

**Відгук**  
**офіційного опонента Манойлова В.П. на дисертаційну роботу**  
**Оборжицького Валерія Івановича „Розвиток теорії та аналітичних методів**  
**підвищення ефективності проектування лінійних пасивних пристроїв для**  
**інтегрованих схем надвисокочастотного діапазону”,**  
**подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук**  
**за спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби**  
**телекомунікацій.**

Відгук підготовлено за матеріалами дисертації, яка містить вступ, сім розділів, загальні висновки, список використаних джерел та вісім додатків. Загальний обсяг роботи складає 482 сторінки, з обсягом основного тексту 306 сторінок. Дисертація містить 110 рисунків, 10 таблиць, список використаних джерел із 437 найменувань на 48 сторінках і 8 додатків на 116 сторінках. Автореферат українською мовою викладений на 43 сторінках.

У дисертації Оборжицького Валерія Івановича вирішена актуальна науково-прикладна проблема підвищення ефективності проектування лінійних взаємних пасивних пристроїв для надвисокочастотних інтегрованих схем радіотехнічних і телекомунікаційних систем на підставі розробки нових і вдосконалення існуючих схемних рішень та аналітичних методів їх розрахунку із забезпеченням високих технічних параметрів і економічних показників.

**1. Актуальність теми дисертації.** На сучасному етапі розвитку інформаційного суспільства пріоритетною є проблема створення гібридних інтегрованих схем (ГІС) для різних пристроїв, що виконують функції розподілу і спрямованого відгалуження потужності сигналів надвисокої частоти (НДЧ), керують їх амплітудою та фазою, забезпечують комутацію каналів проходження сигналу та його частотну вибірність. У роботах різних авторів приводяться аналітичні співвідношення, які дозволяють на заданій частоті за заданими значеннями параметрів виконати розрахунок електричних характеристик пристроїв з використанням одномодового наближення.

Проте в цих аналітичних співвідношеннях через введення ряду спрощень і обмежень не враховано вплив суттєвих факторів, а саме: різниці фазових швидкостей нормальних мод відрізків зв'язаних смужкових ліній передачі, додаткових фазових затримок сигналів, неоднорідностей в структурі пристроїв та інше.

Тому є актуальність та доцільність досліджень в напрямку розвитку теоретичних положень, які б дозволяли удосконалити існуючі методи розрахунку в однохвильовому наближенні для відомих схемних рішень і давали можливість розробляти такі методи для нових варіантів схем смужкових пристроїв.

Саме тому актуальною є дисертаційна робота Оборжицького В.І., яка присвячена вирішенню важливої науково-прикладної проблеми підвищення ефективності проектування лінійних пасивних смужкових пристроїв для НДЧ ГІС.

Мета, об'єкт і предмет дисертаційного дослідження відповідають сучасним тенденціям і вимогам ГІС НДЧ. Науковим підґрунтям дисертації стали результати наукових досліджень, що отримані під час виконання низки науково-дослідних робіт, які виконувались під керівництвом автора на кафедрі радіоелектронних пристроїв та систем.

Актуальність і практична значимість цієї роботи підтверджується тим, що її результати впроваджено в науково-дослідну роботу, яка виконана в НДКІ ЕЛВІТ (м. Львів) і СКБ ТВС. Практичне застосування результатів дисертації підтверджено актами про впровадження.

**2. Наукова новизна результатів дисертації** полягає у розробленні концепції, методології та ідеології створення нових підходів до вирішення проблеми підвищення ефективності проектування лінійних взаємних пасивних пристроїв інтегрованих схем НВЧ діапазону.

2.1. Дістала подальшого розвитку теорія НДЧ симетричних кіл та багатополісників, в результаті чого одержано нові аналітичні співвідношення, які на відміну від відомих, встановлюють зв'язок між хвильовими параметрами лінійних багатополісників.

2.2. Вперше отримано нові аналітичні співвідношення для розрахунку електричних параметрів елементів схем пристроїв НДЧ.

2.3. Запропоновано новий підхід до розробки аналітичних методів розрахунку симетричних спрямованих відгалужувачів з різним типом спрямованості і дістала подальшого розвитку теорія НДЧ пристроїв з двостановим режимом роботи.

2.4. Вперше розвинуто підходи та сформульовано принципи забезпечення двочастотного режиму роботи різних пристроїв НДЧ на основі яких розроблено нові методи розрахунку.

**3. Практична цінність отриманих результатів** полягає у тому, що за результатами дисертаційних досліджень обґрунтовано ідеологію побудови теоретичної бази для розроблення нових методів розрахунку лінійних взаємних пристроїв, що дозволяє їх виконувати на базі чотириполісника з певною структурою.

Отримані нові аналітичні співвідношення та розроблені на їх основі методи розрахунку електричних параметрів схем, які дозволяють проводити аналіз та моделювання пристроїв НДЧ-діапазону.

Розроблені та отримані патенти на ряд пристроїв НДЧ-діапазону.

**4. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях , їх апробація на конференціях та семінарах.** Основні результати дисертаційної роботи відображено у 55 наукових працях, серед них 22 статті у фахових науково-технічних журналах та збірниках, які входять до переліку ДАК України, з них 13 статей без співавторів, 3 статті в періодичному виданні, які включено до наукометричної бази даних SCOPUS, 2 статті в журналі,

включеному до інших міжнародних баз даних, 32 матеріали та тези доповідей на конференціях. Отримано 9 патентів України на корисну модель.

**5. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність.** Результати роботи є науково обґрунтованими і відповідають існуючим фізичним уявленням. Під час виконання роботи коректно використані сучасні математичні методи.

Достовірність основних положень і висновків підтверджується математичною і логічною строгістю проведення аналізу, апробацією на національному і міжнародному рівнях, збіжністю результатів розрахунків і вимірювань електричних параметрів пристроїв НДЧ-діапазону.

**6. Автореферат дисертації** оформлений згідно з існуючими вимогами до таких документів і його зміст адекватно відображає положення дисертаційної роботи.

**7. Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам до оформлення.** Дисертація і автореферат написані українською мовою. Оформлення дисертації та автореферату відповідає вимогам ДАК України.

У **вступі** показана актуальність науково-прикладної проблеми, яка в ній вирішується, мету і задачі досліджень. Обґрунтовано новизну отриманих результатів та їх практичну значимість. Надано відомості про публікації і особистий внесок автора та апробацію роботи.

У **першому розділі** проведено аналіз сучасного стану методів проектування лінійних взаємних пасивних пристроїв НДЧ-діапазону, серед яких розглядаються смужкові пристрої з функціями керування амплітудою сигналу, а також його фазовою затримкою.

**Другий розділ** присвячений розвитку теорії високочастотних кіл та багатополісників у напрямі створення нових підходів до запису в одномодовому наближенні аналітичних співвідношень для розрахунку електричних параметрів схем смужкових пристроїв, при цьому широкі можливості надає метод трансформації імпедансу з використанням вхідних опорів схеми пристрою чи її фрагментів. Значно спрощує розробку аналітичних методів розрахунку у випадку симетричних багатополісників встановлення залежностей між вхідними імпедансами парціальних складових, на які розкладається багатополісник при синфазно-протифазному збудженні, і його параметрами розсіяння, які пов'язані з реальними характеристиками.

У **третьому розділі** розглядаються аналітичні методи для проектування пристроїв НДЧ-діапазону на базі симетричних реактивних чотириполісників для фазової і групової затримки сигналу, його режекції на заданій частоті, а також пристроїв трансформації опору навантаження. На основі вхідних опорів парціальних складових різних схем отримані аналітичні співвідношення для розрахунку електричних параметрів їх елементів, що надає широкі можливості для створення нових варіантів схем смужкової лінії.

**У четвертому розділі** розглядаються питання розробки аналітичних методів для проектування пристроїв ділення і спрямованого відгалуження потужності сигналу НДЧ.

**У п'ятому розділі** запропоновано методи розробки багатоканальних перемикачів променевого типу.

**Шостий розділ** присвячений питанням розробки аналітичних методів розрахунку дискретних фазообертачів.

**У сьомому розділі** розглянуті методи проектування пристроїв НДЧ з режимом роботи у двох смугах частот.

У результаті теоретичних досліджень моделювання і експериментів в роботі розв'язана науково-прикладна проблема розробки нових і вдосконалення існуючих схемних рішень різних смужкових пристроїв НДЧ.

## **8. Зауваження до змісту дисертаційної роботи**

1. При постановці задач на розробку аналітичних методів розрахунку електричних параметрів елементів схем вибраного класу пристроїв не визначено частотні межі використання отриманих співвідношень.

2. Важливим питанням, яке не розглянуто в роботі і яке може бути предметом подальших досліджень, є питання чутливості робочих параметрів проєктованих пристроїв до зміни параметрів елементів схем з призначенням допусків на параметри елементів.

3. До першого розділу чомусь не включено питання аналізу методів проектування пристроїв режекції сигналу, а розглядають їх безпосередньо в розділі 3 розробки аналітичних методів розрахунку цих пристроїв.

4. В прикладі, пов'язаному з компенсацією впливу неоднорідностей у схемах вузькосмугового узгодження (п. 2.5.1), доцільно було виконати експериментальне дослідження з метою перевірки адекватності використаної моделі неоднорідності трійникового розгалуження.

5. Висновок до розділу 3 стосовно можливостей схем режекції по рівню загасання не прив'язаний до граничних значень параметрів відрізків.

6. У методиці компенсації впливу неоднорідностей трійникових розгалужень у складі рівноплечого подільника потужності (п.4.1.2) не вказано, як враховується під'єднання додаткових шлейфів.

7. При розробці двочастотних пристроїв розподілу потужності з застосуванням методу еквівалентної заміни (п. 7.3.1) доцільно було розглянути можливість реалізації за таким підходом і двочастотного кільцевого моста.

8. Допущено декілька технічних помилок:

– на рис. 1.6,г та на рис. 4.11 використано умовне скорочення ІЛ, очевидно «ізолююча ланка», яке не внесено у Перелік умовних скорочень;

– на рис. 1.8,г використано умовне скорочення фазоінвертора ФІ, яке теж не внесено у Перелік умовних скорочень;

– на рис. 2.5,б крива 2 наведена пунктиром різного розміру.

Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку наукового рівня дисертаційної роботи.

### Загальні висновки

Дисертація становить завершену наукову працю, в якій міститься розв'язок важливої наукової проблеми підвищення ефективності проектування лінійних взаємних пасивних пристроїв в смужковому виконанні для надвисокочастотних інтегрованих схем радіотехнічного і телекомунікаційного призначення завдяки удосконаленню існуючих і розробці нових схемних рішень та аналітичних методів їх розрахунку.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.12.13 - радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

Дисертаційна робота за актуальністю, обґрунтованістю наукових положень, новизною і достовірністю отриманих результатів, їх теоретичною та практичною цінністю повністю відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння наукового звання старшого наукового співробітника від 24 липня 2013 року, постанова № 567, пункти 9, 10», а її автор Оборжицький Валерій Іванович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

Офіційний опонент,

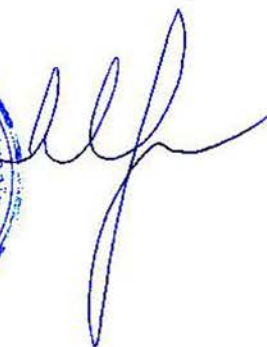
Доктор технічних наук,  
зав. кафедрою радіотехніки, радіоелектронних  
апаратів та телекомунікацій  
Житомирського державного технологічного  
університету



В. П. Манойлов

Підпис Манойлова В.П засвідчую:

Перший проректор,  
проректор з наукової роботи  
Житомирського державного технологічного  
університету д.е.н., професор



О.В. Олійник