

офіційного опонента на дисертаційну роботу Рубана Вадима Петровича «Адаптоване стробоскопічне перетворення відеоімпульсних сигналів у радіолокаційних системах», подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.01 – фізика приладів, елементів і систем.

Актуальність (зв'язок із державними чи галузевими науковими програмами)

Надширокосмугові (НШС) імпульсні електромагнітні хвилі використовують в багатьох радіолокаційних системах підповерхневого зондування з метою забезпечення високої роздільної здатності при виявленні різноманітних об'єктів у ґрунті та інших оптично непрозорих середовищах. Але розповсюдження надширокосмугових хвиль в середовищі з дисперсією супроводжується їх затуханням, що накладає обмеження на глибину зондування, а також на роздільну здатність локатора через загасання високочастотної складової електромагнітного поля. Тому в НШС імпульсній радіолокації доводиться мати справу як з потужними, так і з слабкими сигналами, які додатково спотворюються зовнішніми завадами та внутрішніми шумами приймача. Отже постає задача підвищення енергетичного потенціалу радіолокаційної системи. Її вирішення можливе за рахунок збільшення потужності зондуючих імпульсів. Але цей підхід є обмеженим через перевантаження вхідних кіл приймача, обумовлене електродинамічним зв'язком між випромінюючою та приймальною антенами. Залишається досягати потрібного енергетичного потенціалу, збільшуючи чутливість приймача радіолокаційної системи. Тому прийом та реєстрація з мінімальними спотвореннями слабких сигналів в надширокосмуговій радіолокації є дуже важливою та актуальною задачею. Саме цій тематиці - розробці методів адаптації параметрів стробоскопічного перетворення для розширення динамічного діапазону приймачів НШС відеоімпульсних радіолокаційних систем і збільшенню їх енергетичного потенціалу присвячено дисертаційну роботу Рубана В. П.

Дисертаційна робота пов'язана з 4-ма фундаментальними науково-дослідними роботами, 3-ма НДР програмно – конкурсної тематики НАН України та 2-ма проектами міжнародного співробітництва, які виконувалися в Інституті радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України з 2004 по 2019 рік, що також свідчить про важливість та актуальність цієї тематики.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій

Представлені наукові положення, висновки і рекомендації, що виносяться на захист, є повністю обґрунтованими та достовірними. Постановка дослідницької задачі виконана аргументовано і переконливо. Теоретичні результати базуються на відомих фундаментальних положеннях електродинаміки, електроніки, радіотехніки, теорії ймовірностей. Дисертант грамотно застосовує методи обчислювальної математики для моделювання стробоскопічного перетворення з аналоговим накопиченням та джитером синхронізації. Достовірність розрахунків підтверджується експериментальними даними. Всі результати, отримані здобувачем, опубліковані у фахових українських та спеціалізованих закордонних наукових виданнях. Всі вони пройшли апробацію на міжнародних конференціях високого професійного рівня.

Оцінка змісту та завершеності дисертації

Дисертаційна робота складається з 4-х розділів. В першому розділі автор детально розглядає складові стробоскопічного перетворення, починаючи від класифікації перетворювачів і режимів роботи - до їх характеристик, спираючись на відомі наукові джерела, досить ґрунтовно аналізує природу шумів стробоскопічного перетворювача. Виходячи з сучасного стану проблематики, дисертант формулює задачу дослідження.

Незважаючи на великий у порівнянні з іншими розділами об'єм, цей розділ досить ґрунтовно висвітлює сучасний стан техніки та нагальні завдання щодо реєстрації НШС імпульсних радіолокаційних сигналів нано- та субнаносекундних діапазонів тривалостей з використанням стробоскопічного перетворення.

В другому розділі розглядаються процеси, які впливають на результати стробоскопічного перетворення імпульсних сигналів. Процес спотворення форми сигналу зрозуміло проілюстровано на прикладах цифрового усереднення амплітудних величин відеоімпульсних сигналів після їх реєстрації. Для розрахунків автор використовує спрощену модель стробоскопічного перетворювача. Але, незважаючи на простоту, ця модель з достатньою для дослідження точністю описує процеси накопичення заряду та вплив нестабільності синхронізації. Висновки щодо взаємозв'язків часу наростання перехідної характеристики, коефіцієнта передачі, тривалості вибірки та аналогового накопичення ґрунтуються як на розрахунках, так і на результатах експериментів.

Третій розділ присвячено розробці методу адаптації параметрів перетворювача. Для цього досліджено можливості регулювання тривалості стробімпульсу, розглянуто критерій, за яким можна проводити адаптацію, та показано можливість і ефективність застосування методики оптимізації за коефіцієнтом кореляції.

Четвертий розділ важливий з точки зору застосування та впровадження методів адаптації в георадіолокаційних системах, зокрема для пошуку слабкоконтрастних об'єктів. Експерименти з георадаром "ОДЯГ", в якому реалізований метод адаптації робочої смуги частот та аналогового накопичення, наочно демонструють переваги використання методів адаптації.

Наукова новизна

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

Вперше запропоновано метод стробоскопічного перетворення зі змінюваною тривалістю вибірки, що дозволило розширити динамічний діапазон стробоскопічного приймача на 22,3 дБ.

Показано, що у разі застосування стробоскопічного перетворювача з неповним зарядом накопичувальної ємності, аналогове накопичення призводить до зменшення часу наростання перехідної характеристики перетворювача і, відповідно, до розширення робочої смуги частот приймача на 80%.

Удосконалено метод визначення нестабільності синхронізації стробоскопічного приймача за амплітудними похибками, який ґрунтується на аналізі похибок перетвореного сигналу.

Також новим є застосування методу адаптації параметрів стробоскопічного перетворення в георадіолокаційних системах, розроблених за безпосередньою участю автора дисертації. Застосування цього методу дозволило, використавши експериментально отримані георадіолокаційні дані, відновити просторовий розподіл електрофізичних характеристик середовища і визначити товщину шарів дорожнього одягу з точністю не гірше, ніж 5 мм, а також підвищило ймовірність виявлення підповерхневих об'єктів з електрофізичними параметрами, близькими до параметрів середовища.

Практичне значення отриманих в дисертаційній роботі результатів

Практичне значення отриманих в дисертаційній роботі результатів полягає у тому, що напрацьовані методики адаптації стробоскопічного приймача дозволяють реєструвати з мінімальними спотвореннями форми імпульсні електричні сигнали в широкому динамічному діапазоні. Ці методи можуть використовуватися і використовуються в радіолокаційних системах для:

- визначення товщини шарів дорожнього одягу,
- відновлення підповерхневої структури ґрунту методами мікрохвильової томографії,
- виявлення мін і саморобних вибухових пристроїв,
- моніторингу технічного стану підповерхневої частини інженерних споруд,

- відновлення інформаційних параметрів природних середовищ.

Достовірність отриманих результатів

Достовірність результатів, отриманих в роботі, не викликає сумнівів, тому що в дисертації використовуються апробовані теоретичні та експериментальні методи дослідження процесів перетворення сигналів в стробоскопічних перетворювачах. Водночас, запропоновані дисертантом нові методи перевірені експериментально і добре узгоджуються з даними, отриманими шляхом математичного моделювання.

Повнота викладу в публікаціях

Основні результати дисертації викладені в 6 статтях, опублікованих у фахових вітчизняних і спеціалізованих зарубіжних журналах, в розділі колективної монографії у зарубіжному виданні, в 9 доповідях на міжнародних конференціях та в патенті України. Публікації повністю відображають зміст роботи.

Ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації

Автореферат повною мірою та об'єктивно відображає зміст, структуру, основні результати і висновки дисертації.

Зауваження щодо змісту

Тим не менше, слід вказати на деякі зауваження стосовно роботи:

1. Висновки до розділів 1, 2 та 3 займають більше однієї сторінки. Лаконічність формулювання висновків покращила б сприйняття результатів роботи.

2. Зважаючи на значний вплив на результат перетворення струмів витоку з накопичувальної ємності, було б доцільно також присвятити певну увагу задачі вимірювання цих струмів в реальних стробоскопічних перетворювачах.

3. В підрозділах 2.1.1, 2.4.2, 3.3 присутні рисунки з нормованими величинами, однак показник, на який проводиться нормування, вказується тільки в тексті на початку розділу, що дещо незручно для сприйняття закономірностей.

4. В розділі 2 на стор. 78 у формулі (2.3) літера τ означає сталу часу заряду накопичувальної ємності, а в 3-му розділі на стор. 133 цією ж літерою позначено тривалість імпульсу. Таке подвійне позначення може заплутати читача.

Однак вважаю, що зазначені недоліки не змінюють загальної позитивної оцінки роботи і мають лише уточнюючий характер.

Висновок щодо відповідності встановленим вимогам

Дисертація Рубана В.П. написана сучасною науковою мовою з використанням загальноприйнятої термінології та являє собою завершене наукове дослідження, виконане на високому науковому рівні. Отримані в дисертації результати є новими, науково обґрунтованими та апробованими. В роботі розв'язана актуальна задача розширення динамічного діапазону приймачів НШС відеоімпульсних радіолокаційних систем і збільшення їх енергетичного потенціалу.

Вважаю, що дисертаційна робота задовольняє усім вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, а її автор, Рубан В.П., безумовно заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.01 - фізика приладів, елементів і систем.

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 засвідчую

Начальник служби управління персоналом

Микола Горобець

СЛУЖБА
УПРАВЛІННЯ
ПЕРСОНАЛОМ

«25» лютого 2021 р.

Відгук одержано 25.02.2021 р.

