановлено, що основною перешкодою використання НЛ є неможливість отримання в загальному випадку точних розв'язків телеграфних рівнянь, що не дозволяє визначити параметри НЛ як чотириполосника.

**7. Мартинюк Г.В.,** к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри системного аналізу та інформаційних технологій Маріупольського державного університету;

**Запитання:** Що дає використання методу характеристичних параметрів при синтезі фільтрів НВЧ?

**Відповідь:** Дякую за запитання. Внаслідок використання методу характеристичних параметрів чутливість електричних параметрів фільтра до розкиду конструктивних параметрів фільтрових ланок зменшується порівняно з конструкціями фільтра, синтезованого іншими методами.

Дудник В.Б. докладно відповів на всі поставлені запитання, обґрунтувавши свою авторську позицію.

**Висновок наукового керівника.**

**Кубів Степан Іванович.,** д.е.н., професор кафедри засобів захисту інформації НАУ.

Зазначено, що дисертант успішно виконав індивідуальний план наукової роботи та індивідуальний навчальний план. Підготовлена дисертація готова до захисту. У роботі опрацьовано досить багато різноманітного матеріалу, дуже багато наукових праць – англійськомовні видання, які дозволили узагальнити досить широкий світовий досвід.

У процесі виконання роботи дисертант показав необхідну кваліфікацію для самостійного вирішення поставлених наукових задач, постійно працює над підвищенням свого освітнього і професійного рівня. Вміє проводити наукові дослідження, приймає участь у науково-дослідних роботах, має наукові публікації та доповіді у наукових конференціях.

Дудник Владислав Басірович протягом усього періоду навчання в Національному авіаційному університеті продемонстрував себе як старанний та цілеспрямований здобувач, а наукові результати висвітлено та обговорено під час численних доповідей на науково-практичних конференціях та наукових форумах.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, яка націлена на вирішення актуальної наукової задачі, відповідає спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка», а її автор Дудник Владислав Басірович заслуговує присудження ступеня доктора філософії, на підставі Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, який затверджено Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

Науковий керівник запропонував затвердити позитивний висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів зазначеної дисертації та рекомендувати до захисту на здобуття ступеня доктора філософії з



галузі знань галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

#### **Обговорення дисертаційного дослідження.**

**Заліський М.Ю.**, д.т.н., професор, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем НАУ. Робота є актуальною, комплексною, структурованою, містить цікаві, доречні пропозиції. Також робота відповідає встановленим вимогам. Підтримую роботу і бажаю успіхів дисертанту.

**Павленко П.М.**, д.т.н., професор, професор кафедри організації авіаційних перевезень НАУ.

Наукове дослідження розкриває широкий спектр проблем, розкриває значні концептуальні напрацювання інших дослідників, має міждисциплінарний характер, характеризується комплексним підходом до вирішення поставлених завдань.

Автором переконливо обґрунтовано пропозиції, викладені у дисертації. Робота є логічною, матеріал є – продуманий, поставлені завдання є – чіткі та аргументовані, простежується кореляція між завданнями, науковою новизною та висновками.

Отримані дисертантом результати заслуговують на позитивну оцінку, мають наукову новизну, важливе теоретичне та практичне значення.

**Нечипорук О.П.**, д.т.н., доцент, професор кафедри комп'ютеризованих систем управління НАУ.

Звернула увагу на надані пропозиції і зауваження. Доповідь дисертанта та власне дослідження свідчать про його достатній рівень як науковця. Підтримала дисертаційне дослідження з урахуванням виправлення озвучених зауважень і пропозицій.

**Заключне слово здобувача:** Шановний головуючий, шановні присутні, дякуємо Вам за увагу до нашого дисертаційного дослідження! Дякую за запитання, висловлені побажання та зауваження, які обов'язково будуть враховані.

### **ВИСНОВОК**

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації на тему: «Синтез розподілених структур фільтрації для підвищення ефективності радіотехнічних та телекомунікаційних систем на основі неоднорідних ліній», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

**Актуальність теми дослідження та її зв'язок із планами науково-дослідних робіт.**

Проектування сучасних радіотехнічних пристроїв у системах зв'язку, радіонавігації, радіоелектронної боротьби, радіоастрономії, медичного обладнання та інших областях неможливе без використання різних типів частотних фільтрів, основними з яких є фільтри низьких частот (ФНЧ), фільтри верхніх частот (ФВЧ),



смуго-пропускаючі (СПФ) та смуго-загороджувальні (СЗФ) фільтри. Амплітудно-частотні характеристики фільтрів (АЧХ) значною мірою визначають такі характеристики радіоелектронного обладнання як завадостійкість і перешкодозахищеність, характеристики електромагнітної сумісності та дальність дії різних радіоелектронних комплексів. Тому питанням розробки частотних фільтрів приділяється велика увага.

На даний час найбільш повно розвинена теорія зосереджених фільтрів, що складаються з елементів  $L$ ,  $C$ . Ця теорія справедлива за умови, що максимальний геометричний розмір фільтра значно менший за мінімальну довжину хвилі оброблюваних сигналів. Зі зростанням швидкості обробки інформації, коли геометричні розміри фільтра стають співмірними з довжиною хвилі, використання класичної теорії  $LC$  фільтрів приводить до появи значних помилок при проектуванні фільтрів. Причиною цього є відсутність врахування хвильових процесів, які відбуваються у фільтруючих колах. Тому для синтезу кіл фільтрації на досить високих частотах використовується теорія ліній передачі, процеси у яких описуються телеграфними рівняннями. При цьому основним базовим елементом побудови фільтрів є однорідний відрізок лінії передачі з постійним хвильовим опором. Широке застосування однорідних ліній (ОЛ) пояснюється насамперед простотою отримання точного рішення телеграфних рівнянь, що дозволило розробити методи синтезу розподілених фільтрів. Однак фільтри на основі ОЛ мають низку недоліків. Амплітудно-частотні характеристики є періодичними функціями частоти, що є причиною появи паразитних каналів прийому фільтрів, внаслідок чого відбувається зниження завадостійкості пристроїв, крутизна спадання АЧХ у ряді випадків є недостатньою, що призводить до збільшення кількості ланок кіл фільтрації, з'являється великий рівень втрат резонаторів.

Набагато більшими можливостями при синтезі кіл фільтрації та узгодження мають відрізки зі змінним по довжині хвильовим опором (неоднорідні лінії (НЛ)). І тут необхідні АЧХ досягаються підбором зміни хвильового опору і структурою з'єднання неоднорідних ліній. В даний час на практиці використовується невелика кількість НЛ, для яких є точне рішення телеграфних рівнянь: лінії з параболічною та гіперболічною зміною хвильового опору, експоненційні лінії, лінії степеневого типу. Обмежений клас використовуваних НЛ не дозволяє реалізувати на практиці потенційні властивості всього класу НЛ.

Питаннями синтезу кіл фільтрації на основі ліній передачі займалися зарубіжні і вітчизняні вчені: Richard C., Dorf, James A., Svoboda, Д.Л. Маттей, Л. Янг, Є.М.Т. Джонс, Литвиненко О.М., Сошников В.І.

З викладеного випливає, що актуальність даної роботи зумовлена необхідністю використання нових типів НЛ для розробки кіл фільтрації з більш досконалими характеристиками на противагу до існуючих аналогів.

Дисертаційна робота пов'язана з планами науково-дослідної та навчальної роботи і відповідає тематичній спрямованості наукових розробок, що здійснювалися у Національному авіаційному університеті, кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем, в рамках НДР 425-ДБ22 «Методи підвищення експлуатаційної ефективності телекомунікаційних та



радіоелектронних систем об'єктів критично важливої інфраструктури України» та в науково-дослідній роботі «Дослідження функціонування електронних пристроїв та перетворювачів фізичних величин в інформаційно-комунікаційному середовищі», державний реєстраційний номер № д/р: 0124U002133, яка виконується в Луцькому національному технічному університеті.

**Формулювання наукового завдання, вирішення якого отримано в дисертації.** Метою роботи є розвиток методів синтезу розподілених фільтруючих структур, що входять до складу високошвидкісних засобів телекомунікацій, шляхом визначення параметрів та розробки нових типів еквівалентних схем на основі неоднорідних ліній.

Досягнення поставленої мети зумовило постановку та вирішення наступних завдань:

- 1) здійснити аналітичний огляд методів побудови фільтруючих пристроїв та обґрунтувати напрямок дослідження;
- 2) провести аналіз характеристичних параметрів нових типів НЛ та фільтруючих ланок на їх основі;
- 3) виконати визначення чотириполосних параметрів НЛ;
- 4) розробити методи синтезу фільтрів з урахуванням нових типів НЛ.

Об'єктом дослідження є процеси у радіотехнічних пристроях частотної фільтрації.

Предмет дослідження – розподілені фільтри на неоднорідних лініях передачі.

Методи досліджень. Для вирішення поставлених завдань у роботі використовувалася теорія розподілених кіл та теорія частотної фільтрації. Зокрема, щодо параметрів еквівалентних чотириполосників НЛ використовувалася теорія неоднорідних ліній передачі.

У дисертаційній роботі здійснено вирішення науково-прикладної задачі, щодо розроблення нових та удосконалення існуючих розподілених структур фільтрації на основі неоднорідних ліній.

**Наукові положення, розроблені особисто здобувачем, та їх новизна** полягають у тому, що:

У рамках виконаних досліджень дістали подальшого розвитку теорія неоднорідних ліній передачі та методи побудови розподілених фільтрів та було отримано такі наукові результати:

*уперше:*

отримано аналітичні вирази для визначення характеристичних параметрів НЛ, за якими визначено чотириполосні параметри нових типів НЛ, що дозволить використовувати класичні методи теорії синтезу фільтрів не тільки на однорідних лініях, а й на основі НЛ;

визначено хвильовий опір та характеристичні параметри неоднорідної лінії при зміщенні дійсного нуля або полюса вхідного опору навантаженої однорідної лінії, що дозволяє реалізувати різні залежності характеристичного опору від частоти, таким чином розширюючи клас навантажень, які можуть використовуватися;

розроблено метод синтезу фільтрів на основі широкосмугової імітації характеристик зосереджених елементів двоступінчастими однорідними лініями з



урахуванням впливу стрибків хвильового опору;

*удосконалено:*

метод синтезу фільтрів на відрізках ОЛ з використанням характеристичних параметрів для його застосування до синтезу фільтрів на основі НЛ, в наслідок чого чутливість електричних параметрів фільтра до розкиду конструктивних параметрів фільтрових ланок зменшується порівняно з конструкціями фільтра, синтезованого іншими методами.

**Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій, які захищаються.**

Наукові положення, висновки й рекомендації, сформульовані в дисертації, відповідають вимогам до такого виду досліджень. Високий рівень обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій сформульованих у дисертації, їхня достовірність забезпечені:

– професійним вирішенням автором низки наукових завдань, що сприяло реалізації поставленої мети дослідження, та адекватністю структурно-логічної схеми дослідження визначеній меті: кожен наступний розділ чи підрозділ органічно пов'язаний із попереднім і доповнює його;

– використанням широкої джерельної бази за темою дисертації й достатнім масивом аналітичних даних.

– загальноприйнятими фізичними припущеннями, коректність яких підтверджена практикою, збігом окремих результатів з раніше відомими і правильними математичними викладками. Основні результати дисертаційних досліджень можуть бути використані при розробці фільтрів радіотехнічних пристроїв засобів телекомунікацій.

**Наукове значення роботи** полягає у вирішенні актуальної наукової задачі розвитку і удосконалення методів синтезу розподілених фільтруючих структур з використанням розширеного класу елементів неоднорідних ліній.

**Практичне значення та використання результатів:**

1. Вирішене завдання розширення класу НЛ для яких отримані точні рішення для елементів матриці опорів (провідностей). На основі отриманих результатів синтезовані розподілені фільтри на неоднорідних лініях з характеристиками, що перевершують існуючі аналоги.

2. На основі запропонованого методу синтезу фільтрів на основі НЛ розроблені варіанти топології реалізації ФНЧ та ФВЧ. У синтезованому СПФ при використанні шлейфів на НЛ смуга загородження більш ніж у два рази перевищує смугу загородження аналога на ОЛ. Практичне використання таких фільтрів підвищує завадостійкість та перешкодозахищеність телекомунікаційних систем

3. Показано, що розрахунок величини ємності та індуктивності стиків ліній у місцях стрибків хвильового опору дає можливість підвищити точність розрахунків та скоригувати хвильові опори та час затримки відрізків однорідних ліній. Використання стрибка в смужці двоступінчастої лінії дозволило збільшити діапазон реалізації індуктивності в 1,33 рази.

4. У порівнянні з існуючими методами реалізації індуктивності використання двоступінчастої розімкненої лінії на НЛ дозволяє збільшити робочий діапазон відтворення АЧХ зосередженого ФВЧ на 20% .



Основні результати дисертаційних досліджень можуть бути використані при розробці пристроїв фільтрації радіотехнічних пристроїв високошвидкісних засобів телекомунікацій.

Матеріали дисертації увійшли до складу лекційних та практичних занять дисципліни «Безпека інформаційних і комунікаційних систем», а також використовуються при підготовці бакалаврських кваліфікаційних робіт.

Впровадження результатів дослідження Дудника В.Б. дозволило збільшити науковий та методичний рівень вказаних курсів та сприяло удосконаленню навчального процесу. (акт впровадження від 17.05.2024).

Результати, отримані в дисертації використані для вирішення науково-технічної задачі синтезу кіл фільтрації радіотехнічних пристроїв, що входять до складу високошвидкісних засобів телекомунікацій з більш досконалішими характеристиками, окремі наукові результати, викладені в дисертації та публікаціях використані в науково-дослідній роботі « Дослідження функціонування електронних пристроїв та перетворювачів фізичних величин в інформаційно-комунікаційному середовищі», державний реєстраційний номер № д/р: 0124U002133, яка виконується в Луцькому національному технічному університеті. (акт впровадження від 23.01.2024)

**Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.** Дисертація «Синтез розподілених структур фільтрації на основі неоднорідних ліній» Дудника Владислава Басіровича є самостійною науковою працею, в якій наведено теоретичні положення і висновки, власні ідеї та розробки автора, які дають змогу вирішити поставлені завдання. Усі висновки та практичні рекомендації, винесені на захист, розроблені дисертантом особисто.

Найважливіші ідеї, висновки, рекомендації, отримані в дисертації, оприлюднені на наукових та науково-практичних конференціях, у тому числі міжнародних, всеукраїнських та за міжнародною участю: «ІРТК-2023», (Київ, 2023 р.); «ITSec-2023 Безпека інформаційних технологій» (Ужгород, 2023); «ІРТК-2022» (Київ, 2022); «АВІА-2023» (Київ, 2023); «ICAILE2022: The 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Logistics Engineering» (Київ, 2022).

Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладено у 9 наукових працях, у тому числі: 4 статтях, опублікованих у наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України з галузі науки, з якої підготовлено дисертацію, 1 – в зарубіжному науковому виданні, включеному до наукометричної бази Scopus; 4 – у матеріалах тез доповідей на науково-практичних конференціях різного рівня.

**Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:**

**Статті у наукових фахових виданнях:**

1. Козловський В., Дудник В.Б., Фільтрові ланки на основі неоднорідних ліній передачі. Наукоємні технології. 2023. С. 289 – 295.

*Особистий внесок Дудника В.Б.: проведення аналізу останніх досліджень та публікацій, безпосередня участь в дослідженні та розрахунку фільтрових ланок на основі неоднорідних ліній передачі.*



*Особистий внесок Козловського В.Б.: постановка мети дослідження, визначення впливу нулів і полюсів, розташованих у комплексній площині вхідного опору неоднорідної лінії на характеристичний опір фільтруючої ланки.*

2. Баланюк Ю., Дудник В., Процедура синтезу стержневих розподілених структур у площині двох частотних змінних. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. № 4. 2023. С. 273 -280

*Особистий внесок Дудника В.Б.: реалізовано реактансну функцію степеня п двох частотних змінних за допомогою каскадного з'єднання п симетричних одиничних елементів, короткозамкнених або розімкнених на дальньому кінці.*

*Особистий внесок Баланюка Ю.В.: Здійснено узагальнення теореми Річардса на додатню дійсну функцію (ДДФ) двох комплексних частотних змінних. Реалізація ДДФ двох комплексних частотних змінних у вигляді одиничного елемента, навантаженого на опір.*

3. Баланюк Ю., Дудник В., Використання двох частотних змінних при синтезі розподілених кіл. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. № 3. 2023. С. 269 -274

*Особистий внесок Дудника В.Б.: Дослідження властивостей антисиметричного чотирьополісника в комплексному двовимірному просторі та порівняння властивостей збіжної (конвергентної) і розбіжної (дивергентної) ліній.*

*Особистий внесок Баланюка Ю.В.: опис елементів «індуктивність» і «ємність» у класі функцій двох комплексних частотних змінних, що дозволяє синтезувати кола, використовуючи ідеї та методи теорії кіл Річардса.*

**Статті у виданнях, які включено до міжнародних наукометричних баз:**

4. Kozlovskiy V.V., Kozlovskiy V.V., Bieliatynskiy A.A., Klobukov V.V., Dudnyk V.B. Devices on Inhomogeneous Links with Nonlinear Capacity. *Advances in Artificial Systems for Logistics Engineering Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. LNDECT. 2022. vol. 135. P. 469 – 480. (Scopus).*

*Особистий внесок автора: безпосередня участь в дослідженні характеристик неоднорідних ланок із нелінійною ємністю.*

**Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:**

1. Дудник В. Б., Яковів І. І., Торошанко А. І. Пристрої на неоднорідних лініях з нелінійною ємністю у телекомунікаційних системах. ІРТК-2022. 2022. С. 208 - 211

*Особистий внесок Дудника В.Б.: Розподіл нулів та полюсів вхідних опорів неоднорідних ліній.*

*Особистий внесок Яковіва І.І.: проведення аналізу останніх досліджень та публікацій*

*Особистий внесок Торошанка А.І: участь у проектуванні варакторного перетворювача частоти.*

2. Nesterenko K., Nimych O., Dudnyk V. Determination of a four-pole transmission line matrix based on a nonuniform. ITSec-2023. *Безпека інформаційних технологій.* 2023. С. 67 – 69.



*Особистий внесок Дудника В.Б.: дослідження характеристик неоднорідних ланок та їх вплив на чотириполіусник.*

*Особистий внесок Німич О.В.: проведення аналізу останніх досліджень та публікацій.*

*Особистий внесок Нестеренко К.С.: безпосередня розробка аналітичних технік визначення матриці чотириполіусника на неоднорідних лініях.*

3. Nesterenko K.S., Nimych O.V., Dudnyk V.B. Analytical techniques for determining quadrupole matrix in nonuniform transmission lines for high-speed communication systems. ІРТК-2023. 2023. С. 248 - 250

*Особистий внесок Дудника В.Б.: визначення характеристик чотириполіусника на неоднорідних лініях у швидкісних системах комунікації.*

*Особистий внесок Німич О.В.: проведення аналізу останніх досліджень та публікацій.*

*Особистий внесок Нестеренко К.С.: безпосереднє проведення розрахунків чотириполіусника матриці на неоднорідних лініях.*

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний об'єм дисертаційної роботи складає 143 сторінки з них: основна частина 96 сторінок, 49 рисунків, 3 таблиці. Список використаних джерел налічує 108 найменування.

**Оцінка мови та стилю дисертації.** Текст дисертації викладено грамотною мовою, логічно та послідовно. Матеріали дослідження викладені з дотриманням вимог наукового стилю. Дисертація оформлена згідно з вимогами Міністерства освіти і науки України.

**Характеристика особистості здобувача.** Під час підготовки дисертаційної роботи Дудник В.Б. проявив себе як творчий дослідник і науковець, здатний самостійно на високому науково-методичному рівні вирішувати наукові та практичні завдання. Він повною мірою володіє сучасними методами аналізу, має належний рівень теоретичної та практичної підготовки.

## УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Дудника Владислава Басіровича на тему «Синтез розподілених структур фільтрації для підвищення ефективності радіотехнічних та телекомунікаційних систем на основі неоднорідних ліній».

2. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Дудника Владислава Басіровича відповідає спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» та вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261 (зі змінами і доповненнями від 03 квітня 2019 року № 283) та вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про



присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 зі змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 21 березня 2022 року № 341, Вимогам до оформлення дисертації, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40, а її автор Дудник Владислав Басірович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

3. Рекомендувати дисертаційну роботу «Синтез розподілених структур фільтрації для підвищення ефективності радіотехнічних та телекомунікаційних систем на основі неоднорідних ліній», подану Дудником Владиславом Басіровичем на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.



4. Рекомендувати Вченій раді НАУ клопотати про призначення:

**Головою разової спеціалізованої вченої ради:**

*Заліського Максима Юрійовича*, д.т.н., професора, професора кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем НАУ;

**Рецензентами:**

*Щербину Ольгу Алімівну*, к.т.н., професора кафедри електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей НАУ;

*Соломенцева Олександра Васильовича*, д.т.н., професора, професора кафедри авіаційних радіоелектронних комплексів НАУ;

**Офіційними опонентами:**

*Лисечка Володимира Петровича*, д.т.н., професора, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. Провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу (бойового застосування та експлуатації АСУ авіацією та ППО Повітряних Сил) науково-дослідного управління (розвитку і застосування Повітряних Сил) наукового центру Університету.

*Климаша Михайло Миколайовича*, д.т.н., професора, завідувача кафедри телекомунікацій Національного університету «Львівська політехніка».

**Головуючий на засіданні:**

д.т.н., професор, професор кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем НАУ;



Максим ЗАЛІСЬКИЙ

**Секретар засідання:**

доктор технічних наук, професор, професор кафедри аеронавігаційних систем НАУ



Юлія АВЕР'ЯНОВА

**ПОГОДЖЕНО:**

доктор технічних наук, професор, в. о. проректора з наукової роботи НАУ



Сергій ГНАТЮК